Código de referencia: ST420686-13

Estudio para caracterizar el mercado nacional e internacional de los minerales estratégicos

Reporte final preparado para UPME

CRU Strategies

5 de Diciembre de 2013

CRU THE INDEPENDENT AUTHORITY
MINING | METALS | FERTILIZERS

This report is supplied on a private and confidential basis to the customer. It must not be disclosed in whole or in part, directly or indirectly or in any other format to any other company, organisation or individual without the prior written permission of CRU Strategies.

Permission is given for the disclosure of this report to a company's majority owned subsidiaries and its parent organisation. However, where the report is supplied to a client in his capacity as a manager of a joint venture or partnership, it may not be disclosed to the other participants without further permission.

CRU Strategies' responsibility is solely to its direct client. Its liability is limited to the amount of the fees actually paid for the professional services involved in preparing this report. We accept no liability to third parties, howsoever arising. Although reasonable care and diligence has been used in the preparation of this report, we do not guarantee the accuracy of any data, assumptions, forecasts or other forward-looking statements.

© CRU Strategies Ltd. 2013. All rights reserved.

CRU Strategies Ltd, Augusto Leguía Norte Nº 100 Of. 506, Las Condes, Santiago, Chile

Tel: +56 2 2231 3900 Fax: +56 2 2231 4287 Website: www.crustrategies.com

CRU Strategies is a division of CRU



Contenido

Pág.

Resumen ejecutivo y conclusiones i

1. Características y análisis competitivo de Colombia en los mercados estudiados i
    1.1 Análisis competitivo de la industria minera en general i
    1.2 Aspectos generales en relación a la industria minera en Colombia ii
        1.2.1 Percepción de inversores: Encuesta Anual del Fraser Institute ii
        1.2.2 *Government Take* ii
        1.2.3 Información geológica iii
        1.2.4 Infraestructura iv
    1.3 Industria del cobre: características y competitividad iv
    1.4 Industria del oro: características y competitividad vi
    1.5 Industria del platino: características y competitividad vii
    1.6 Industria de la roca fosfórica: características y competitividad vii
    1.7 Industria del potasio: características y competitividad ix
    1.8 Industria del uranio: características y competitividad x
    1.9 Industria del mineral de hierro: características y competitividad xi
    1.10 Industria del magnesio: características y competitividad xii
    1.11 Industria del carbón: características y competitividad xiii
    1.12 Industria del coltan: características y competitividad xiv
    1.13 Matriz de atractivo xv
2. Observaciones relevantes para la autoridad minera colombiana xx
    2.1 El estudio demuestra que Asia, y en especial China, es el motor de la demanda global de los minerales xx
    2.2 Los mercados son globales y no necesariamente hay que acceder a países específicos para obtener los beneficios xx
    2.3 Colombia tiene potencial de aumentar su oferta de minerales al mundo aunque es necesario expandir el conocimiento geológico xxi
    2.4 La principal implicación es cómo atraer inversión sostenible que permita desarrollar la industria de Colombia xxii
3. Actualización del presente estudio a futuro xxii

Capítulo 1 – Introducción 1

1.1 Acerca de este estudio 1
1.2 Objetivos generales y específicos del estudio 2
    1.2.1 Objetivo general 2
    1.2.2 Objetivos particulares 2
1.3 Enfoque general: entendiendo el atractivo 4
1.4 Descripción de las metodologías utilizadas 5

Contenido continuación

1.4.1 Metodologías usadas en la captura de información 6
1.4.1.1 Datos macroeconómicos de Europa, Asia y las Américas y el Caribe 8
1.4.1.2 Datos específicos de los mercados de los productos mineros a estudiar 9
1.4.1.3 Datos de aranceles, costos de transporte, fletes, seguros y otros gastos de comercialización 9
1.4.2 Metodologías para la modelación de pronósticos de oferta, demanda y precios 9
1.4.2.1 Pronósticos de la demanda de los productos mineros 9
1.4.2.2 Pronósticos de la oferta de los productos mineros 11
1.4.2.3 Pronósticos de balances de mercados y precios 12
1.4.3 Metodologías para el análisis de la información 13
1.4.3.1 Analizar las estructuras de competencia de los mercados en estudio 13
1.4.3.2 Determinar las ventajas competitivas de los productos colombianos 15
1.5 Premisas macroeconómicas generales 17
1.6 Glosario 21
Capítulo 2 – Temas transversales 23
2.1 La encuesta del Fraser Institute 23
2.1.1 Introducción 23
2.1.2 La encuesta del Fraser Institute 23
2.1.3 La posición de Colombia 24
2.1.4 Los factores políticos claves 27
2.1.4.1 La calidad de la base geológica 27
2.1.4.2 El nivel de seguridad 28
2.1.4.3 El nivel de corrupción 28
2.1.5 Los aspectos positivos de Colombia 29
2.1.4.1 La incertidumbre sobre la administración, interpretación o aplicación de las reglas actuales 29
2.1.6 Conclusión 30
2.2 Sobre el financiamiento de la exploración y de los proyectos mineros 30
2.2.1 Objetivos Financieros de Empresas de Exploración y Mineras - Una Introducción 31
2.2.2 Financiando el sector minero 34
2.2.3 Estado de Origen y Aplicación de Fondos 36
2.2.4 Fuentes de Capital 38
2.2.5 Fuentes de Deuda 42
2.2.6 Fuentes de financiación híbridas entre Capital y Deuda 46
2.2.7 Financiación directa de proyectos mineros 47

Contenido continuación

2.2.8 Conclusiones 52
2.3 Volatilidad de precio en los *commodities* 53
2.3.1 Introducción 53
2.3.2 Metodología 54
2.3.3 Cálculos de volatilidad 55
2.3.4 Causas de la volatilidad 56
2.3.5 Escenarios para los precios futuros 63
2.4 Barreras arancelarias en Colombia y regiones más relevantes 66
2.4.1 Introducción 66
2.4.2 Comercio en Colombia 67
2.4.2.1 Legislación de comercio exterior en Colombia 68
2.4.2.2 Exportaciones de Colombia 69
2.4.3 Acuerdos de comercio internacional entre Colombia y otros países y regiones 71
2.4.4 Comercio en principales países y regiones consumidoras 76
2.4.4.1 China 76
2.4.4.2 India 78
2.4.4.3 Europa / Unión Europea 78
2.5 Exploración y concesiones mineras 79
2.5.1 Introducción 79
2.5.2 Resumen de la exploración y concesiones mineras 80
2.5.3 Temas principales 81
2.5.3.1 La economía de las concesiones mineras 84
2.5.4 ¿Qué impulsa la exploración? 90
2.5.5 ¿Qué países son los “competidores” relevantes para el gasto en exploración? 95
2.5.6 Temas clave en la exploración y en la regulación 96
2.5.6.1 Propiedad de los minerales 96
2.5.6.2 Permisos de exploración, minería y otros 96
2.5.6.3 Códigos o acuerdos 96
2.5.6.4 Agencia Responsable y Nivel Gubernamental 97
2.5.6.5 Modo de conceder licencias 97
2.5.6.6 Permisos mineros 98
2.5.7 Resultados de la encuesta 98
2.6 Government take 108
2.6.1 Introducción al *“Government Take”* 108
2.6.2 Concepto y medición de *“Government Take”* 109
2.6.3 Tipos de impuestos y complicaciones en la medición 111
2.6.4 Criterios para evaluar impuestos y pros y contras de diferentes impuestos 114

Contenido continuación

2.6.4.1 Criterios para evaluar impuestos 114
2.6.4.2 Ventajas y desventajas de los distintos tipos de impuestos 117
2.6.5 Conclusión en relación a las métricas 117
2.6.6 Enfoque del presente análisis y premisas 118
2.6.7 Resultados 121
2.7 PIB minero 129
2.7.1 Resumen de análisis de PIB minero 129
2.7.2 Contexto del PIB minero 130
2.7.3 Evolución histórica del PIB minero por país 131
2.7.3.1 Brasil 131
2.7.3.2 Chile 132
2.7.3.3 Perú 133
2.7.3.4 México 134
2.7.3.5 Colombia 135
2.7.4 Proyección de PIB minero por país 136
Capítulo 3 – Mercado del Cobre 141
3.1 Resumen general del mercado 141
3.2 Estructura y caracterización de la demanda en Europa, Asia y Las Américas y El Caribe 146
3.2.1 Determinantes de la demanda 146
3.2.2 Demanda en base de usos finales 147
3.2.3 Intensidad de uso & el ciclo de desarrollo 148
3.2.4 Sustitución & la elasticidad de la demanda 150
3.2.5 Evolución histórica de la demanda 153
3.2.5.1 Introducción 153
3.2.5.2 Asia 154
3.2.5.3 Europa 155
3.2.5.4 Las Américas y el Caribe 156
3.2.6 Evolución pronosticada de la demanda en el corto plazo 157
3.2.6.1 Metodología 157
3.2.6.2 Introducción 157
3.2.6.3 Asia 159
3.2.6.4 Europa 160
3.2.6.5 Las Américas y el Caribe 161
3.2.7 Evolución pronosticada de la demanda en el largo plazo 162
3.2.7.1 Metodología 162
3.2.7.2 Introducción 163
3.2.7.3 Asia 166
3.2.7.4 Europa 167

Contenido continuación

3.2.7.5 Las Américas & El Caribe 167
3.3 Dimensionamiento y caracterización de la oferta 168
3.3.1 Características generales 168
3.3.2 Geología 169
3.3.3 Extracción y procesamiento 170
3.3.3.1 Rutas de procesamiento: sulfuros 170
3.3.3.2 Rutas de procesamiento: óxidos 172
3.3.3.3 Cadena de valor 172
3.3.3.4 El costo de capital y demoras 175
3.3.4 Comercialización (exportaciones e importaciones) 178
3.3.4.1 Asia: concentrado de cobre 179
3.3.4.2 Europa: concentrado de cobre, 2007-2012 182
3.3.4.3 Las Américas y el Caribe: concentrado de cobre 185
3.3.4.4 Asia: cobre refinado 188
3.3.4.5 Europa: cobre refinado 191
3.3.4.6 Las Américas y el Caribe: cobre refinado 194
3.3.5 Evolución histórica de la oferta 197
3.3.5.1 Definiciones 197
3.3.5.2 Introducción 197
3.3.5.3 Asia 200
3.3.5.4 Europa 201
3.3.5.5 Las Américas y el Caribe 201
3.3.5.6 La participación histórica de las 10 mayores mineras 202
3.3.6 Evolución pronosticada de la oferta en el corto plazo 203
3.3.6.1 Metodología 203
3.3.6.2 Introducción 204
3.3.6.3 Asia 206
3.3.6.4 Europa 207
3.3.6.5 Las Américas y el Caribe 208
3.3.7 Evolución pronosticada de la oferta en el largo plazo 209
3.3.7.1 Metodología 209
3.3.7.2 Introducción 210
3.3.7.3 Operaciones existentes 211
3.3.7.4 Proyectos 213
3.4 Balance de oferta y demanda 215
3.4.1 Descripción de la estructura y mecanismos de precios 215
3.4.1.1 La Bolsa de Metales de Londres (LME) 215
3.4.2 Comportamiento histórico del balance de mercado y los precios 217

Contenido continuación

3.4.3 Balance pronosticado del mercado y proyecciones de precios en el corto plazo 219
3.4.4 Balance pronosticado del mercado y proyecciones de precios en el largo plazo 220
3.4.5 Márgenes y rentabilidad 223
3.5 Análisis competitivo de la industria en Colombia 224
3.5.1 Modelamiento de las cinco fuerzas de Porter y atractivo de la industria 224
3.5.2 Dotación de recursos de Colombia 226
3.5.2.1 Producción histórica de cobre en Colombia. 226
3.5.2.2 Reservas y recursos 227
3.5.2.3 Proyectos de cobre en Colombia 228
3.5.3 Principales competidores y posición competitiva de Colombia 229
3.5.3.1 Competitividad de Colombia a nivel sudamericano 229
3.5.3.2 Competitividad de Colombia a nivel mundial 231
3.5.3.3 Ventajas y desventajas competitivas de Colombia 232
Capítulo 4 – Mercado del Oro 235
4.1 Resumen general del mercado 235
4.2 Estructura y caracterización de la demanda en Europa, Asia y las Américas y el Caribe 236
4.2.1 Determinantes de demanda 236
4.2.2 Demanda en base a usos finales 238
4.2.2.1 Joyería 238
4.2.2.2 Aplicaciones electrónicas 238
4.2.2.3 Monedas y medallas 239
4.2.2.4 Aplicaciones dentales 239
4.2.2.5 Inversión 240
4.2.3 Intensidad de uso & el ciclo de desarrollo 240
4.2.4 Evolución histórica de la demanda (fabricación) 241
4.2.4.1 Asia 242
4.2.4.2 Europa 244
4.2.4.3 Las Américas y el Caribe 245
4.2.5 Evolución pronosticada de la demanda (fabricación) en el corto plazo 246
4.2.5.1 Asia 246
4.2.5.2 Europa 249
4.2.5.3 Las Américas y el Caribe 250
4.2.6 Evolución pronosticada de la demanda (fabricación) en el largo plazo 251
4.3 Dimensionamiento y caracterización de la oferta 254
4.3.1 Características generales 254
4.3.2 Geología 255

Contenido continuación

4.3.3 Extracción y procesamiento 255
4.3.3.1 Rutas de procesamiento 255
4.3.3.2 Cadena de valor 257
4.3.4 Comercialización (exportaciones e importaciones) 258
4.3.4.1 Asia 259
4.3.4.2 Europa 263
4.3.4.3 Las Américas y el Caribe 265
4.3.5 Evolución histórica de la oferta 267
4.3.5.1 Asia 271
4.3.5.2 Europa 272
4.3.5.3 Las Américas y el Caribe 272
4.3.6 Evolución pronosticada de la oferta en el corto plazo 274
4.3.6.1 Asia 274
4.3.6.2 Europa 274
4.3.6.3 Las Américas y el Caribe 275
4.3.7 Evolución pronosticada de la oferta en el largo plazo 277
4.4 Balance de oferta y demanda 278
4.4.1 Descripción de la estructura y mecanismos de precios 278
4.4.2 Balance histórico de mercado y series de precios históricos 279
4.4.3 Balance pronosticado de mercado y proyecciones de precios en el corto plazo 283
4.4.4 Balance pronosticado de mercado y proyecciones de precios en el largo plazo 285
4.4.5 Márgenes y rentabilidad 290
4.5 Análisis competitivo de la industria en Colombia 291
4.5.1 Modelamiento de las cinco fuerzas de Porter y atractivo de la industria 291
4.5.2 Dotación de recursos de Colombia 293
4.5.2.1 Producción histórica de oro en Colombia 293
4.5.2.3 Reservas y recursos 294
4.5.3 Principales competidores y posición competitiva de Colombia 296
4.5.3.1 Competitividad de Colombia a nivel sudamericano 296
4.5.3.2 Competitividad de Colombia a nivel mundial 299
4.5.3.3 Ventajas y desventajas competitivas de Colombia 301
Capítulo 5 – Mercado del Platino 303
5.1 Resumen general del mercado 303
5.2 Estructura y caracterización de la demanda en Europa, Asia y las Américas y el Caribe 304
5.2.1 Determinantes de demanda 304
5.2.2 Demanda en base a usos finales 305

Contenido continuación

5.2.2.1 Convertidores catalíticos 305
5.2.2.2 Joyería 307
5.2.2.3 Químicos 308
5.2.2.4 Vidrio 309
5.2.2.5 Artículos eléctricos 310
5.2.2.6 Petróleo 310
5.2.2.7 Inversión 310
5.2.3 Intensidad de uso & el ciclo de desarrollo 311
5.2.3.1 Curva S 311
5.2.4 Evolución histórica de la demanda (fabricación) 312
5.2.4.1 Asia 314
5.2.4.2 Europa 318
5.2.4.3 Las Américas y el Caribe 321
5.2.5 Evolución pronosticada de la demanda (fabricación) en el corto plazo 323
5.2.5.1 Asia 325
5.2.5.2 Europa 326
5.2.5.3 Las Américas y el Caribe 327
5.2.6 Evolución pronosticada de la demanda (fabricación) en el largo plazo 328
5.3 Dimensionamiento y caracterización de la oferta 330
5.3.1 Características generales 330
5.3.2 Geología 331
5.3.3 Extracción y procesamiento 331
5.3.3.1 Rutas de procesamiento 331
5.3.3.2 Cadena de valor 333
5.3.4 Comercialización (exportaciones e importaciones) 335
5.3.4.1 Asia 336
5.3.4.2 Europa 339
5.3.4.3 Las Américas y el Caribe 341
5.3.5 Evolución histórica de la oferta 343
5.3.5.1 Asia 349
5.3.5.2 Europa 349
5.3.5.3 Las Américas y el Caribe 349
5.3.5.4 África 350
5.3.6 Evolución pronosticada de la oferta en el corto plazo 351
5.3.6.1 Asia 353
2.3.6.2 Europa 353
5.3.6.3 Las Américas y el Caribe 354
5.3.6.4 África 354
5.3.6 Evolución pronosticada de la oferta en el largo plazo 355

Contenido continuación

5.4 Balance de oferta y demanda 357
5.4.1 Descripción de la estructura y mecanismos de precios 357
5.4.2 Balance histórico de mercado y series de precios históricos 358
5.4.3 Balance pronosticado de mercado y proyecciones de precios en el corto plazo 361
5.4.4 Balance pronosticado de mercado y proyecciones de precios en el largo plazo 364
5.4.5 Márgenes y rentabilidad 364
5.5 Análisis competitivo de la industria en Colombia 365
5.5.1 Modelamiento de las cinco fuerzas de Porter y atractivo de la industria 365
5.5.2 Dotación de recursos de Colombia 367
5.5.3 Principales competidores y posición competitiva de Colombia 369
Capítulo 6 – Mercado de la Roca Fosfórica 373
6.1 Resumen general del mercado 373
6.2 Estructura y caracterización de la demanda en Europa, Asia y las Américas y el Caribe 375
6.2.1 Determinantes de demanda 375
6.2.2 Demanda en base a usos finales 378
6.2.2.1 Ácido fosfórico y sus derivados 379
6.2.2.2 Otros productos 380
6.2.3 Intensidad de uso & el ciclo de desarrollo 383
6.2.4 Evolución histórica de la demanda 386
6.2.4.1 Asia 387
6.2.4.2 Europa 389
6.2.4.3 Las Américas y el Caribe 391
6.2.5 Evolución pronosticada de la demanda en el corto plazo 393
6.2.5.1 Asia 393
6.2.5.2 Europa 396
6.2.5.3 Las Américas y el Caribe 397
6.2.6 Evolución pronosticada de la demanda en el largo plazo 399
6.3 Dimensionamiento y caracterización de la oferta 401
6.3.1 Características generales 401
6.3.2 Geología 403
6.3.3 Extracción y procesamiento 404
6.3.3.1 Rutas de procesamiento 404
6.3.3.2 Cadena de valor 407
6.3.4 Comercialización (exportaciones e importaciones) 408
6.3.4.1 Asia 409
6.3.4.2 Europa 413

Contenido continuación

4.3.4.3 Las Américas y el Caribe 416
6.3.5 Evolución histórica de la oferta 419
6.3.5.1 Asia 422
6.3.5.2 Europa 424
6.3.5.3 Las Américas y el Caribe 425
6.3.6 Evolución pronosticada de la oferta en el corto plazo 429
6.3.6.1 Asia 429
6.3.6.2 Europa 430
6.3.6.3 Las Américas y el Caribe 431
6.3.6 Evolución pronosticada de la oferta en el largo plazo 434
6.4 Balance de oferta y demanda 438
6.4.1 Descripción de la estructura y mecanismos de precios 438
6.4.2 Balance histórico de mercado y series de precios históricos 439
6.4.3 Balance pronosticado de mercado y proyecciones de precios en el corto plazo 445
6.4.4 Balance pronosticado de mercado y proyecciones de precios en el largo plazo 449
6.4.5 Márgenes y rentabilidad 451
6.5 Análisis competitivo de la industria en Colombia 453
6.5.1 Modelamiento de las cinco fuerzas de Porter y atractivo de la industria 453
6.5.2 Dotación de recursos de Colombia 455
6.5.2.1 Producción histórica de roca fosfórica en Colombia 455
6.5.2.2 Reservas y recursos 458
6.5.3 Principales competidores y posición competitiva de Colombia 460
6.5.3.1 Competitividad de Colombia a nivel sudamericano 461
6.5.3.2 Competitividad de Colombia a nivel mundial 463
6.5.3.3 Ventajas y desventajas competitivas de Colombia 463
Capítulo 7 – Mercado del Potasio 469
7.1 Resumen general del mercado 469
7.2 Estructura y caracterización de la demanda en Europa, Asia y las Américas y el Caribe 471
7.2.1 Determinantes de demanda 471
7.2.2 Intensidad de uso & el ciclo de desarrollo 475
7.2.3 Evolución histórica de la demanda 477
7.2.3.1 Asia 480
7.2.3.2 Europa 482
7.2.3.3 Las Américas y el Caribe 483
7.2.4 Evolución pronosticada de la demanda en el corto plazo 487
7.2.4.1 Asia 491

Contenido continuación

7.2.4.2 Europa 493
7.2.4.3 Las Américas y el Caribe 494
7.2.5 Evolución pronosticada de la demanda en el largo plazo 495
7.3 Dimensionamiento y caracterización de la oferta 497
7.3.1 Características generales 497
7.3.2 Geología 498
7.3.3 Extracción y procesamiento 499
7.3.3.2 Cadena de valor 501
7.3.4 Comercialización (exportaciones e importaciones) 502
7.3.4.1 Asia 504
7.3.4.2 Europa 506
7.3.4.3 Las Américas y el Caribe 508
7.3.5 Evolución histórica de la oferta 510
7.3.5.1 Asia 512
7.3.5.2 Europa 513
7.3.5.3 Las Américas y el Caribe 514
7.3.6 Evolución pronosticada de la oferta en el corto plazo 515
7.3.6.1 Asia 517
7.3.6.2 Europa 519
7.3.6.3 Las Américas y el Caribe 521
7.3.7 Evolución pronosticada de la oferta en el largo plazo 523
7.4 Balance de oferta y demanda 524
7.4.1 Descripción de la estructura y mecanismos de precios 524
7.4.2 Balance histórico de mercado y series de precios históricos 526
7.4.3 Balance pronosticado de mercado y proyecciones de precios en el corto plazo 530
7.4.4 Balance pronosticado de mercado y proyecciones de precios en el largo plazo 533
7.4.5 Márgenes y rentabilidad 535
7.5 Análisis competitivo de la industria en Colombia 536
7.5.1 Modelamiento de las cinco fuerzas de Porter y atractivo de la industria 536
7.5.2 Dotación de recursos de Colombia 538
7.5.3 Principales competidores y posición competitiva de Colombia 539
Capítulo 8 – Mercado del Uranio 545
8.1 Resumen general del mercado 545
8.1.1 Notas generales en relación a este capítulo 547
8.1.1.1 Unidades 547
8.1.1.2 Comercialización (exportaciones e importaciones) 548

Contenido continuación

8.2 Estructura y caracterización de la demanda en Europa, Asia y Las Américas y El Caribe 548
8.2.1 Determinantes de la demanda 548
8.2.1.1 El ciclo económico en el corto y mediano plazo 549
8.2.1.2 La demanda de energía 550
8.2.1.3 Nueva capacidad, renovación de licencias y desmantelamiento 550
8.2.1.4 *Uprates* (mejoras de los reactores) 551
8.2.1.5 Competitividad y la matriz energética 551
8.2.1.6 Comparación de costos: energía nuclear versus otras fuentes 552
8.2.1.7 Factores medioambientales 554
8.2.2 Demanda en base de usos finales 555
8.2.3 Sustitución & la elasticidad de la demanda 556
8.2.4 Evolución histórica de la demanda 557
8.2.4.1 Introducción 557
8.2.4.2 Asia 560
8.2.4.3 Europa 562
8.2.4.4 Las Américas y el Caribe 564
8.2.5 Evolución pronosticada de la demanda en el corto plazo 564
8.2.5.1 Metodología 564
8.2.5.2 Introducción 566
8.2.5.3 Asia 568
8.2.5.4 Europa 569
8.2.5.5 Las Américas y El Caribe 571
8.2.6 Evolución pronosticada de la demanda en el largo plazo 573
8.2.6.1 Introducción 573
8.2.6.2 Asia 575
8.2.6.3 Europa 575
8.2.6.4 Las Américas & El Caribe 576
8.3 Dimensionamiento y caracterización de la oferta 577
8.3.1 Características generales 577
Oferta secundaria 578
8.3.2 Geología 579
8.3.2.1 Clasificación de recursos de uranio 579
8.3.2.2 Tipos de depósitos 580
8.3.3 Extracción y procesamiento 583
8.3.3.1 Extracción, lixiviación en planta y extracción por solventes (SX) 583
8.3.3.2 La lixiviación *in situ* y el intercambio iónico (IX) 585
8.3.3.3 Producción de uranio primario en 2012 586
8.3.3.4 Cadena de valor 587

Contenido continuación

8.3.4 Comercialización (exportaciones e importaciones) 593
8.3.5 Evolución histórica de la oferta primaria de uranio 594
8.3.5.1 Introducción 594
8.3.5.2 Asia 595
8.3.5.3 Europa 596
8.3.5.4 Las Américas y El Caribe 596
8.3.6 Evolución pronosticada de la oferta primaria en el corto plazo 597
8.3.6.1 Definiciones 597
8.3.6.2 Introducción 597
8.3.6.3 Asia 599
8.3.6.4 Europa 599
8.3.6.5 Las Américas y El Caribe 599
8.3.7 Evolución pronosticada de la oferta primaria en el largo plazo 600
8.3.7.1 Introducción 600
8.3.7.2 Asia 604
8.3.7.3 Europa 604
8.3.7.4 Las Américas y El Caribe 604
8.4 Balance de oferta y demanda 605
8.4.1 Descripción de la estructura y mecanismos de precios 606
8.4.2 Comportamiento histórico del balance de mercado y los precios 607
8.4.3 Balance pronosticado del mercado y proyecciones de precios en el corto plazo 609
8.4.4 Balance pronosticado del mercado y proyecciones de precios en el largo plazo 611
8.4.5 Márgenes y rentabilidad 612
8.5 Análisis competitivo de la industria en Colombia 612
8.5.1 Modelamiento de las cinco fuerzas de Porter y atractivo de la industria 614
8.5.2 Dotación de recursos de Colombia 615
8.5.2.1 Producción histórica de uranio en Colombia 615
8.5.2.2 Reservas y recursos 615
8.5.2.3 Proyectos de uranio en Colombia 617
8.5.3 Principales competidores y posición competitiva de Colombia 618
8.5.3.1 Competitividad de Colombia a nivel sudamericano 618
Brasil 619
Argentina 620
8.5.3.2 Competitividad de Colombia a nivel mundial 622
8.5.3.3 Ventajas y desventajas competitivas de Colombia 624
Capítulo 9 – Mercado del mineral de hierro 629
9.1 Resumen general del Mercado 629

Contenido continuación

9.2 Estructura y caracterización de la demanda en Europa, Asia y las Américas y el Caribe 630
9.2.1 Determinantes de demanda 630
9.2.2 Demanda en base a productos 633
9.2.2.1 Lump 634
9.2.2.2 Pellet 635
9.2.2.3 Fino 635
9.2.3 Intensidad de uso & el ciclo de desarrollo 636
9.2.4 Evolución histórica de la demanda 638
9.2.4.1 Asia 642
9.2.4.2 Europa 644
9.2.4.3 Las Américas y el Caribe 645
9.2.5 Evolución pronosticada de la demanda en el corto plazo 647
9.2.5.1 Asia 650
9.2.5.2 Europa 651
9.2.5.3 Las Américas y el Caribe 653
9.2.6 Evolución pronosticada de la demanda en el largo plazo 655
9.3 Dimensionamiento y caracterización de la oferta 657
9.3.1 Características generales 657
9.3.2 Geología 659
9.3.3 Extracción y procesamiento 660
9.3.3.1 Rutas de procesamiento: Alto Horno y BOF 662
9.3.3.2 Rutas de procesamiento: Horno de Reducción Directa y EAF 663
9.3.3.3 Cadena de valor 663
9.3.4 Comercialización (exportaciones e importaciones) 664
9.3.4.1 Asia 666
9.3.4.2 Europa 669
9.3.4.3 Las Américas y el Caribe 671
9.3.5 Evolución histórica de la oferta 672
9.3.5.1 Asia 675
9.3.5.2 Europa 676
9.3.5.3 Las Américas y el Caribe 677
9.3.6 Evolución pronosticada de la oferta en el corto plazo 678
9.3.6.1 Asia 682
9.3.6.2 Europa 683
9.3.6.3 Las Américas y el Caribe 684
9.3.7 Evolución pronosticada de la oferta en el largo plazo 686
9.4 Balance de oferta y demanda 687
9.4.1 Descripción de la estructura y mecanismos de precios 687

Contenido continuación

9.4.2 Balance histórico de mercado y series de precios históricos 689
9.4.3 Balance pronosticado de mercado y proyecciones de precios en el corto plazo 691
9.4.4 Balance pronosticado de mercado y proyecciones de precios en el largo plazo 692
9.4.5 Márgenes y rentabilidad 694
9.5 Análisis competitivo de la industria en Colombia 697
9.5.1 Modelamiento de las cinco fuerzas de Porter y atractivo de la industria 697
9.5.2 Dotación de recursos de Colombia 698
9.5.3 Principales competidores y posición competitiva de Colombia 699
Capítulo 10 – Mercado de Magnesio 703
10.1 Resumen general del mercado 703
10.2 Estructura y caracterización de la demanda en Europa, Asia y las Américas y el Caribe 705
10.2.1 Determinantes de demanda 705
10.2.2 Demanda en base a usos finales 706
10.2.2.1 DBM y EFM 706
10.2.2.2 CCM 708
10.2.3 Intensidad de uso & el ciclo de desarrollo 710
10.2.4 Evolución histórica de la demanda 711
10.2.4.1 Asia 712
10.2.4.2 Europa 713
10.2.4.3 Las Américas y el Caribe 714
10.2.5 Evolución pronosticada de la demanda en el corto plazo 715
10.2.5.1 Asia 715
10.2.5.2 Europa 716
10.2.5.3 Las Américas y el Caribe 717
10.2.6 Evolución pronosticada de la demanda en el largo plazo 718
10.3 Dimensionamiento y caracterización de la oferta 720
10.3.1 Características generales 720
10.3.2 Geología 722
10.3.3 Extracción y procesamiento 724
10.3.3.1 Rutas de procesamiento 724
10.3.3.2 Cadena de valor 726
10.3.4 Comercialización (exportaciones e importaciones) 728
10.3.5 Evolución histórica de la oferta 731
10.3.5.1 Asia 735
10.3.5.2 Europa 736
10.3.5.3 Las Américas y el Caribe 736

10.3.6 Evolución pronosticada de la oferta en el corto plazo 736
10.3.6.1 Asia 736
10.3.6.2 Europa 741
10.3.6.3 Las Américas y el Caribe 741
10.3.7 Evolución pronosticada de la oferta en el largo plazo 743
10.4 Balance de oferta y demanda 745
10.4.1 Descripción de la estructura y mecanismos de precios 745
10.4.2 Balance histórico de mercado y series de precios históricos 746
10.4.3 Balance pronosticado de mercado y proyecciones de precios en el corto plazo 749
10.4.4 Balance pronosticado de mercado y proyecciones de precios en el largo plazo 751
10.4.5 Márgenes y rentabilidad 753
10.5 Análisis competitivo de la industria en Colombia 754
10.5.1 Modelamiento de las cinco fuerzas de Porter y atractivo de la industria 754
10.5.2 Dotación de recursos de Colombia 756
10.5.2.1 Producción histórica de magnesio en Colombia 756
10.5.2.2 Reservas y recursos 758
10.5.2.3 Proyectos de magnesio en Colombia 759
10.5.3 Principales competidores y posición competitiva de Colombia 759
10.5.3.1 Ventajas y desventajas competitivas de Colombia 760
Capítulo 11 – Carbón 765
11.1 Resumen general del mercado 765
11.2 Estructura y caracterización de la demanda en Europa, Asia y las Américas y el Caribe 766
11.2.1 Determinantes de demanda 766
11.2.2 Intensidad energética e intensidad de uso del acero 771
11.2.2.1 Intensidad energética y demanda de carbón térmico 771
11.2.2.2 Intensidad de uso del acero y demanda de carbón metalúrgico 772
11.2.3 Evolución histórica de la demanda 774
11.2.3.1 Carbón térmico 774
11.2.3.2 Carbón metalúrgico 778
11.2.3.3 Carbón total 780
11.2.4 Evolución pronosticada de la demanda en el corto plazo 783
11.2.4.1 Carbón térmico 783
11.2.4.2 Carbón metalúrgico 788
11.2.4.3 Carbón total 790
11.2.5 Evolución pronosticada de la demanda en el largo plazo 793
11.3 Dimensionamiento y caracterización de la oferta 795
11.3.1 Características generales 795
11.3.2 Geología 796
11.3.3 Extracción y procesamiento 797

Contenido continuación

11.3.4 Comercialización (exportaciones e importaciones) 801
11.3.5 Evolución histórica de la oferta 805
11.3.5.1 Los Estados Unidos 808
11.3.5.2 China 808
11.3.5.3 Europa 808
11.3.5.4 Australia 809
11.3.5.5 India 809
11.3.5.6 Indonesia 809
11.3.5.7 Sudáfrica 810
11.3.5.8 Resto del mundo 810
11.3.6 Evolución pronosticada de la oferta en el corto plazo 810
11.3.6.1 Los Estados Unidos 812
11.3.6.2 China 812
11.3.6.3 Europa 813
11.3.6.4 Australia 813
11.3.6.5 India 813
11.3.6.6 Indonesia 814
11.3.6.7 Resto del mundo 814
11.3.7 Evolución pronosticada de la oferta en el largo plazo 814
11.4 Balance de oferta y demanda 816
11.4.1 Descripción de la estructura y mecanismos de precios 816
11.4.2 Balance histórico de mercado y series de precios históricos 817
11.4.2.1 Carbón térmico 817
11.4.2.2 Carbón metalúrgico 820
11.4.3 Balance pronosticado de mercado y proyecciones de precios en el corto plazo 823
11.4.4 Balance pronosticado de mercado y proyecciones de precios en el largo plazo 825
11.4.5 Márgenes y rentabilidad 828
11.5 Análisis competitivo de la industria en Colombia 830
11.5.1 Modelamiento de las cinco fuerzas de Porter y atractivo de la industria 830
11.5.2 Dotación de recursos de Colombia 831
11.5.2.1 Producción histórica de carbón en Colombia 831
11.5.2.2 Reservas y recursos 833
11.5.3 Principales competidores y posición competitiva de Colombia 834
11.5.3.1 Principales competidores 834
11.5.3.2 Ubicación y costos de transporte marítimo 834
Capítulo 12 – Mercado del Coltán (Niobio & Tantalio) 839
12.1 Resumen general del mercado 839

Contenido continuación

12.2 Estructura y caracterización de la demanda 843
12.2.1 Determinantes de la demanda de niobio 843
12.2.1.1 Demanda en base de usos finales de niobio 843
12.2.2 Evolución histórica de la demanda de niobio 845
12.2.3 Determinantes de la demanda de tantalio 846
12.2.3.1 Demanda en base de usos finales de tantalio 846
12.2.4 Evolución histórica de la demanda de tantalio 849
12.2.5 Principales consumidores de tantalio 850
12.3 Dimensionamiento y caracterización de la oferta 851
12.3.1 Características generales 851
12.3.2 Geología 851
12.3.3 Extracción y procesamiento 854
12.3.3.1 Rutas de procesamiento 854
12.3.3.2 La cadena de valor 857
12.3.3.3 Capital y gastos operacionales para los nuevos proyectos 858
12.3.4 Evolución histórica de la oferta 859
12.3.4.1 Oferta de ferroniobio 861
12.3.4.2 Oferta de materiales de tantalio y productos de especialidad 861
12.4 Balance de oferta y demanda 863
12.4.1 Descripción de la estructura y mecanismos de precios 863
12.4.2 Balance histórico de mercado y series de precios históricos 863
12.4.3 Balance pronosticado de mercado y proyecciones de precios en el largo plazo 867
12.4.3.1 Balance pronosticado de mercado y proyecciones de precios de tantalio en el largo plazo 870
12.4.3.2 Balance pronosticado de mercado y proyecciones de precios de tantalio en el niobio en el largo plazo 874
12.5 Análisis competitivo de la industria en Colombia 878
12.5.1 Modelamiento de las cinco fuerzas de Porter y atractivo de la industria 878
12.5.2 Dotación de recursos de Colombia y su posición competitiva 879
12.5.2.1 Producción histórica de coltán (tantalio y niobio) en Colombia 879
12.5.2.2 Reservas y recursos 879
12.5.2.3 Proyectos de coltán en Colombia 880
12.5.3 Principales competidores y posición competitiva de Colombia 881

ANEXO – Combustible a partir de carbón líquido 885
1. Introducción 885
2. Tecnología de carbón líquido y sus productos 886

Contenido continuación

3. Procesamiento 886
4. Consumo de carbón para producción de carbón líquido 887
5. Carbón líquido en Colombia 887

Lista de Tablas

Pág.

Resumen ejecutivo y conclusiones i

Tabla I: Lista de publicaciones especializadas producidas por CRU Analysis xxiii

Capítulo 1 – Introducción 1

Tabla 1.01: Lista de publicaciones producidas por CRU Analysis 7

Tabla 1.02: Glosario 21

Capítulo 2 – Temas transversales 23

Tabla 2.01: Volatilidad estimada sobre la base de los precios nominales anuales, 1976-2012 55

Tabla 2.02: Exportaciones colombianas hacia países con acuerdo vigente (2012) 75

Tabla 2.03: Licencias de exploración y licencias mineras por país 100

Tabla 2.04: Premisas generales del análisis de *Government Take* 120

Tabla 2.05: Resultados del análisis de *Government Take* 124

Capítulo 3 – Mercado del Cobre 141

Tabla 3.01: Proporciones de producción 144

Tabla 3.02: Demanda histórica de cobre por región, 2005 – 2012 (‘000t) 153

Tabla 3.03: Demanda histórica de cobre en Asia, 2005 – 2012 (‘000t) 154

Tabla 3.04: Demanda histórica de cobre en Europa, 2005 – 2012 (‘000t) 155

Tabla 3.05: Demanda histórica de cobre en América, 2005 – 2012 (‘000t) 156

Tabla 3.06: Demanda pronosticada por región, 2012 – 2017 (‘000t) 157

Tabla 3.07: Demanda pronosticada de cobre en Asia, 2012 – 2017 (‘000t) 159

Tabla 3.08: Demanda pronosticada de cobre en Europa, 2012 – 2017 (‘000t) 160

Tabla 3.09: Demanda pronosticada de cobre en América, 2012 – 2017 (‘000t) 161

Tabla 3.10: Demanda pronosticada de cobre por región en el largo plazo, 2018 - 2035 (‘000t) 165

Tabla 3.11: Clasificación de retrasos 177

Tabla 3.12: Comportamiento histórico del comercio de concentrado de cobre en Asia, 2007-2012 (‘000t) 180

Tabla 3.13: Importaciones de concentrado de cobre de China por país de origen, 2007-2012 (‘000t) 181

Tabla 3.14: Importaciones de concentrado de cobre de Japón por país de origen, 2007-2012 (‘000t) 181

Tabla 3.15: Importaciones de concentrado de cobre de Asia por país de origen, 2007-2012 (‘000t) 182

Tabla 3.16: Comportamiento histórico del comercio de concentrado de cobre en la Unión Europea, 2007-2012 (‘000t) 183

Tabla 3.17: Importaciones de concentrado de cobre de España por país de origen, 2007-2012 (‘000t) 184

Lista de Tablas continuación

Tabla 3.18: Importaciones de concentrado de cobre de Alemania por país de origen, 2007-2012 ('000t) 184
Tabla 3.19: Importaciones de concentrados de la Unión Europea por país de origen, 2007-2012 ('000t) 185
Tabla 3.20: Comportamiento histórico del comercio de concentrado de cobre en las Américas, 2007-2012 ('000t) 186
Tabla 3.21: Importaciones de concentrado de cobre de Chile por país de origen, 2007-2012 ('000t) 187
Tabla 3.22: Importaciones de concentrado de cobre de Brasil por país de origen, 2007-2012 ('000t) 187
Tabla 3.23: Importaciones de concentrado de cobre de México por país de origen, 2007-2012 ('000t) 188
Tabla 3.24: Importaciones de concentrado de cobre de las Américas por país de origen, 2007-2012 ('000t) 188
Tabla 3.25: Comportamiento histórico del comercio de cobre refinado en Asia, 2007-2012 ('000t) 189
Tabla 3.26: Importaciones de cobre refinado de China por país de origen, 2007-2012 ('000t) 190
Tabla 3.27: Importaciones de cobre refinado de Taiwán por país de origen, 2007-2012 ('000t) 190
Tabla 3.28: Importaciones de cobre refinado de Asia por país de origen, 2007-2012 ('000t) 191
Tabla 3.29: Comportamiento histórico del comercio de cobre refinado en la Unión Europea, 2007-2012 ('000t) 192
Tabla 3.30: Importaciones de cobre refinado de Alemania por país de origen, 2007-2012 ('000t) 193
Tabla 3.31: Importaciones de cobre refinado de Italia por país de origen, 2007-2012 ('000t) 193
Tabla 3.32: Importaciones de cobre refinado de Holanda por país de origen, 2007-2012 ('000t) 194
Tabla 3.33: Importaciones de cobre refinado de Europa por país de origen, 2007-2012 ('000t) 194
Tabla 3.34: Comportamiento histórico del comercio de cobre refinado en las Américas, 2007-2012 ('000t) 195
Tabla 3.35: Importaciones de cobre refinado de EEUU por país de origen, 2007-2012 ('000t) 196
Tabla 3.36: Importaciones de cobre refinado de Brasil por país de origen, 2007-2012 ('000t) 196

Lista de Tablas continuación

Tabla 3.37: Importaciones de cobre refinado de las Américas por país de origen, 2007-2012 (‘000t) 196
Tabla 3.38: Oferta histórica de cobre proveniente de mina por región, 2005 - 2012 (‘000t) 200
Tabla 3.39: Participación histórica de las 10 mayores mineras, 2007-2012 (‘000t de cobre en concentrado y cátodos) 202
Tabla 3.40: Oferta de cobre proveniente de mina por región, 2012 – 2017 (‘000t) 205
Tabla 3.41: Oferta pronosticada de operaciones existentes en Asia, 2012-2017 (‘000t) 206
Tabla 3.42: Asia, los 5 proyectos más grandes en el corto plazo, 2013-2017 207
Tabla 3.43: Oferta pronosticada de operaciones existentes en Europa, 2012-2017 (‘000t) 207
Tabla 3.44: Europa, los 5 proyectos más grandes en el corto plazo 208
Tabla 3.45: Oferta pronosticada de operaciones existentes en las Américas, 2012-2017 (‘000t) 208
Tabla 3.46: Las Américas, los 5 proyectos más grandes en el corto plazo 209
Tabla 3.47: Brecha de la oferta pronosticada en 2032 (‘000t) 211
Tabla 3.48: Balance histórico del mercado del cobre, 2005-2012 218
Tabla 3.49: Balance pronosticado del mercado del cobre, 2012-2017 220
Tabla 3.50: Pronostico del precio del cobre en el largo plazo, 2017-2032 223
Tabla 3.51: Modelo de las cinco fuerzas de Porter 225
Tabla 3.52: Producción histórica de cobre en países más relevantes de Sudamérica, 2005-2012 (‘000t) 230
Tabla 3.53: Mayores productores de cobre del mundo, 2012 (‘000t) 232
Tabla 3.54: Ventajas y desventajas competitivas de Colombia 233
Capítulo 4 – Mercado del Oro 235
Tabla 4.01: Demanda de oro para fabricación por región, 2005-2012 (toneladas) 242
Tabla 4.02 Demanda histórica de oro para fabricación en Asia, 2005-2012 (toneladas) 243
Tabla 4.03: Demanda histórica de oro para fabricación por uso final en países más relevantes de Asia, 2005-2012 (toneladas) 244
Tabla 4.04: Demanda histórica de oro para fabricación en Europa, 2005-2012 (toneladas) 245
Tabla 4.05: Demanda histórica de oro para fabricación por uso final en regiones más relevantes de Europa, 2005-2012 (toneladas) 245
Tabla 4.06: Demanda histórica de oro para fabricación en América, 2005-2012 (toneladas) 246
Tabla 4.07: Demanda histórica de oro para fabricación por uso final en regiones más relevantes de América, 2005-2012 (toneladas) 246

Tabla 4.08: Demanda pronosticada de oro para fabricación por uso final en países más relevantes de Asia, 2012-2017 (toneladas) 249

Lista de Tablas continuación

Tabla 4.09: Demanda pronosticada de oro para fabricación por uso final en regiones relevantes de Europa, 2012-2017 (toneladas) 250
Tabla 4.10: Demanda pronosticada de oro para fabricación por uso final en regiones relevantes de América, 2012-2017 (toneladas) 251
Tabla 4.11: Demanda pronosticada de oro para fabricación por uso final en el largo plazo, 2018-2032 (toneladas) 253
Tabla 4.12: Comportamiento histórico del comercio de oro en Asia (toneladas) 261
Tabla 4.13: Importaciones de oro de cuatro principales países importadores de Asia, por país de origen (toneladas) 261
Tabla 4.14: Importaciones de oro de Hong Kong por país de origen, 2007-2012 (toneladas) 262
Tabla 4.15: Importaciones de oro de India por país de origen, 2007-2012 (toneladas) 262
Tabla 4.16: Importaciones de oro de Tailandia por país de origen, 2007-2012 (toneladas) 263
Tabla 4.17: Importaciones de oro de Turquía por país de origen, 2007-2012 (toneladas) 263
Tabla 4.18: Comportamiento histórico del comercio de oro en la Unión Europea (toneladas) 265
Tabla 4.19: Importaciones de oro de la Unión Europea por país de origen, 2007-2012 (toneladas) 265
Tabla 4.20: Comportamiento histórico del comercio de oro en las Américas (toneladas)266
Tabla 4.21: Importaciones de oro de Canadá por país de origen, 2007-2012 (toneladas) 267
Tabla 4.22: Importaciones de oro de EE.UU. por país de origen, 2007-2012 (toneladas) 267
Tabla 4.23: Oferta histórica de oro proveniente de mina por región, 2005-2012 (toneladas) 273
Tabla 4.24: Oferta pronosticada de oro proveniente de mina por región, 2012-2017 (toneladas) 276
Tabla 4.25: Oferta pronosticada de oro en el largo plazo, 2018-2032 (toneladas) 278
Tabla 4.26: Balance histórico de mercado del oro, 2005-2012 283
Tabla 4.27: Balance pronosticado de mercado del oro, 2012-2017 285
Tabla 4.28: Pronóstico de precio del oro en el largo plazo, 2017-2032 289
Tabla 4.29: Modelo de las cinco fuerzas de Porter 292
Tabla 4.30: Depósitos colombianos con más de 1 millón de onzas de oro en recursos declarados 295
Tabla 4.31: Principales proyectos de oro en América Latina 298

Tabla 4.32: Principales proyectos de oro a nivel mundial 301
Tabla 4.33: Ventajas y desventajas competitivas de Colombia 302

Lista de Tablas continuación

Capítulo 5 – Mercado del Platino 303
Tabla 5.01: Demanda histórica de platino por uso final en regiones más relevantes de Asia, 2005-2012 (Koz) 318
Tabla 5.02: Demanda histórica de platino por uso final en regiones más relevantes de Europa, 2005-2012 (Koz) 321
Tabla 5.03: Demanda histórica de platino por uso final en regiones más relevantes de América, 2005-2012 (Koz) 323
Tabla 5.04: Demanda pronosticada de platino para fabricación por uso final, 2012-2017 (Koz) 324
Tabla 5.05: Demanda pronosticada de platino para fabricación por usos finales y países más relevantes de Asia, 2012-2017 (Koz) 326
Tabla 5.06: Demanda pronosticada de platino para fabricación por usos finales y regiones más relevantes de Europa, 2012-2017 (Koz) 327
Tabla 5.07: Demanda pronosticada de platino para fabricación por usos finales y regiones más relevantes de América, 2012-2017 (Koz) 328
Tabla 5.08: Demanda pronosticada de platino por uso final, 2018-2032 (Koz) 330
Tabla 5.09: Comportamiento histórico del mercado de platino en Asia (Koz) 336
Tabla 5.10: Importaciones de platino de Asia por país de origen (Koz) 337
Tabla 5.11: Importaciones de platino de China por país de origen, 2007-2012 (Koz) 338
Tabla 5.12: Importaciones de platino de Japón por país de origen, 2007-2012 (Koz) 338
Tabla 5.13: Importaciones de platino de Tailandia por país de origen, 2007-2012 (Koz) 339
Tabla 5.14: Importaciones de platino de Hong Kong por país de origen, 2007-2012 (Koz) 339
Tabla 5.15: Comportamiento histórico del mercado de platino en la Unión Europea (Koz) 340
Tabla 5.16: Importaciones de platino de la Unión Europea por país de origen, 2007-2012 (Koz) 341
Tabla 5.17: Comportamiento histórico del mercado de platino en las Américas (Koz) 341
Tabla 5.18: Importaciones de platino de Estados Unidos por país de origen, 2007-2012 (Koz) 342
Tabla 5.19: Oferta histórica de platino proveniente de mina por región, 2005-2012 (Koz) 351
Tabla 5.20: Oferta pronosticada de platino proveniente de mina por región, 2012-2017 (Koz) 355
Tabla 5.21: Oferta pronosticada de platino en el largo plazo, 2018-2032 (Koz) 357
Tabla 5.22: Balance histórico de mercado del platino, 2005-2012 360
Tabla 5.23: Balance pronosticado de mercado del oro, 2012-2017 363

Tabla 5.24: Balance y precio pronosticado del platino en el largo plazo 364
Tabla 5.25: Modelo de las cinco fuerzas de Porter 366

Lista de Tablas continuación

Tabla 5.26: Reservas mundiales de MGP (Koz) 369
Tabla 5.27: Ventajas y desventajas competitivas de Colombia 370
Capítulo 6 – Mercado de la Roca Fosfórica 373
Tabla 6.01: Demanda de roca fosfórica por región, 2005-2012 (‘000 toneladas) 387
Tabla 6.02 Demanda histórica de roca fosfórica en Asia, 2005-2012 (‘000 toneladas) 388
Tabla 6.03: Demanda histórica de roca fosfórica en Europa y ex-Unión Soviética, 2005-2012 (‘000 toneladas) 390
Tabla 6.04: Demanda histórica de roca fosfórica en América, 2005-2012 (‘000 toneladas) 392
Tabla 6.05: Demanda pronosticada de roca fosfórica en Asia, 2012-2017 (‘000 toneladas) 396
Tabla 6.06: Producción pronosticada de ácido fosfórico WPA en Asia, 2012-2017 (‘000 toneladas P_2O_5) 396
Tabla 6.07: Demanda pronosticada de roca fosfórica en Europa y ex-Unión Soviética, 2012-2017 (‘000 toneladas) 397
Tabla 6.08: Producción pronosticada de ácido fosfórico WPA en Europa y ex-Unión Soviética, 2012-2017 (‘000 toneladas P_2O_5) 397
Tabla 6.09: Demanda pronosticada de roca fosfórica en América, 2012-2017 (‘000 toneladas) 399
Tabla 6.10: Producción pronosticada de ácido fosfórico WPA en América, 2012-2017 (‘000 toneladas P_2O_5) 399
Tabla 6.11: Demanda pronosticada de roca fosfórica por área de uso final en el largo plazo, 2018 - 2032 (millones de toneladas) 401
Tabla 6.12: Comportamiento histórico del comercio de roca fosfórica en Asia (‘000 toneladas) 411
Tabla 6.13: Importaciones de roca fosfórica de tres principales países importadores de Asia, por país de origen (‘000 toneladas) 412
Tabla 6.14: Importaciones de roca fosfórica de India por país de origen, 2007-2012 (‘000 toneladas) 412
Tabla 6.15: Importaciones de roca fosfórica de Indonesia por país de origen, 2007-2012 (‘000 toneladas) 413
Tabla 6.16: Importaciones de roca fosfórica de Malasia por país de origen, 2007-2012 (‘000 toneladas) 413
Tabla 6.17: Comportamiento histórico del comercio de roca fosfórica en la Unión Europea (‘000 toneladas) 415
Tabla 6.18: Importaciones de roca fosfórica de la Unión Europea por país de origen, 2007-2012 (‘000 toneladas) 416

Tabla 6.19: Comportamiento histórico del comercio de roca fosfórica en las Américas (‘000 toneladas) 417

Lista de Tablas continuación

Tabla 6.20: Importaciones de roca fosfórica de tres principales países importadores de América, por país de origen ('000 toneladas) 418
Tabla 6.21: Importaciones de roca fosfórica de EE.UU. por país de origen, 2007-2012 (‘000 toneladas) 418
Tabla 6.22: Importaciones de roca fosfórica de Brasil por país de origen, 2007-2012 (‘000 toneladas) 418
Tabla 6.23: Importaciones de roca fosfórica de México por país de origen, 2007-2012 (‘000 toneladas) 419
Tabla 6.24: Mayores compañías productoras de roca fosfórica, 2012 421
Tabla 6.25: Oferta histórica de roca fosfórica por región, 2005-2012 (‘000 toneladas) 428
Tabla 6.26: Oferta pronosticada de roca fosfórica por región, 2012-2017 (‘000 toneladas) 433
Tabla 6.27: Capacidad de producción pronosticada de roca fosfórica en el largo plazo, 2018-2032 (millones de toneladas) 438
Tabla 6.28: Balance histórico de mercado de roca fosfórica, 2005-2012 (‘000 toneladas) 441
Tabla 6.29: Balance pronosticado de mercado de roca fosfórica, 2012-2017 448
Tabla 6.30: Pronóstico de precio de roca fosfórica en el largo plazo, 2017-2032 451
Tabla 6.31: Márgenes para productores integrados y no integrados de DAP, 2011-2017 452
Tabla 6.32: Modelo de las cinco fuerzas de Porter 454
Tabla 6.33: La demanda, producción e importaciones de roca fosfórica de Colombia, 2005 – 2012 (‘000 toneladas) 458
Tabla 6.34: Recursos y reservas de la roca fosfórica en Colombia 459
Tabla 6.35: Producción histórica de la roca fosfórica en países más relevantes de Sudamérica, 2005-2012 (‘000 toneladas) 461
Tabla 6.36: Productores de roca fosfórica en el mundo, 2012 (‘000 toneladas) 463
Tabla 6.37: Ventajas y desventajas competitivas de Colombia 465
Capítulo 7 – Mercado del Potasio 469
Tabla 7.01: Entregas de KCl por región, 2005-2012 (‘000 toneladas) 478
Tabla 7.02: Entregas de KCl en Asia, 2005-2012 (‘000 toneladas) 481
Tabla 7.03: Entregas de KCl en Europa y la ex-Unión Soviética, 2005-2012 (‘000 toneladas) 483
Tabla 7.04: Entregas de KCl en América, 2005-2012 (‘000 toneladas) 487
Tabla 7.05: Entregas de KCl en Asia, 2012-2017 (‘000 toneladas) 492
Tabla 7.06: Entregas de KCl en Europa, 2012-2017 (‘000 toneladas) 493
Tabla 7.07: Entregas de KCl en América, 2012-2017 (‘000 toneladas) 495

Tabla 7.08: Demanda pronosticada de KCl por área de uso final en el largo plazo, 2018 - 2032 (millones de toneladas) 496

Lista de Tablas continuación

Tabla 7.09: Reservas de potasio (‘000 toneladas de K_2O equivalente) 499
Tabla 7.10: Comportamiento histórico del mercado de KCl en Asia (‘000 toneladas) 504
Tabla 7.11: Importaciones de China por país de origen, 2007-2012 (‘000 toneladas) 505
Tabla 7.12: Importaciones de India por país de origen, 2007-2012 (‘000 toneladas) 506
Tabla 7.13: Comportamiento histórico del mercado de KCl en la Unión Europea (‘000 toneladas) 506
Tabla 7.14: Importaciones de la Unión Europea por país de origen, 2007-2012 (‘000 toneladas) 508
Tabla 7.15: Comportamiento histórico del mercado de KCl en las Américas y el Caribe (‘000 toneladas) 508
Tabla 7.16: Importaciones de Estados Unidos por país de origen, 2007-2012 (‘000 toneladas) 509
Tabla 7.17: Importaciones de Brasil por país de origen, 2007-2012 (‘000 toneladas) 510
Tabla 7.18: Producción y capacidad histórica de KCl en Asia, 2005-2012 (‘000 toneladas) 513
Tabla 7.19: Producción y capacidad histórica de KCl en Europa, 2005-2012 (‘000 toneladas) 514
Tabla 7.20: Producción y capacidad histórica de KCl en las Américas y el Caribe, 2005-2012 (‘000 toneladas) 515
Tabla 7.21: Capacidad pronosticada de Asia, 2012-2017 (‘000 toneladas) 518
Tabla 7.22: Capacidad pronosticada de Europa, 2012-2017 (‘000 toneladas) 520
Tabla 7.23: Capacidad pronosticada de las Américas y el Caribe, 2012-2017 (‘000 toneladas) 522
Tabla 7.24: Balance histórico de mercado del KCl, 2005-2012 (‘000 toneladas) 527
Tabla 7.25: Balance pronosticado de mercado del KCl, 2012-2017 (‘000 toneladas) 532
Tabla 7.26: Modelo de las cinco fuerzas de Porter 537
Tabla 7.27: Importaciones de Colombia por país de origen, 2007-2011 (‘000 toneladas) 541
Tabla 7.28: Ventajas y desventajas competitivas de Colombia 543
Capítulo 8 – Mercado del Uranio 545
Tabla 8.01: Proporciones de producción, 2012 (t de U3O8) 547
Tabla 8.02: Demanda histórica de uranio por región, 2005 – 2012 (toneladas de U) 559
Tabla 8.03: Demanda histórica de uranio en Asia, 2005 – 2012 (toneladas de U) 560
Tabla 8.04: Demanda histórica de uranio en Europa, 2005 – 2012 (toneladas de U) 562
Tabla 8.05: Demanda histórica de uranio en América, 2005 – 2012 (toneladas de U) 564
Tabla 8.06: Demanda pronosticada de uranio por región, 2012 – 2017 (toneladas de U) 566

Tabla 8.07: Demanda pronosticada de uranio en Asia, 2012 – 2017 (toneladas de U) 568

Lista de Tablas continuación

Tabla 8.08: Demanda pronosticada de uranio en Europa, 2012 – 2017 (toneladas de U) 569
Tabla 8.09: Demanda pronosticada de uranio en América, 2012 – 2017 (toneladas de U) 571
Tabla 8.10: Demanda pronosticada de uranio por región en el largo plazo, 2018 - 2035 (toneladas de U) 573
Tabla 8.11: Clasificación de recursos: NEA/IAEA comparado con JORC 580
Tabla 8.12: Recursos razonablemente asegurados e inferidos de uranio por costo de producción, 2011 (‘000t de U) 581
Tabla 8.13: Recursos conocidos de uranio por país, 2011 (‘000t de U) 581
Tabla 8.14: Producción de uranio por método, 2012 (t de U) 587
Tabla 8.15: Oferta histórica de uranio proveniente de mina por región, 2005 - 2012 (t de U_3O_8) 595
Tabla 8.16: Oferta de uranio proveniente de mina por región, 2012 – 2017 (t de U_3O_8) 598
Tabla 8.17: Oferta de uranio proveniente de mina por región, 2018 – 2032, (t de U_3O_8) 603
Tabla 8.18: Balance histórico del mercado del uranio, 2005-2012 (t de U_3O_8) 608
Tabla 8.19: Balance pronosticado del mercado del uranio, 2012-2017 (t de U_3O_8) 610
Tabla 8.20: Balance pronosticado del mercado del uranio, 2018-2018 (t de U_3O_8) 612
Tabla 8.21: Modelo de las cinco fuerzas de Porter 614
Tabla 8.22: La dotación de recursos de uranio de Brasil, 2011 (t de U) 620
Tabla 8.23: La dotación de recursos de uranio de Argentina, 2011 (t de U) 622
Tabla 8.24: Mayor productores del uranio del mundo, 2012 (t de U3O8) 624
Tabla 8.25: Ventajas y desventajas competitivas de Colombia 626
Capítulo 9 – Mercado del mineral de hierro 629
Tabla 9.01: Demanda de hierro por región, 2005-2012 (millones de toneladas) 641
Tabla 9.02: Demanda histórica de hierro en Asia, 2005-2012 (millones de toneladas) 643
Tabla 9.03: Demanda histórica de hierro en Europa, 2005-2012 (millones de toneladas) 645
Tabla 9.04: Demanda histórica de hierro en las Américas, 2005-2012 (millones de toneladas) 647
Tabla 9.05: Demanda pronosticada de hierro por región, 2012-2017 649
Tabla 9.06: Demanda pronosticada de hierro en Asia, 2012-2017 (millones de toneladas) 651
Tabla 9.07: Demanda pronosticada de hierro en Europa, 2012-2017 (millones de toneladas) 653
Tabla 9.08: Demanda pronosticada de hierro en las Américas, 2012-2017 (millones de toneladas) 655

Tabla 9.09: Tasa de Crecimiento Anual Compuesta por periodos de cinco años, 2012-2032 656

Lista de Tablas continuación

Tabla 9.10: Reservas mundiales de mineral de hierro (millones de toneladas) 660
Tabla 9.11: Comportamiento histórico del mercado de mineral de hierro en Asia (millones de toneladas) 666
Tabla 9.12: Importaciones de mineral de hierro de China por país de origen, 2007-2012 (millones de toneladas) 668
Tabla 9.13: Importaciones de mineral de hierro de Japón por país de origen, 2007-2012 (millones de toneladas) 668
Tabla 9.14: Importaciones de mineral de hierro de Corea del Sur por país de origen, 2007-2012 (millones de toneladas) 669
Tabla 9.15: Importaciones de mineral de hierro de Taiwán por país de origen, 2007-2012 (millones de toneladas) 669
Tabla 9.16: Comportamiento histórico del mercado de mineral de hierro en la Unión Europea (millones de toneladas) 670
Tabla 9.17: Importaciones de mineral de hierro de la Unión Europea por país de origen, 2007-2012 (millones de toneladas) 671
Tabla 9.18: Comportamiento histórico del mercado de mineral de hierro en las Américas (millones de toneladas) 671
Tabla 9.19: Oferta histórica de mineral de hierro, 2005-2012 (millones de toneladas) 675
Tabla 9.20: Oferta histórica de mineral de hierro en Asia, 2005-2012 (millones de toneladas) 676
Tabla 9.21: Oferta histórica de mineral de hierro en Europa, 2005-2012 (millones de toneladas) 677
Tabla 9.22: Oferta histórica de hierro en las Américas, 2005-2012 (millones de toneladas) 678
Tabla 9.23: Oferta pronosticada de mineral de hierro, 2012-2017 (millones de toneladas) 682
Tabla 9.24: Oferta pronosticada de mineral de hierro en Asia, 2012-2017 (millones de toneladas) 683
Tabla 9.25: Oferta pronosticada de mineral de hierro en Europa, 2012-2017 (millones de toneladas) 684
Tabla 9.26: Oferta pronosticada de hierro en las Américas, 2012-2017 (millones de toneladas) 686
Tabla 9.27: Precios nominales históricos de mineral de hierro, 2005-2012 (US$/ton, c/utms) 690
Tabla 9.28: Precios nominales pronosticados de mineral de hierro, 2012-2017 (US$/ton, c/utms) 692

Tabla 9.29: Precio pronosticado de mineral de hierro en el largo plazo, 2012-2032 (US$/ton) 693
Tabla 9.30: Modelo de las cinco fuerzas de Porter 697

Lista de Tablas continuación

Tabla 9.31: Ventajas y desventajas competitivas de Colombia 701
Capítulo 10 – Mercado de Magnesio 703
Tabla 10.01: Demanda de magnesia por tipo y región, 2005-2012 (‘000 toneladas) 712
Tabla 10.02 Demanda histórica de magnesia en Asia, 2005-2012 (‘000 toneladas) 713
Tabla 10.03: Demanda histórica de magnesia en Europa y ex-Unión Soviética, 2005-2012 (‘000 toneladas) 714
Tabla 10.04: Demanda histórica de magnesia en América, 2005-2012 (‘000 toneladas)715
Tabla 10.05: Demanda pronosticada de magnesia en Asia, 2012-2017 (‘000 toneladas) 716
Tabla 10.06: Demanda pronosticada de magnesia en Europa y ex-Unión Soviética, 2012-2017 (‘000 toneladas) 717
Tabla 10.07: Demanda pronosticada de magnesia en América, 2012-2017 (‘000 toneladas) 718
Tabla 10.08: Demanda pronosticada de magnesia por tipo de producto y región en el largo plazo, 2018 - 2032 (millones de toneladas) 719
Tabla 10.09: Oferta histórica de magnesita por región, 2005-2012 ('000 toneladas) 732
Tabla 10.10: Oferta histórica de magnesia (MgO) por región, 2005-2012 ('000 toneladas) 734
Tabla 10.11: Capacidad de producción de magnesia en China por productor, 2012 (‘000 toneladas) 739
Tabla 10.12: Capacidad mundial de producción pronosticada de magnesia, 2012-2017 (‘000 toneladas) 742
Tabla 10.13: Balance histórico de mercado de magnesia y precios históricos de productos de magnesia, 2005-2012 (‘000 toneladas) 749
Tabla 10.14: Balance pronosticado de mercado de magnesia y precios históricos de productos de magnesia, 2005-2012 (‘000 toneladas) 750
Tabla 10.15: Pronóstico de precio de productos de magnesia en el largo plazo, 2017-2032 753
Tabla 10.16: Modelo de las cinco fuerzas de Porter 755
Tabla 10.17: Ventajas y desventajas competitivas de Colombia 762
Capítulo 11 – Carbón 765
Tabla 11.01: Clasificación del carbón 768
Tabla 11.02: Variación del *netback* de la mina según el valor térmico de su producción769
Tabla 11.03: Valores térmicos típicos de carbón seleccionado 770
Tabla 11.04: Consumo global de electricidad, 2005-2012 (Twh) 775
Tabla 11.05: Generación histórica de energía por fuente 775

Tabla 11.06: Generación de energía eléctrica a carbón por región, 2005-2012 (Twh) 777
Tabla 11.07: Consumo histórico global de carbón térmico, 2005-2012 (millones de toneladas) 778

Lista de Tablas continuación

Tabla 11.08: Producción mundial de arrabio, 2005-2012 (millones de toneladas) 779
Tabla 11.09: Consumo histórico global de carbón metalúrgico, 2005-2012 (millones de toneladas) 780
Tabla 11.10: Consumo total de carbón, 2005-2012 (millones de toneladas) 782
Tabla 11.11: Consumo global de electricidad pronosticado, 2012 - 2017 (Twh) 783
Tabla 11.12: Generación pronosticada de energía por fuente en el corto plazo 786
Tabla 11.13: Pronóstico de generación de energía eléctrica a carbón por región, 2012-2017 (Twh) 787
Tabla 11.14: Pronóstico de consumo global de carbón térmico, 2012-2017 (millones de toneladas) 788
Tabla 11.15: Pronóstico de producción mundial de arrabio, 2012-2017 (millones de toneladas) 789
Tabla 11.16: Pronóstico de consumo global de carbón metalúrgico, 2012-2017 (millones de toneladas) 790
Tabla 11.17: Pronóstico de consumo mundial según tipo de carbón, 2012-2017 (millones de toneladas) 791
Tabla 11.18: Pronóstico de consumo total de carbón, 2012-2017 (millones de toneladas) 793
Tabla 11.19: Reservas probadas mundiales de carbón (millones de toneladas) 797
Tabla 11.20: Producción mundial de carbón, 2005-2012 (millones de toneladas) 807
Tabla 11.21: Producción mundial pronosticada de carbón, 2012-2017 (millones de toneladas) 811
Tabla 11.22: Producción de carbón pronosticada en la largo plazo (millones de toneladas) 815
Tabla 11.23: Precios nominales históricos de carbón, 2005-2012 (US$/ton) 823
Tabla 11.24: Precios nominales pronosticados de carbón, 2012-2017 (US$/ton) 824
Tabla 11.25: Precio pronosticado de carbón térmico en el largo plazo, 2012-2032 (US$/ton) 828
Tabla 11.26: Precio pronosticado de carbón metalúrgico en el largo plazo, 2012-2032 (US$/ton) 828
Tabla 11.27: Modelo de las cinco fuerzas de Porter 830
Tabla 11.28: Reservas probadas de carbón en América (millones de toneladas) 833
Tabla 11.29: Distancia marítima (millas náuticas) 835
Tabla 11.30: Ventajas y desventajas competitivas de Colombia 836
Capítulo 12 – Mercado del Coltán (Niobio & Tantalio) 839
Tabla 12.01: Las importaciones de ferro-niobio por país, 2007-2012 (toneladas) 846

Tabla 12.02: Los usos finales de Tantalio, 2004 y 2010 847
Tabla 12.03: Demanda de tantalio por uso final, 2005-2012 (toneladas) 849

Lista de Tablas continuación

Tabla 12.04: Importaciones de polvo de tantalio y productos metalúrgicos, 2007-2012, (toneladas) 850
Tabla 12.05: Reservas y recursos de Niobio y Tantalio (toneladas) 853
Tabla 12.06: Producción de tantalio y niobio, 2005-2012 (toneladas de mineral) 860
Tabla 12.07: Exportaciones de ferroniobio, 2007-2012 (toneladas) 861
Tabla 12.08: Oferta de tantalio, 2005 – 2012 (toneladas) 862
Tabla 12.09: Balance histórico del mercado de niobio, 2005-2012 (toneladas) 864
Tabla 12.10: Balance histórico del mercado del tantalio, 2005-2012 (toneladas) 866
Tabla 12.11: Costos de producción indicativos en el largo plazo 2023 (valores nominales USD$) 869
Tabla 12.12: Balance pronosticado del mercado de tantalita en el largo plazo (toneladas) 872
Tabla 12.13: Estimado costo marginal a largo plazo de Ta_2O_5 (toneladas) 874
Tabla 12.14: Balance pronosticado del mercado de ferroniobio en el largo plazo (toneladas) 875
Tabla 12.15: Estimado costo marginal a largo plazo de Nb_2O_5 ($USD/lb) 877
Tabla 12.16: Modelo de las cinco fuerzas de Porter 878
Tabla 12.17: Ventajas y desventajas competitivas de Colombia 882

Lista de Figuras

Pág.

Resumen ejecutivo y conclusiones i
Figura I: Competitividad de la industria minera i
Figura II: Matriz de atractivo xx

Capítulo 1 – Introducción 1
Figura 1.01: Resultado esperado del estudio 5
Figura 1.02: Concepto de curva “S” 11
Figura 1.03: Modelo de las cinco fuerzas competitivas de Porter 14
Figura 1.04: Otros determinantes del atractivo de una industria 15
Figura 1.05: Posición competitiva de Colombia 17
Figura 1.06: Evolución esperada del PIB mundial, 2013-2017 19
Figura 1.07: Evolución esperada del PIB mundial, 2013-2032 20
Capítulo 2 – Temas transversales 23
Figura 2.01: Ingresos de la producción minera como % del PIB y exportaciones de minerales como % de exportaciones totales 25
Figura 2.02: Puntaje histórico de Colombia comparado con el de los países que tienen la mayor contribución de la minería al PIB 26
Figura 2.03: El puntaje de Colombia: Policy Potential Index 27
Figura 2.04: Distribución de precios del platino, 1976-2012 57
Figura 2.05: Distribución de precios del cobre, 1976-2012 58
Figura 2.06: Distribución de precios del mineral de hierro, 1976-2012 59
Figura 2.07: Los precios tienen una relación no-lineal con los inventarios 60
Figura 2.08: Distribución de precios del cloruro de potasio, 1983-2012 63
Figura 2.09: Precio real de los *commodities*, 1975-2012 65
Figura 2.10: Países que presentan los acuerdos comerciales con Colombia 72
Figura 2.11: La demanda de las concesiones con buenos prospectos puede atraer una prima 86
Figura 2.12: Las concesiones con costo fijo pueden ser representadas como una curva de oferta 87
Figura 2.13: Un sistema de concesiones con un costo fijo bajo… 88
Figura 2.14: Un sistema de concesiones on un costo fijo alto… 89
Figura 2.15: Gastos mundiales en exploración 91
Figura 2.16: Los gastos de exploración están estrechamente relacionados con los precios de los *commodities* 92
Figura 2.17: Gastos de exploración mundiales pronosticadas 93
Figura 2.18: Los gastos de exploración mundiales 95
Figura 2.19: Midiendo el “tax take” de los Gobiernos 109
Figura 2.20: Métrica del Government Take 111

Lista de Figuras continuación

Figura 2.21: Midiendo el “government take” – Consideraciones adicionales 113
Figura 2.22: Tasa Efectiva de Tributación 126
Figura 2.23: Tasa Efectiva de Beneficio 127
Figura 2.24: Análisis de sensibilidad 128
Figura 2.25: La actividad minera en Brasil ha ido incrementando su proporción del PIB en la última década 131
Figura 2.26: La actividad minera en Chile ha ido reduciendo su proporción del PIB en la última década 132
Figura 2.27: La actividad minera en Perú ha ido reduciendo su proporción del PIB en los últimos años 133
Figura 2.28: La actividad minera en México es relevante, alcanzando en promedio un 6,8% del PIB total en el período 2000-2012 134
Figura 2.29: La actividad minera en Colombia es baja con respecto al PIB y no ha mostrado crecimiento 136
Figura 2.30: La actividad minera en Colombia presenta una oportunidad de crecimiento relevante 137
Figura 2.31: Proyección de renta minera 138
Capítulo 3 – Mercado del Cobre 141
Figura 3.01: La producción minera y la producción refinada no son iguales en la mayoría de países 145
Figura 3.02: Composición de la demanda de cobre para fabricación por uso final y principales consumidores en 2012 146
Figura 3.03: Principales consumidores de cobre, 2012. 148
Figura 3.04: La intensidad de uso varía según la etapa de desarrollo de un país 149
Figura 3.05: El ciclo de desarrollo: los aumentos en el consumo de cobre procederá de China, América Central y del Sur y la India 150
Figura 3.06: ¿2012 fue la punta máxima del ratio de precios de cobre/aluminio? 152
Figura 3.07: China y Asia experimentarán el mayor crecimiento de consumo en el corto plazo, en términos de volumen 158
Figura 3.08: Intensidad de uso en el largo plazo (kg cobre/cápita) 164
Figura 3.09: Mientras la economía china madura, el crecimiento acelerado del consumo se acaba 166
Figura 3.10: Los dos principales métodos de procesamiento de cobre 170
Figura 3.11: Cadena de valor para el cobre 173
Figura 3.12: Un resumen de la producción mundial de cobre de 2012 mediante las principales etapas de producción (cobre contenido) 174
Figura 3.13: División de ingresos entre minas y fundiciones 175
Figura 3.14: Proyectos chilenos y peruanos: muchas veces las estimaciones del costo de capital son demasiado bajas 176

Lista de Figuras continuación

Figura 3.15: Oposición de la comunidad y conflictos laborales provocan la mayor parte de los retrasos 178
Figura 3.16: China y Japón compusieron un 76% de las importaciones asiáticas de concentrado en 2012 (13 millones de toneladas) 180
Figura 3.17: España y Alemania son los principales importadores europeos de concentrado de cobre (datos de 2012) 183
Figura 3.18: Las Américas no importan cantidades grandes de concentrado, ya que la región tiene una producción alta del mismo (datos 2012) 186
Figura 3.19: China es por lejos el mayor importador asiático de cobre refinado (datos de 2012) 189
Figura 3.20: Italia y Alemania son los mayores importadores europeos de cobre refinado: la mayor parte proviene de Sudamérica y Rusia (datos de 2012) 192
Figura 3.21: EEUU y Brasil son los mayores importadores de cobre refinado de Las Américas: la mayor parte proviene de Chile (datos 2012) 195
Figura 3.22: Las leyes se han estabilizado después de un período de descenso 198
Figura 3.23: Las fuentes de producción en el corto plazo, 2013-2017 204
Figura 3.24: Las materias secundarias jugarán un papel más importante en el largo plazo 210
Figura 3.25: EEUU verá la mayor caída de producción de las operaciones existentes 212
Figura 3.26: América Central y del Sur proporciona casi la mitad de la producción potencial de proyectos en el largo plazo 213
Figura 3.27: América Central y del Sur tiene varios de los 20 proyectos más grandes 214
Figura 3.28: Precio histórico del cobre del LME comparado con el balance del mercado, 2005-2012 217
Figura 3.29: Precio del cobre del LME en el corto plazo comparado con el balance del mercado, 2012-2017 219
Figura 3.30: Precio pronosticado del cobre comparado con el LMRC, 2005-2032 222
Figura 3.31: Producción colombiana de cobre (mina El Roble), 1990-2012 226
Figura 3.32: La geología de Colombia: recursos estimados de cobre 227
Figura 3.33: Áreas para la exploración de cobre 228
Figura 3.34: Los mayores productores de cobre (2012, millones de toneladas) 231
Capítulo 4 – Mercado del Oro 235
Figura 4.01: Composición de la demanda de oro para fabricación por uso final y principales consumidores 237
Figura 4.02: Demanda total de oro y demanda para joyas, 2005-2017 248
Figura 4.03: Demanda pronosticada de oro para fabricación por usos principales, 2018-2032 252
Figura 4.04: Demanda pronosticada de oro para fabricación de joyas por países más relevantes, 2018-2032 254

Lista de Figuras continuación

Figura 4.05: Proceso de producción del oro 257
Figura 4.06: Cadena de valor para el oro 258
Figura 4.07: Importaciones de oro de países más relevantes de Asia en 2012 260
Figura 4.08: Importaciones de oro de la Unión Europea en 2012 264
Figura 4.09: Importaciones de oro de países más relevantes de América en 2012 266
Figura 4.10: Fuentes de oferta de oro y principales productores primarios en 2012 270
Figura 4.11: Oferta total de oro y contribución del sector oficial, 2005-2012 271
Figura 4.12: Oferta pronosticada de oro en el largo plazo, 2018-2032 277
Figura 4.13: Precio histórico del oro en US$/oz, 1990-2012 280
Figura 4.14: Reservas de oro en sector oficial en 2011 282
Figura 4.15: Pronóstico de precio del oro en el largo plazo, 2017-2032 288
Figura 4.16: Curva de oferta del oro en 2011 290
Figura 4.17: Producción histórica de oro en Colombia por departamento, 2000-2012 293
Figura 4.18: Depósitos con mayores recursos de Colombia 295
Figura 4.19: Producción histórica de oro en países más relevantes sudamericanos, 2005-2012 296
Figura 4.20: Veinte minas y depósitos con mayores recursos de oro de América Latina, 2012 297
Figura 4.21: Minas y depósitos con mayores recursos de oro del mundo, 2012 300
Capítulo 5 – Mercado del Platino 303
Figura 5.01: Composición de la demanda de platino para fabricación por uso final y principales consumidores en 2012 305
Figura 5.02: Demanda de platino para joyas y su relación con el precio del platino, 1990-2012 308
Figura 5.03: Ciclo de desarrollo: consumo de platino y PIB cada 1.000 habitantes en países con mayor consumo de platino en 2012 312
Figura 5.04: Demanda histórica de platino para fabricación, 2005-2012 314
Figura 5.05: Producción de autos y onzas de platino utilizadas por convertidor catalítico en Japón, 2005-2012 315
Figura 5.06: Producción de autos y onzas de platino utilizadas por convertidor catalítico en Europa Occidental, 2005-2012 320
Figura 5.07: Producción de autos y onzas de platino utilizadas por convertidor catalítica en América del Norte, 2005-2012 322
Figura 5.08: Demanda pronosticada de platino para fabricación, 2005-2017 324
Figura 5.09: Demanda pronosticada de platino para fabricación en el largo plazo, 2018-2032 329
Figura 5.10: Proceso de producción del platino 333
Figura 5.11: Cadena de valor para el platino 334
Figura 5.12: Cadena de valor está integrada 335

Lista de Figuras continuación

Figura 5.13: Importaciones de platino de países más relevantes de Asia en 2012 337
Figura 5.14: Importaciones de oro de la Unión Europea en 2012 340
Figura 5.15: Importaciones de platino de países más relevantes de América en 2012 342
Figura 5.16: Composición de la oferta histórica de platino, 2005-2012 343
Figura 5.17: Oferta histórica de platino a partir de minería 2005-2012 345
Figura 5.18: Oferta de platino proveniente de minería en 2012 347
Figura 5.19: Oferta histórica de platino a partir de reciclaje de chatarra, 2005-2012 348
Figura 5.20: Oferta pronosticada de platino a partir de minería, 2005-2017 352
Figura 5.21: Oferta pronosticada de platino a partir de reciclaje de chatarra, 2005-2017353
Figura 5.22: Oferta pronosticada de platino en el largo plazo, 2018-2032 356
Figura 5.23: Producción de platino en Colombia por departamento, 1990-2012 368
Capítulo 6 – Mercado de la Roca Fosfórica 373
Figura 6.01: Composición general de la demanda de roca fosfórica por uso aguas abajo 376
Figura 6.02: Composición regional de la demanda de roca fosfórica y P_2O_5 por principales consumidores 378
Figura 6.03: Consumo de alimentación per cápita según PIB per cápita (por país) 385
Figura 6.04: Demanda histórica de roca fosfórica y producción de ácido fosfórico WPA en Asia, 2005 – 2012 389
Figura 6.05: Demanda histórica de roca fosfórica y producción de ácido fosfórico WPA en Europa y ex-Unión Soviética, 2005 – 2012 391
Figura 6.06: Demanda histórica de roca fosfórica y producción de ácido fosfórico WPA en América, 2005 – 2012 393
Figura 6.07: Proceso de producción de la roca fosfórica y sus derivados principales 407
Figura 6.08: Cadena de valor para la roca fosfórica y sus derivados 408
Figura 6.09: Importaciones de roca fosfórica de países más relevantes de Asia en 2012 411
Figura 6.10: Importaciones de roca fosfórica de la Unión Europea en 2012 415
Figura 6.11: Importaciones de roca fosfórica de países más relevantes de América en 2012 417
Figura 6.12: Capacidad y producción histórica mundial de roca fosfórica y su tasa de utilización 420
Figura 6.13: Producción histórica mundial de roca fosfórica y principales productores en 2012 422
Figura 6.14: Capacidad y requerimiento de roca fosfórica pronosticadas en el largo plazo, 2018 - 2032 (millones de toneladas) 436
Figura 6.15: Precio histórico de roca fosfórica en US$/ton, 2001-2012 442
Figura 6.16: Pronóstico de precio de roca fosfórica en el largo plazo, 2017-2032 450

Lista de Figuras continuación

Figura 6.17: Producción de roca fosfórica en Colombia y su participación en Sudamérica, 2005 – 2012 456
Figura 6.18: La industria colombiana de roca fosfórica 457
Figura 6.19: Las importaciones colombianas de roca fosfórica 458
Figura 6.20: Áreas potenciales para la extracción de roca fosfórica en Colombia 460
Figura 6.21: Producción histórica de roca fosfórica en Sudamérica, 2005-2012 ('000 toneladas) 462
Figura 6.22: La infraestructura del transporte a granel en Colombia 464
Capítulo 7 – Mercado del Potasio 469
Figura 7.01: Uso estimado de fertilizantes de K por cultivo y región en 2012 472
Figura 7.02: Consumo de fertilizantes v/s producción de cultivos 474
Figura 7.03: Consumo de alimentación per cápita según PIB per cápita (por país) 476
Figura 7.04: Índices de precios de productos agrícolas 479
Figura 7.05: Índice CRU de asequibilidad de KCl 480
Figura 7.06: Las áreas cultivadas de China 482
Figura 7.07: Área cultivada en EE.UU., 1971-2012 485
Figura 7.08: Área cultivada en Brasil, 1961-2012 486
Figura 7.09: Proyecciones de precios de cultivos 488
Figura 7.10: Proyecciones de áreas plantadas por cultivo, 1990-2017 491
Figura 7.11: Capacidad de producción de KCl por país y empresa productora en 2012 498
Figura 7.12: Rutas más comunes de producción de KCl 501
Figura 7.13: Cadena de valor de fertilizantes de potasio 502
Figura 7.14: Cadena de valor de fertilizantes de potasio 503
Figura 7.15: Importaciones de China, India, Indonesia y Malasia en 2012 505
Figura 7.16: Importaciones de KCl de la Unión Europea en 2012 507
Figura 7.17: Importaciones de KCl en las Américas y el Caribe en 2012 509
Figura 7.18: Producción histórica de KCl, 2005-2012 511
Figura 7.19: Estimación de cambios de inventario a nivel global, 2005-2012 512
Figura 7.20: Capacidad firme pronosticada, 2012-2017 517
Figura 7.21: Capacidad y producción de KCl en Asia, 2005-2017 519
Figura 7.22: Capacidad y producción de KCl en Europa, 2005-2017 521
Figura 7.23: Capacidad y producción de KCl en las Américas y el Caribe, 2005-2017 523
Figura 7.24: Capacidad y producción pronosticada de KCl en el largo plazo, 2012-2032 524
Figura 7.25: Balance de mercado histórico, 2005-2012 527
Figura 7.26: Comportamiento de la industria por región 528
Figura 7.27: Precio histórico del KCl 529
Figura 7.28: Promedio ponderado del netback de KCl exportado desde Vancouver y Portland 530

Lista de Figuras continuación

Figura 7.29: Balance de mercado histórico y pronosticado, 2005-2017 531
Figura 7.30: Indicadores de precio de KCl en el corto plazo, 2012-2017. 532
Figura 7.31: Precios *spot* pronosticados de KCl en el corto plazo 533
Figura 7.32: Capacidad y producción pronosticada de KCl en el largo plazo, 2012-2032 534
Figura 7.33: Precio FOB Vancouver pronosticado en el largo plazo 535
Figura 7.34: Geología de Colombia: áreas potenciales de mineral de potasio 539
Figura 7.35: Entregas históricas y pronosticadas de KCl a Colombia, 2002-2017 540
Figura 7.36: Principales productores y consumidores de KCl 542
Figura 7.37: Infraestructura colombiana 543
Capítulo 8 – Mercado del Uranio 545
Figura 8.01: La energía nuclear presenta una ventaja competitiva en cuanto al costo del combustible 554
Figura 8.02: La energía nuclear tiene una gran ventaja en cuanto a las emisiones de CO2 comparada con los combustibles fósiles 555
Figura 8.03: La energía nuclear sigue siendo dominada por países desarrollados 558
Figura 8.04: Demanda doméstica de China 561
Figura 8.05: En el corto plazo se espera que el crecimiento de la demanda de uranio provenga principalmente de China y Japón 567
Figura 8.06: Se espera que el crecimiento de la demanda de uranio provenga principalmente de China, India y países con nueva capacidad nuclear 574
Figura 8.07: El procesamiento del uranio 583
Figura 8.08: La lixiviación *in situ* 586
Figura 8.09: Uranio: el ciclo del combustible nuclear 587
Figura 8.10: La capacidad de conversión (U_3O_8 a UF_6) 588
Figura 8.11: Capacidad de enriquecimiento de uranio (existente y planeada) 590
Figura 8.12: Fisión nuclear: una reacción de fisión en cadena autosostenida 592
Figura 8.13: El costo aproximado de convertir 1kg de uranio en combustible nuclear (datos de junio 2013) 593
Figura 8.14: La producción de Australia y Canadá se ha disminuido, mientas la de Kazajstán ha experimentado un fuerte crecimiento, 2005 v 2012 (t de U_3O_8) 594
Figura 8.15 La brecha entre la demanda primaria neta y la oferta primaria potencial en el largo plazo, 2010 – 2032. 601
Figura 8.16: Precio histórico del uranio comparado con el balance del mercado, 2005 - 2012 607
Figura 8.17: Precio del uranio en el corto plazo comparado con el balance del mercado, 2012 - 2017 609
Figura 8.18: Precio del uranio en el largo plazo comparado con el balance del mercado, 2005 - 2032 611

Lista de Figuras continuación

Figura 8.19: La geología de Colombia: áreas potenciales para uranio 616
Figura 8.20: Departamentos con la mayoría de las concesiones mineras para la exploración del uranio 617
Figura 8.21: BERLÍN: el único proyecto de uranio colombiano 618
Figura 8.22: Brasil: producción de uranio 619
Figura 8.23: Argentina: proyectos de uranio 621
Figura 8.24: Las países con las mayores dotaciones del uranio 623
Figura 8.25: Las infraestructura Colombiana del transporte (fluvial y ferrovial) 625
Capítulo 9 – Mercado del mineral de hierro 629
Figura 9.01: Procesos principales de producción de acero (simplificación) 632
Figura 9.02: Demanda de mineral de hierro en 2012 633
Figura 9.03: Productos principales que componen el mineral de hierro 634
Figura 9.04: Intensidad de uso según PIB per cápita en 2012 638
Figura 9.05: Demanda mundial de hierro por país, 2005-2012 640
Figura 9.06: Composición de la demanda de hierro se ha mantenido entre 2005 y 2012 642
Figura 9.07: Demanda mundial de hierro pronosticada por país, 2005-2017 648
Figura 9.08: Fino se mantendrá como producto principal y demanda por pellet crecerá a un ritmo mayor que los demás productos 650
Figura 9.09: Demanda pronosticada de mineral de hierro en el largo plazo 657
Figura 9.10: Principales productores y composición de su oferta en 2012 659
Figura 9.11: Principales procesos de producción de acero 662
Figura 9.12: Cadena de valor del hierro y el acero 664
Figura 9.13: Exportaciones e importaciones de mineral de hierro en 2012 665
Figura 9.14: Importaciones de mineral de hierro de los países más relevantes de Asia en 2012 667
Figura 9.15: Importaciones de mineral de hierro de la Unión Europea en 2012 670
Figura 9.16: Importaciones de mineral de hierro de países importadores netos de las Américas en 2012 672
Figura 9.17: Oferta histórica de mineral de hierro, 2005-2012 674
Figura 9.18: Oferta pronosticada de mineral de hierro, 2005-2017 681
Figura 9.19: Oferta potencial de mineral de hierro en el largo plazo 687
Figura 9.20: Balance de mercado: en los últimos años el balance de China es el que ha impulsado el precio 689
Figura 9.21: Precio histórico y pronosticado de mineral de hierro en el largo plazo, 2008-2032 693
Figura 9.22: Prima histórica y pronosticada asociada a pellet y lump 694
Figura 9.23: Costo de flete histórico según ruta 696
Figura 9.24: Geología de Colombia: áreas potenciales de mineral de hierro 699

Lista de Figuras continuación

Figura 9.25: Producción histórica en América Central y del Sur excluyendo a Brasil 700
Figura 9.26: Producción histórica de mineral de hierro en Colombia 701
Capítulo 10 – Mercado de Magnesio 703
Figura 10.01: Composición general de la demanda de refractarios por material 708
Figura 10.02: Comparación de la demanda mundial de DBM y EFM con respecto a la demanda mundial de CCM en el largo plazo 720
Figura 10.03: Proceso de producción de magnesia (óxido de magnesio) 725
Figura 10.04: Cadena de valor para la magnesia y sus productos 727
Figura 10.05: Exportaciones totales de magnesia por país exportador, 2012 730
Figura 10.06: Importaciones totales de magnesia por país importador, 2012 731
Figura 10.07: Producción histórica mundial de magnesio y principales productores en 2012 733
Figura 10.08: Capacidad y requerimiento de productos de magnesia pronosticadas en el largo plazo, 2012 - 2032 (‘000 toneladas) 744
Figura 10.09: Precio histórico de productos de magnesia en US$/ton, 2000-2012 747
Figura 10.10: Pronóstico de precio de productos de magnesia en el largo plazo, 2017-2032 752
Figura 10.11: Colombia importa magnesio metálico de Hong Kong, China, Canadá, Alemania y EE.UU (datos de 2012) 757
Figura 10.12: Colombia importa magnesio compuesto de Alemania, China, Brasil, Ecuador y EE.UU (datos de 2012) 758
Figura 10.13: Áreas potenciales para la extracción de magnesio en Colombia 759
Figura 10.14: La infraestructura del transporte a granel en Colombia 761
Capítulo 11 – Carbón 765
Figura 11.01: Determinantes de la demanda de carbón 771
Figura 11.02: Tendencias en la intensidad de uso de la electricidad (intensidad energética) 772
Figura 11.03: Intensidad de uso del acero según PIB per cápita en 2012 774
Figura 11.04: Consumo total de carbón según tipo de carbón, 2005-2012 781
Figura 11.05: Consumo total de carbón según región, 2005-2012 782
Figura 11.06: Generación energética por combustible, 2005-2017 785
Figura 11.07: Consumo total de carbón pronosticado según tipo de carbón, 2005-2012791
Figura 11.08: Consumo total de carbón pronosticado según región, 2005-2012 792
Figura 11.09: En el largo plazo se espera que china se mantenga como el principal consumidor de carbón 794
Figura 11.10: Visión general de los métodos de extracción del carbón 798
Figura 11.11: Operación en superficie típica en Australia 799
Figura 11.12: Plantas de lavado – las “concentradoras” de la industria del carbón 801
Figura 11.13: Mercados consistentemente importadores de carbón 802

Lista de Figuras continuación

Figura 11.14: Mercados consistentemente exportadores de carbón 803
Figura 11.15: Regiones donde el balance de carbón está cambiando 804
Figura 11.16: La producción mundial ha ido aumentando consistentemente con crecimientos importantes por parte de China, Indonesia e India 807
Figura 11.17: En los próximos años se espera que la producción crezca a un ritmo considerablemente menor al visto en años previos, con China prácticamente atascándose 811
Figura 11.18: Producción de carbón en el largo plazo 815
Figura 11.19: Precio de venta de las importaciones de carbón en el Lejano Oriente 818
Figura 11.20: Precios de carbón exportado desde Australia 820
Figura 11.21: Tendencias de precio del carbón metalúrgico y del mineral de hierro 821
Figura 11.22: Tendencias de precio recientes de distintas calidades de carbón de coque 822
Figura 11.23: Tendencias del precio del carbón en el largo plazo 827
Figura 11.24: Producción de carbón en Colombia 832
Capítulo 12 – Mercado del Coltán (Niobio & Tantalio) 839
Figura 12.01: Estimación para los usos finales de niobio en 2010 845
Figura 12.02: Usos finales de tantalio, 2005-2012 848
Figura 12.03: Comparación de yacimientos seleccionados de tantalio 854
Figura 12.04: Procesamiento químico de niobio y tantalio 855
Figura 12.05: Procesamiento químico de los concentrados de niobio y tantalio para producir productos especializados 856
Figura 12.06: Cadena de valor 857
Figura 12.07: Cadena de suministro de tantalio es dominada por dos empresas occidentales, una de las cuales es integrada verticalmente 862
Figura 12.08: Precio promedio de exportación de productores de ferroniobio (65%), 2008-2013 ($USD/lb pentóxido de niobio) 865
Figura 12.09: Precio de tantalita, 2008- 2013 (USD$/lb pentóxido de tantalio) 867
Figura 12.10: Precio de tantalita, histórico y pronosticado, 2008- 2032 (USD$/lb pentóxido de tantalio) 874
Figura 12.11: Precio de ferroniobio 65%, histórico y pronosticado, 2008- 2032 (USD$/lb pentóxido de niobio) 877
Figura 12.12: La geología de Colombia: áreas potenciales para coltán 880

Resumen ejecutivo y conclusiones

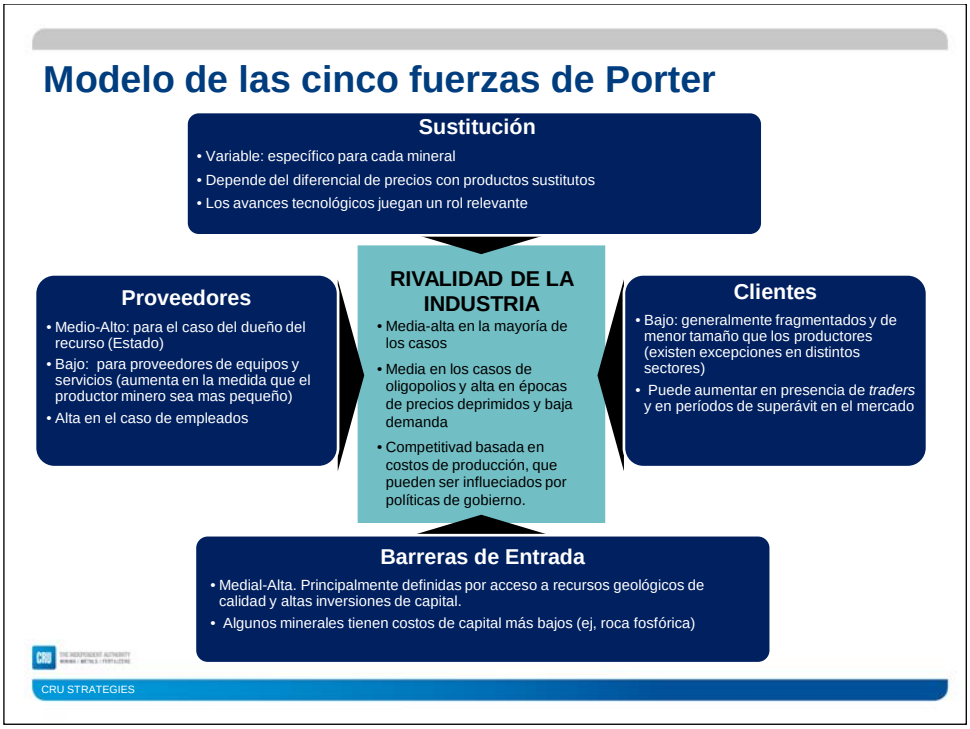
1. Características y análisis competitivo de Colombia en los mercados estudiados

1.1 Análisis competitivo de la industria minera en general

El análisis de estructuras de competitividad de una industria se puede hacer de múltiples maneras. Para este estudio, CRU ha utilizado el modelo conceptual de Michael Porter, conocido como el modelo de las cinco fuerzas de la competitividad. Esta herramienta es especialmente útil para poder interrelacionar de manera clara, simple y práctica los elementos claves que determinan la competitividad de una industria o sector.

La Figura 1.01 presenta un resumen general de la interacción de esas fuerzas en el caso de la explotación de minerales en general.

Figura I: Competitividad de la industria minera



1.2 Aspectos generales en relación a la industria minera en Colombia

El estudio analiza diversos aspectos que afectan a la industria de minerales de Colombia en su conjunto. Los aspectos más importantes son destacados a continuación.

1.2.1 Percepción de inversores: Encuesta Anual del Fraser Institute

La Encuesta Anual de la Minería de la entidad canadiense Fraser Institute clasifica los países mineros según su potencial como destino de la inversión extranjera. El índice del potencial de la política pública (PPI por sus siglas en ingles), sirve como una indicación del atractivo de dicha política desde el punto de vista de los actores de la industria.

Colombia recibió un puntaje de 34.4 sobre un total 100, ubicándose en el puesto 66 entre 96 jurisdicciones mineras evaluadas. El puntaje de Colombia se ha ido desplazando hacia abajo en los últimos años: alcanzó 51,24 puntos en 2011, 38,0 en 2012 y para llegar a los 34,4 en el 2013.

Países exitosos en la atracción de inversiones como Canadá, Australia, Chile y EE.UU. recibieron alto puntaje en tres aspectos donde Colombia no ha sido bien evaluada: “calidad de la base geológica”, “nivel de seguridad” y “corrupción”. Contrariamente, Colombia ha recibido buenos puntajes en relación a “incertidumbre sobre la administración, interpretación o aplicación de las reglas actuales”, “duplicación reglamentaria e inconsistencias” y barreras comerciales.

Como se observa, existe un área de mejora importante en cuanto a la percepción que los inversores extranjeros tienen del país. Definitivamente, la imagen del país puede ser mejorada a través de un trabajo estructurado y consistente en el tiempo que tome nota de las debilidades y se apoye en los puntos favorables.

1.2.2 *Government Take*

La carga impositiva de un país es uno de los aspectos más importantes que los inversionistas en minería evalúan. Estos pueden aceptar un régimen tributario más demandante por diversos motivos (por ejemplo, buenos prospectos geológicos o un riesgo-país más bajo) pero sin lugar a dudas que el esquema fiscal juega un papel determinante al momento de evaluar una inversión.

Esta carga impositiva puede ser medida de diversas maneras, siendo el *government take* para la vida de un proyecto (y no para un solo año) una métrica ampliamente aceptada. Es importante destacar que no se pueden realizar comparaciones adecuadas entre g*overnment take* de un proyecto A en un

país X y un proyecto B en un país Y si los proyectos A y B son significativamente diferentes. Esto es porque simplemente se estaría midiendo las diferencias en rentabilidad de los proyectos. La métrica considerada por ende necesita comparar el Government Take de proyectos similares. Para este estudio, se realizó un análisis para los 11 minerales estratégicos a través un "proyecto tipo" para cada uno de ellos y se comparó a Colombia con 4 productores claves en cada caso. La métrica primaria utilizada fue la Tasa Promedio Efectiva de Tributación (TPET), que es definida como el valor presente neto de los ingresos del gobierno dividido por el valor presente neto de los flujos de fondos antes de impuestos de un proyecto.

El resultado del ejercicio arrojó que para todas las operaciones teóricas consideradas, con excepción del uranio, Colombia posee una TPET mayor que el promedio de los países (excluyendo a Colombia) estudiados. Como mencionado anteriormente, un *government take* elevado no necesariamente es bueno para un país, si esto implica desalentar inversiones potenciales. Asimismo, el análisis demuestra que el régimen impositivo colombiano es fuertemente regresivo, al gravar las regalías directamente sobre producción y no sobre utilidades. Un régimen es considerado regresivo cuando el porcentaje de TPET baja cuando sube la rentabilidad. Esto es cierto también para los otros países estudiados aunque en menor medida.

Tomando como base los resultados de este estudio, puede ser oportuno para Colombia revisar y discutir su régimen tributario sabiendo que su *government take* se ubica por encima del promedio de los países analizado que, justamente, son los que mayor desarrollo presentan en las respectivas industrias.

1.2.3 Información geológica

A lo largo del estudio se hace mención a la falta de información geológica relevante para los distintos minerales analizados. Esta carencia también es percibida por los inversores como una debilidad de Colombia, lo cual se ve reflejado en la Encuesta del Fraser Institute 2013 donde el país quedó en el puesto 70 sobre 96 en la categoría "calidad de la base geológica".

La única manera de conocer el potencial de recursos naturales es a través de la exploración minera, lo cual implica alto riesgo. En el sector privado, normalmente son las compañías *juniors* (pequeñas) quienes se encargan de este negocio. Es importante que el Gobierno de Colombia tenga en cuenta este factor en cuenta, al momento de diseñar políticas de atracción de inversiones.

1.2.4 Infraestructura

Uno de los elementos más críticos para el desarrollo de la industria minera en Colombia es sin dudas la (falta de) infraestructura. Es significativa la ausencia de medios de transporte a granel y, con la excepción del carbón, la mayoría de los minerales son transportados por camión desde los centros de producción hasta los puertos de embarque y centro de acopio.

Las grandes mineras de carbón, en general, han desarrollado su propio sistema ferroviario y de exportación pero la minería mediana y pequeña también sufre la falta de infraestructura pública. De acuerdo al Ministerio de Minas y Energía[1]: *"Las limitaciones de infraestructura y logística son un cuello de botella que restringen el actual y futuro desarrollo de la industria del carbón del interior del país con miras a los mercados internacionales, en los cuales es Colombia ya un jugador importante"*.

El desarrollo futuro de la industria minera estará indudablemente limitado por este factor, en caso de persistir la situación actual. Los inversores y agentes de la industria ven este punto como una desventaja competitiva del país, como lo marca el resultado de la Encuesta Anual del Fraser Institute.

1.3 Industria del cobre: características y competitividad

El mercado del cobre alcanzó los US$ 158 billones en 2012. La demanda totalizó 19,8 millones de toneladas a nivel mundial mientras que se produjeron 16,7 millones de toneladas desde mina y 3,2 millones de toneladas adicionales provinieron de chatarra. El precio promedio para el año fue de 7.950 US$/ton (correspondiente al valor publicado por el London Metal Exchange -LME).

Los principales usos del cobre son: tuberías, electrónica, ingeniería estructural, productos domésticos, monedas, aplicaciones biomédicas y aleaciones. China, EE.UU, Japón y Alemania son los mayores consumidores a nivel mundial en tanto que Chile, Perú y China son los principales productores. Entre 2010 y 2012 el mercado estuvo relativamente en equilibrio, aunque los productores evidenciaron problemas en cumplir con las expectativas. A futuro, se espera un período

[1] ESTUDIO TÉCNICO SECTORIAL "INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE MULTIMODAL Y DE LOGÍSTICAS INTEGRADAS PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA MINERA EN COLOMBIA, CON ÉNFASIS EN PUERTOS", 2011

de exceso de oferta hasta 2022 debido a la gran cantidad de nuevos proyectos que se pondrán en marcha durante los próximos 5 años.

La competitividad en la industria del cobre está determinada en gran parte por las barreras de entrada que constituyen principalmente los altos costos de capital y tiempo necesarios para el desarrollo de los depósitos. La rivalidad de la industria es alta con un nivel de concentración significativo. Los productores de cobre luchan entre sí por acceder a los depósitos económicamente explotables, ya sea vía exploración o adquisiciones.

En tiempos recientes, se observaron pérdidas en el consumo de cobre por razones de sustitución en los segmentos más vulnerables: tuberías sanitarias de cobre, cables de telecomunicaciones, grifos y válvulas de latón entre otros. Parece notarse que el nivel de sustitución en esos segmentos está bajando debido a que ya se han aprovechado todas las sustituciones 'fáciles', y por lo tanto estos mercados son ahora más pequeños y menos vulnerables debido al precio de cobre. De todas formas, se espera que este fenómeno de sustitución tenga alcance limitado.

La competitividad de Colombia en esta industria es difícil de analizar pues no posee operaciones de cobre importantes que permitan establecer una comparación objetiva. Sin embargo, la geología de Colombia es potencialmente favorable, especialmente en su zona montañosa, donde se podrían encontrar buenos depósitos de este metal. Colombia hace parte del sistema geológico más rico en cobre del mundo, que va desde Chile hasta EE.UU. Otra ventaja es la disponibilidad de energía eléctrica que Colombia tiene, que es fundamental en el proceso productivo del cobre.

En caso de desarrollar este negocio, Colombia debería apuntar primariamente a la fabricación de concentrados para exportación dado que en esa etapa de la cadena de valor ya se ha acumulado prácticamente todo el valor agregado de la industria. En consecuencia, la rentabilidad de las etapas posteriores de fundición y refinado, es muy baja e inclusive llega ser negativa en épocas de déficit en el mercado de concentrados.

La principal potencial desventaja de Colombia es la infraestructura, pues los sitios con mejores prospectos están apartados y requerirían carreteras eficientes para alcanzar algún puerto de exportación en el Pacífico, desde donde el cobre concentrado podría ser embarcado a los mercados asiáticos.

1.4 Industria del oro: características y competitividad

El mercado del oro totalizó US$ 212 billones en 2012. La demanda alcanzó 2.661 toneladas en el mundo mientras que se produjeron 2.641 toneladas desde mina y 1.580 de toneladas adicionales provinieron de chatarra y reciclaje. El precio promedio del 2012 fue 1.665 US$/onza, de acuerdo al valor fijado por el London Bullion Market Association (LBMA).

Los principales usos finales del oro son: joyería, productos electrónicos, monedas y medallas. No se puede obviar, no obstante, la gran importancia del oro como instrumento de ahorro. India, China, Europa Occidental, América del Norte, Japón y Turquía son los mayores consumidores a nivel mundial en tanto que China, Australia, EE.UU., Rusia, Perú y Sudáfrica son los productores más relevantes. Desde 2002 en adelante el mercado ha estado en superávit, aunque el precio ha estado en aumento debido a las características únicas del oro que lo transforman en una herramienta de inversión. En los próximos años se espera que la sobreoferta comience a disminuir debido a un mayor aumento en la demanda que en la oferta.

Las barreras de entrada en la industria del oro son relativamente bajas como lo muestra la existencia de numerosísimas operaciones en una gran cantidad de países, de todo tipo y escala. Por otra parte la rivalidad de la industria es intensa, pues sus actores compiten por el acceso a nuevas reservas explotables. Asimismo, el acceso a capital para desarrollar proyectos es una barrera importante en la industria del oro. Existe una buena parte de la oferta, estimada en un 15%, que proviene como subproducto del minado de otros minerales básicos como el cobre. En este caso, las decisiones de inversión y operación se toman con base en el metal principal y no el oro.

La competitividad de Colombia en este mercado está en la existencia de numerosas operaciones mineras de oro que tienen aceptables costos de operación. El aumento en cantidad de empresas observado recientemente, puede actuar de incentivo para la entrada de nuevos jugadores.

Dentro de las principales desventajas de Colombia se encuentran el tamaño y tipo de los depósitos. Al existir muchos depósitos aluviales la explotación tiende a ser de pequeña escala (con ciertas excepciones, como el caso de Mineros S.A.) y no atrae a grandes inversionistas. A futuro, los nuevos prospectos podrían tener mayores costos de operación pues requerirían inversiones de capital, que ya fueron completamente depreciadas por los operadores mineros más antiguos.

1.5 Industria del platino: características y competitividad

El mercado del platino alcanzó los US$ 14,6 billones en 2012 y la demanda global fue de 9.46 millones de onzas. Por el lado de la oferta, se produjeron 5.7 millones de onzas desde mina y 3.7 millones de onzas adicionales provinieron de chatarra y reciclaje. El precio promedio alcanzó los 1.550 US$/onza, de acuerdo al valor fijado por el London Platinum and Palladium Market (LPPM).

Los principales usos finales del platino son: convertidores catalíticos, joyería, químicos, vidrio, artículos eléctricos, petróleo. Asimismo, el platino también es utilizado como instrumento de ahorro aunque con menor peso que el oro. Europa Occidental, China, América del Norte y Japón son los mayores consumidores a nivel mundial en tanto que Sudáfrica, Rusia y Canadá son los productores más importantes. En 2012 el mercado cayó en déficit después de un período prolongado de sobreoferta, principalmente por una disminución en la producción proveniente de Sudáfrica. En los próximos años se espera que este déficit se mantenga debido a la incapacidad de la oferta de alcanzar a la demanda.

La industria global del platino se encuentra dominada por los productores de Sudáfrica quienes cubren más del 70% de la oferta global. Las barreras de entrada son altas debido a que existen muy pocos depósitos de sulfuros de gran tamaño como los existentes en Sudáfrica y Rusia. El riesgo de sustitución del platino es relativamente medio, especialmente en las aplicaciones industriales. En el caso de las joyas, el platino es altamente sustituible por oro y su consumo es sensible a variaciones en el precio.

En el caso de Colombia los depósitos conocidos son de tipo aluvial, que tienen la ventaja de requerir bajos niveles de inversión, lo que a su vez se traduce en bajas barreras de entrada. Por otro lado, dentro de las desventajas está precisamente el tipo de depósito aluvial, los cuales suelen ser muy dispersos y difíciles de cuantificar en cuanto a sus reservas por lo que no atraen a los operadores de gran tamaño.

1.6 Industria de la roca fosfórica: características y competitividad

El mercado de la roca fosfórica alcanzó los US$ 36 billones en 2012. La demanda en el año fue de 191,1 millones de toneladas a nivel mundial. En cuanto a la oferta, se produjeron 195,3 millones de

toneladas desde mina en un mercado donde no existen fuentes secundarias de oferta. El precio promedio alcanzó los 186 US$/tonelada (para material en condiciones FOB Marruecos).

El principal uso de la roca fosfórica es la producción de ácido fosfórico y fertilizantes. Los mayores productores de productos fosfatados aguas abajo son los mayores consumidores de roca fosfórica, liderados por notoriamente por China, seguido de EE.UU. y Marruecos. Esta integración vertical implica que existe un volumen bajo de comercialización de roca a nivel internacional.

Se han observado altos precios en años recientes que han gatillado una alza de capacidad y producción. No obstante, hoy se observa un nivel significativo de sobrecapacidad con muchos nuevos proyectos en carpeta, lo cual hará disminuir los precios en el corto plazo. La capacidad actual es suficiente para satisfacer el aumento de demanda esperada para los próximos 5 años.

Las barreras de entrada en la industria de la roca fosfórica son relativamente bajas, dado que no es necesaria una inversión de capital tan importante como en otras industrias. Esta relativa facilidad para participar del mercado está evidenciada por la alta cantidad de operaciones mineras de roca fosfórica alrededor del mundo, así como también por la importante cantidad de proyectos en carpeta. El riesgo de sustitución es bajo, dado que todos los productos derivados del fósforo requieren de roca fosfórica para sus procesos de producción. No obstante lo anterior, la utilización del fosfato en usos finales como fertilizantes otros productos no-fertilizantes pueden sufrir igualmente de la sustitución del P2O5 por otros elementos. Por otra parte la rivalidad de la industria es media-baja, pues se trata de un mercado relativamente fragmentado.

En el caso de Colombia, los yacimientos geológicos asociados al mineral no han sido caracterizados para medir su potencial geológico. Esto es sumamente necesario para efectivamente cuantificar el atractivo de la industria en el país. No obstante, debido a la acidez del suelo colombiano, se puede aplicar la roca molida directamente al suelo, lo cual evita el procesamiento de la roca en plantas de producción de fertilizantes por parte de los productores y eventuales nuevos entrantes. En este sentido, una ventaja importante es que las zonas agrícolas se ubican muy cerca de los yacimientos de la roca fosfórica, por lo que el transporte interno pudiera eventualmente no ser un factor restrictivo al momento de evaluar nuevos proyectos de producción.

Pese a todo lo anterior, es importante resaltar que el mercado interno de roca fosfórica en Colombia fue de menos de 150 mil toneladas anuales del mineral, por lo que cualquier potencial proyecto de

producción de gran escala se verá igualmente obligado a evaluar alternativas de exportación. Siendo EE.UU. un fuerte consumidor, el país estaría en una buena situación geográfica. La mayor desventaja que presenta Colombia, se refiere a la insuficiente infraestructura de transporte a granel.

1.7 Industria del potasio: características y competitividad

El mercado mundial de cloruro de potasio alcanzó los US$ 22.8 billones en el año 2012. Fueron demandadas 50,9 millones de toneladas en todo el mundo mientras que se produjeron 195,3 millones de toneladas desde mina. Como en el caso de la roca fosfórica, no existen fuentes secundarias de oferta. El precio promedio aproximado para el año fue de 449 US$/tonelada (en condiciones FOB Vancouver).

El uso principal del potasio es la aplicación en fertilizantes. En este sentido, más del 90% de las entregas de cloruro de potasio se destinan a aplicaciones agrícolas y fertilizantes – donde el restante se aplica en usos industriales. Los principales consumidores son China, Brasil, EEUU, Asia - excluyendo China- y Europa en tanto que Canadá, Rusia y Belarus (Bielorrusia) son los productores más importantes.

El balance de mercado se analiza a través de la tasa de operación de la industria o utilización (Producción/Capacidad Instalada). Entre 2005 y 2012 la tasa de operación promedio fue de 79%. Entre 2013 y 2017 se espera que la utilización promedio vaya disminuyendo desde un 75% en 2013 a un 73% en 2017, a medida que la capacidad instalada aumenta con mayor rapidez que la demanda (y por lo tanto, la producción).

La industria global del cloruro de potasio es muy concentrada y se encuentra dominada por unos pocos productores principalmente en Canadá, Rusia y Belarus. Las empresas más importantes han tendido a agruparse para exportar y negociar con los principales mercados– Canpotex (Canadá) y BCP (Rusia y Bielorrusia, recientemente separadas), actuando abiertamente como carteles. Por esta razón, y el alto costo de capital para desarrollar un nuevo yacimiento, las barreras de entradas a la industria son altas. Asimismo, no existen sustitutos para el rol que cumple el potasio en la producción de fertilizantes aunque los agricultores no necesariamente deben utilizar fertilizantes todos los años.

En el caso de Colombia, recientemente se ha encontrado un depósito de potasio que se explota de forma artesanal y sobre el que no se tiene ningún tipo de información robusta. Esto naturalmente es

una desventaja competitiva y dificulta cualquier evaluación en cuanto al potencial de dicho yacimiento. Los tres departamentos donde existen yacimientos conocidos de mineral de potasio (Santander, Boyacá y Cundinamarca) tienen conexión al sistema ferroviario que llega al puerto de Barranquilla. En caso de que este yacimiento resultara ser de calidad, tendría que tener suficientes recursos como para poder exportar mineral, ya que el mercado interno colombiano no es lo suficientemente grande como para sustentar una operación de gran escala. Una ventaja competitiva de Colombia es su cercanía con Brasil, uno de los mayores consumidores mundiales.

1.8 Industria del uranio: características y competitividad

El mercado del uranio alcanzó los US$ 7,5 billones en 2012. Se demandaron 87.761 toneladas en el año mientras que la producción desde mina alcanzó 69.552 toneladas y 19.967 toneladas adicionales provinieron de fuentes secundarias (reciclaje de combustible nuclear). El precio promedio fue de 48,75 US$/libra (de acuerdo a lo publicado por la empresa Ux Consulting).

El uranio es casi exclusivamente utilizado en la generación de energía nuclear, siendo EE.UU., Francia, Rusia, Ucrania, China y Corea del Sur los mayores consumidores a nivel mundial mientras que Kazajstán, Canadá y Australia concentran la mayor parte de la oferta. Se espera que el mercado permanezca relativamente en equilibrio hasta 2014, momento a partir del cual se espera una situación más ajustada: la demanda crecerá, como resultado del reinicio de los reactores japoneses, mientras la nueva producción, retrasada por los efectos del incidente de Fukushima, tomará más tiempo para llegar al mercado.

Las barreras de entrada a esta industria son importantes, dado que el desarrollo de un yacimiento requiere un alto nivel de capital y conocimiento técnico puede demorar un plazo de 8 a 12 años. También se trata de una industria con alto nivel de integración vertical en sus participantes, que normalmente intervienen a lo largo de las diferentes etapas la cadena de valor. El uranio enfrenta un riesgo de sustitución medio, puesto que la energía nuclear compite con otras fuentes de energía y su utilización, a pesar de los beneficios que presenta, suele estar fuertemente condicionada por la opinión pública. La rivalidad en la industria es media, dominada por un par de mineras grandes, que también participan en otras partes del ciclo nuclear.

Las ventajas competitivas de Colombia en esta industria están dadas por la existencia de algunos prospectos geológicos con cierto potencial, tendientes a operaciones tamaño pequeño y posiblemente mediano. El proyecto Berlin, ubicado entre Medellín y Bogotá, tiene acceso a

infraestructura de transporte. Sin embargo, Colombia presenta la importante desventaja de no contar con información geológica como así tampoco presenta actividad minera relacionada con el uranio. Esto implica que, dada el alto conocimiento técnico necesario para extraer el mineral, el país enfrentaría grandes desafíos en caso de querer entrar en la industria. Finalmente, cabe destacar que la actividad asociada a la energía nuclear en Colombia, a nivel comercial, es nula. Por esto, el país no presenta necesidad interna de uranio, y cualquier potencial producción del mineral se destinaría eventualmente sólo a mercados externos.

1.9 Industria del mineral de hierro: características y competitividad

El mercado del mineral de hierro totalizó US$ 231 billones en 2012. Se demandaron 1.758 millones de toneladas a nivel mundial mientras que la producción desde mina alcanzó 1.786 millones de toneladas. El precio promedio fue de 129,25 US$/ton (correspondiente a precio *spot* para material fino CFR China).

El mineral de hierro es únicamente utilizado en la fabricación de acero. China representa más de la mitad del consumo mundial de hierro, seguido muy de lejos por Europa, Japón y Rusia como otros consumidores relevantes a nivel mundial. Por el lado de la oferta, Australia, Brasil y China concentran la mayor parte de la producción. Desde 2005 hasta la fecha, el mercado ha estado levemente en superávit. En los últimos años, ha sido el balance del mercado chino y su creciente demanda la que ha determinado en gran medida el precio. Se espera que esta tendencia se mantenga en el futuro a medida que tanto la oferta como la demanda aumentan.

La competitividad en la industria del mineral de hierro está marcada por las economías de escala, es decir por el tamaño de las reservas que permitan una explotación volúmenes significativos. Asimismo, se requieren altísimas inversiones de capital en infraestructura para transportar el mineral hacia los mercados consumidores. Es por ello que la ubicación relativa del exportador con respecto a sus clientes y, por lo tanto, los costos de fletes marítimos son elementos cruciales en este mercado. Existe una rivalidad media-alta entre los principales jugadores, donde los 3 primeros productores cubren más del 40% de la oferta mundial.

En cuanto a la situación en Colombia, existen actualmente algunas minas y prospectos de tamaño pequeño que podrían ser de interés para empresas que quieran fabricar localmente acero o productos intermedios de hierro. Actualmente Colombia importa chatarra para suplir las necesidades de las

acerías del país por lo que una posible oportunidad, en caso de encontrar depósitos adicionales de hierro pequeños o medianos, es aumentar la integración dentro de la industria siderúrgica.

Como desventaja, el país no cuenta con yacimientos de magnitud y calidad suficiente como para competir con los grandes productores, e incluso si los tuviera, no posee la infraestructura necesaria para poder explotar y transportar los volúmenes necesarios para generar un negocio rentable. La infraestructura tanto ferroviaria como portuaria de Colombia se ha desarrollado en base a la exportación de carbón, y su capacidad es utilizada para este fin.

1.10 Industria del magnesio: características y competitividad

El mercado de la magnesia alcanzó alrededor de US$3.250 millones en 2012. Considerando los diferentes productos de magnesia (óxido de magnesio), la demanda mundial fue de 10,11 millones de toneladas de magnesia, un volumen muy similar a los 10,09 millones de toneladas de magnesia producidos mundialmente. El precio promedio para los distintos productos de magnesia correspondió en 2012 a 310 US$/ton para el DBM, 660 US$/ton para el EFM y 230 US$/ton para el CCM (precio de exportación FOB China).

El uso principal de la magnesia es la producción de material refractario para su posterior utilización en la producción de acero. La industria acerera representa el 90% del consumo mundial de magnesia, y un 70% del consumo global de refractarios. En menor medida, otros usos son en el sector industrial, ambiental, fertilizantes y alimentación. China es sin dudas el mayor consumidor de magnesia en el mundo, así como también claramente el mayor productor de magnesia a nivel global.

Las barreras de entrada en la industria de magnesia son altas, dado que China es el claro dominador del mercado. Este país, con sus bajos costos y exceso de capacidad provocada por los altos precios observados desde 2006, gatillados por la implementación de tarifas de exportación en China y el consecuente incremento de los costos de exportación, son una gran amenaza a cualquier potencial nuevo actor. Es más, el gran crecimiento en la producción china provocó que muchas operaciones en Occidente dejaran de ser competitivas y cerraran en los últimos 15 años; no obstante, las tarifas de exportación chinas han provocado últimamente un aumento en la producción fuera de China al ver los precios aumentar y verse con esto con mayor competitividad. Estas tarifas no caen dentro de las normas de la OMC, por lo que pudieran prontamente verse anuladas, sin embargo China posiblemente implemente nuevos impuestos que mantendrían altos los costos de exportación.

Asimismo, la competición con competidores ya establecidos es difícil de vencer debido a que los consumidores se resisten a ver variaciones en la calidad del producto. En la misma línea, el poder de los clientes es particularmente alto debido a que no presentan incentivos a cambiar su proveedor de magnesia mientras tengan un abastecimiento confiable en calidad y estable.

La rivalidad en la industria es media-baja, principalmente debido al claro dominio de la producción china, la cual es además poco transparente y se hace complejo estimar cuál es verdaderamente el nivel de capacidad operativa existente. La tendencia creciente hacia la integración vertical, cubriendo desde la materia prima (magnetita) hasta la producción de refractarios, ha provocado que muchos actores de mercado sean independientes del suministro de magnesia en el mercado.

Las ventajas de Colombia se asocian principalmente a un par de prospectos geológicos de magnesio, las cuales se encuentran cerca de la vía ferroviaria existente. Sin embargo, Colombia presenta la desventaja relevante de no contar con suficiente información geológica según normas internacionales, así como tampoco presenta actividad minera relacionada con el magnesio desde 2008. Por esta razón, Colombia es un importador de magnesio para su requerimiento interno, importando principalmente desde China, Alemania y Brasil.

1.11 Industria del carbón: características y competitividad

El mercado del carbón térmico y metalúrgico totalizó aproximadamente US$ 940 billones en 2012. Se demandaron 7.541 millones de toneladas a nivel mundial mientras que la producción desde mina alcanzó 7.865 millones de toneladas. El precio promedio del carbón térmico fue de 107 US$/ton (correspondiente a precio FOB Australia, 6000 kcal/kg). Por su parte, el carbón metalúrgico promedió 193,8 US$/ton durante el 2012 (precio de exportación FOB Australia del carbón de coque duro de baja volatilidad – HCC).

El carbón tiene dos usos: fuente de combustible (el producto se quema para generar vapor en una caldera – “carbón térmico”) y como reductor químico en la industria metalúrgica (“carbón metalúrgico”). El carbón térmico representa aproximadamente el 85% de la demanda global. Los mayores consumidores a nivel mundial son China, los EE.UU, India y Europa mientras que los principales productores también son China, los EE.UU e India, seguidos por Australia.

Las barreras de ingreso a la industria del carbón son medias. Aunque existe un gran número de depósitos de carbón ya han sido identificados, la explotación de estos involucra típicamente una

considerable inversión en infraestructura, notablemente en instalaciones ferroviarias y portuarias. Esto sólo puede ser emprendido de forma inmediata por las más grandes empresas del mundo. Asimismo, la industria presenta un riesgo medio-alto de sustitución, fundamentalmente en la generación de energía. Esta sustitución puede suceder no solamente sobre bases económicas, sino como resultado de intervenciones políticas extremadamente impredecibles. Existe siempre el riesgo de que se logren avances tecnológicos importantes en relación a otras fuentes de energía o que se instauren políticas gubernamentales especialmente estrictas en contra del carbón, aunque CRU ve esto como poco probable. También hay que notar el potencial efecto sustitutivo que puede tener el desarrollo del gas de esquistos (*shale gas*), si la notable experiencia de EE.UU. continúa desarrollándose y replicándose en otros países con potencial, como China, Polonia o Argentina.

La rivalidad en el mercado del carbón es alta, siendo un buen ejemplo de una industria de materias primas en la que el ejercicio de poder de mercado significante por cualquiera de las compañías es extremadamente limitado.

Colombia es un jugador de clase mundial en las exportaciones de carbón térmico. Sin duda las reservas, la escala y la cercanía al mar hacen que las operaciones de la costa norte sean muy competitivas en la industria. En cuanto a las desventajas, pese a evidentes mejoras en la infraestructura de la red férrea, existen aún operaciones en el Cesar que trasportan el carbón por carreteras y no cuentan con un puerto de la capacidad que requerida. Cabe mencionar que Colombia enfrenta un ambiente extremadamente competitivo en la producción y venta del carbón; los factores subyacentes hacen que este mercado altamente competitivo probablemente no cambien en el mediano o largo plazo. Por lo tanto el país deberá seguir trabajando en el desarrollo de una industria competitiva y eficiente.

1.12 Industria del coltan: características y competitividad

Coltan es el nombre dado al grupo más común de los minerales que contienen tantalio y niobio y las características del mercado del niobio y tantalio son totalmente diferentes. En 2012, el mercado para el niobio alcanzó los US$ 6 billones y de tantalio a US$ 860 millones. En términos de la oferta y demanda mundial, los volúmenes procesados y extraídos son pequeños: 130.000 toneladas contenidas para el niobio y 750 toneladas contenidas para el tantalio en 2012.

Los concentrados de niobio (50% de Nb2O5) fueron transados en alrededor $17,50/libra de Nb2O5 y los concentrados de tantalio (30% de Ta2O5) promediaron $126/libras de Ta2O5 (precios de referencia negociados entre las minas productoras, operadores e industrias transformadoras).

Ambos elementos son utilizados en numerosas aplicaciones industriales, entre ellas: aceros de alta resistencia y baja aleación (HSLA en inglés, principalmente en el caso del niobio), electrónica avanzada (principalmente el tantalio), aleaciones súper-resistentes, equipo de imágenes médicas, lentes ópticos, marcapasos y prótesis. Los mayores consumidores de niobio son China, los Países Bajos, EE.UU. y Japón. En el caso del tantalio, la demanda se encuentra en EE.UU., Indonesia, México y República Checa, países donde existe producción de condensadores de tantalio, que es el uso principal del mineral. Por el lado de la oferta, Brasil concentra más del 90% de la producción mundial de niobio, seguido por Canadá. Para el caso del tantalio, la oferta es menos concentrada y proviene principalmente de Ruanda, República Democrática del Congo, Brasil y China.

La competitividad en esta industria está dada principalmente por el acceso a recursos geológicos importantes. Ambos minerales tienen ocurrencia baja en la naturaleza y por ello la escasez de jugadores relevantes. La competencia se puede caracterizar como baja, dada la concentración del mercado. El riesgo de sustitución se identifica como medio-bajo, dado que ambos elementos suelen ser utilizados en aplicaciones específicas. Las barreras de entrada a la industria son media-altas, dada la escasez natural de minerales y costos de capital significativos, aunque no tan altos como en otras industrias.

En cuanto a Colombia, CRU entiende que los yacimientos de coltán que han sido identificados cerca de la frontera venezolana estarían asociados con granitos alcalinos y rocas sienitas. Si este es el caso, es más probable que sean más ricos en niobio que en tantalio. En este caso, a menos que los yacimientos sean extraordinarios, es poco probable que Colombia pueda competir con el poder de mercado de CBMM en Brasil. Se deberá hacer una evaluación más profunda de los recursos para profundizar el análisis.

1.13 Matriz de atractivo

En base a la revisión detalla de los 11 elementos incluidos en el presente estudio, CRU preparó una "*matriz de atractivo*" que identifica dos dimensiones:

- **El atractivo intrínseco de cada mineral**, es decir, cuáles son las perspectivas futuras del *commodity* en relación a brindar retornos atractivos a los jugadores de la industria. El resultado permitirá dar una opinión respecto de cuán atractivo es *per sé* cada mineral.
- **La posición competitiva de Colombia,** es decir, cuáles son las ventajas y desventajas del país en comparación con los principales productores de cada mineral.

En términos generales debemos notar que es complejo realizar una evaluación definitiva en cuanto al potencial de Colombia dada la escasez de información geológica disponible. Las conclusiones de este estudio podrían ser significativamente distintas en caso de hallarse algún yacimiento importante para los minerales bajo estudio. Es importante recordar que en la industria de los *commodities* no hay diferenciación de producto y los oferentes rara vez tienen capacidad de influir en los precios. Por lo tanto, la calidad de los recursos naturales es un factor decisivo de éxito en estos mercados.

Hecha la salvedad, y valiéndose de la información disponible, se puede hacer la siguiente clasificación:

- **Alto potencial en Colombia y buen atractivo intrínseco del mineral.** CRU considera que los minerales más atractivos para Colombia son el carbón térmico, el carbón metalúrgico y, en menor medida, el cobre y la roca fosfórica. En el caso del carbón, notablemente el térmico, Colombia es un importante jugador a nivel mundial y tiene significativa experiencia en la industria. La presencia de grandes jugadores mundiales (BHP, Drummond, etc.) también juega un papel importante en proyectar una imagen positiva a la comunidad de inversores. Se espera una demanda sostenida de carbón en el largo plazo aunque claramente existe un riesgo a la baja en su consumo en caso que ocurran avances tecnológicos importantes en otras energías, se instauren políticas gubernamentales especialmente estrictas en contra de la emisión de CO_2 o la industria del *shale gas* alcance un desarrollo masivo.

  El cobre, sin dudas, es una industria que presenta un más que interesante potencial en el mediano y largo plazo, dada la robustez de su demanda y las dificultades observadas a nivel general para desarrollar nuevos proyectos. Colombia actualmente tiene una producción muy reducida pero forma parte del sistema geológico más rico en cobre del mundo, que va desde Chile hasta EE.UU. por lo que hace sentido promover la exploración. Asimismo, la infraestructura necesaria para la exportación de concentrado de cobre, es relativamente menos

importante que la requerida para otros minerales de mayor volumen, como por ejemplo el mineral de hierro.

Para el caso de la roca fosfórica, el país está en una situación completamente distinta, con una producción local reducida que presenta dos ventajas: las zonas agrícolas se ubican muy cerca de los yacimientos y además se podría realizar aplicación directa debido a la acidez del suelo colombiano. De todas formas, debido al tamaño reducido del consumo local, se debería pensar en atacar los mercados de exportación para el desarrollo de una industria a gran escala. En este sentido, la cercanía con EE.UU. representa una interesante ventaja, dado el importante volumen de dicho mercado.

- **Potencial interesante en Colombia y bajo atractivo intrínseco del mineral.** En esta categoría se incluye al oro. El país posee un atractivo moderado, como lo demuestra el aumento importante en la producción local observado desde 2007 a la fecha (aunque sigue siendo de escala pequeña). Como desventaja, se ha mencionado que existe un gran número de operaciones ilegales que conspiran contra un mayor desarrollo de la industria. Asimismo, los depósitos en el país son de bajas leyes. En cuanto a las características del mercado *per sé*, CRU considera que el oro presenta un atractivo medio-bajo en el largo plazo debido a que el alto impacto de la especulación observado en tiempos recientes –disparador de niveles de precio récord- debería disminuir bajo un escenario mundial más estable. Su comportamiento volátil, alejado de fundamentos de oferta y demanda, hace difícil la planificación a largo plazo. Como contrapartida, también es cierto que su atractivo también puede ir asociado al de otros metales base, como el cobre, donde el oro puede actuar como subproducto. Es importante destacar que esta percepción moderadamente pesimista del atractivo del oro no implica de ninguna manera que deba desalentarse su desarrollo en Colombia sino que se busca llamar la atención sobre las perspectivas a futuro de este mercado.

- **Interesante atractivo intrínseco del mineral y potencial medio-bajo en Colombia.** En esta categoría CRU ha identificado a cuatro *commodities*: uranio, platino, coltan y cloruro de potasio. El uranio presenta una demanda creciente a futuro a pesar del potencial efecto que pueda tener la opinión pública en ciertos países (ej, Alemania) en relación al uso de energía nuclear. La oferta está concentrada en pocos países, que normalmente presentan operaciones integradas aguas abajo. Dado el desconocimiento del potencial minero y la complejidad

asociada al negocio, se ve difícil que Colombia pueda desarrollar una presencia importante en esta industria.

El platino, por su parte, presenta un importante desafío de abastecimiento global en el largo plazo. Su consumo se incrementará, determinado principalmente por el uso en la industria automotriz y, dada la escasez de recursos económicamente viables y su altísima concentración en unos pocos países, se espera una fuerte presión al alza en los precios. Cualquier productor que pueda entrar en el mercado del platino con una operación competitiva, es muy probable que disfrute de una rentabilidad importante. Colombia actualmente produce cantidades reducidas de platino; sin embargo el tipo de yacimientos aluviales que posee el país no son favorables para un desarrollo a gran escala de la industria.

La industria global del *coltan* es la más reducida de todos los minerales analizados en términos de valor y ese factor por sí solo le resta atractivo al negocio. Asimismo, tanto la producción de niobio como la de tantalio se encuentran altamente concentradas, lo cual dificulta el acceso a nuevos jugadores que deberían contar con yacimientos particularmente favorables para poder participar en el negocio. Dada la escasez de información geológica y la nula experiencia de Colombia en relación al *coltan*, CRU evalúa que de momento el potencial es bajo.

Finalmente, en el caso del cloruro de potasio, se espera un mercado de atractivo medio en el largo plazo, dominado por unos pocos productores que favorecen un accionar tipo “cartel” y por lo tanto cuentan con capacidad para influir en los precios. Si bien se espera un incremento sustancial en la oferta en los próximos años, esta industria sigue ofreciendo una perspectiva moderadamente atractiva en el mediano y largo plazo. Colombia no cuenta con producción propia de cloruro de potasio y sus características geológicas no están exhaustivamente evaluadas por lo que es difícil apreciar un potencial fuerte en este mercado. A favor del país se debe destacar la cercanía con Brasil (uno de los mayores consumidores del mundo), lo cual sin dudas es una ventaja competitiva interesante y que puede motivar el esfuerzo de la búsqueda de recursos.

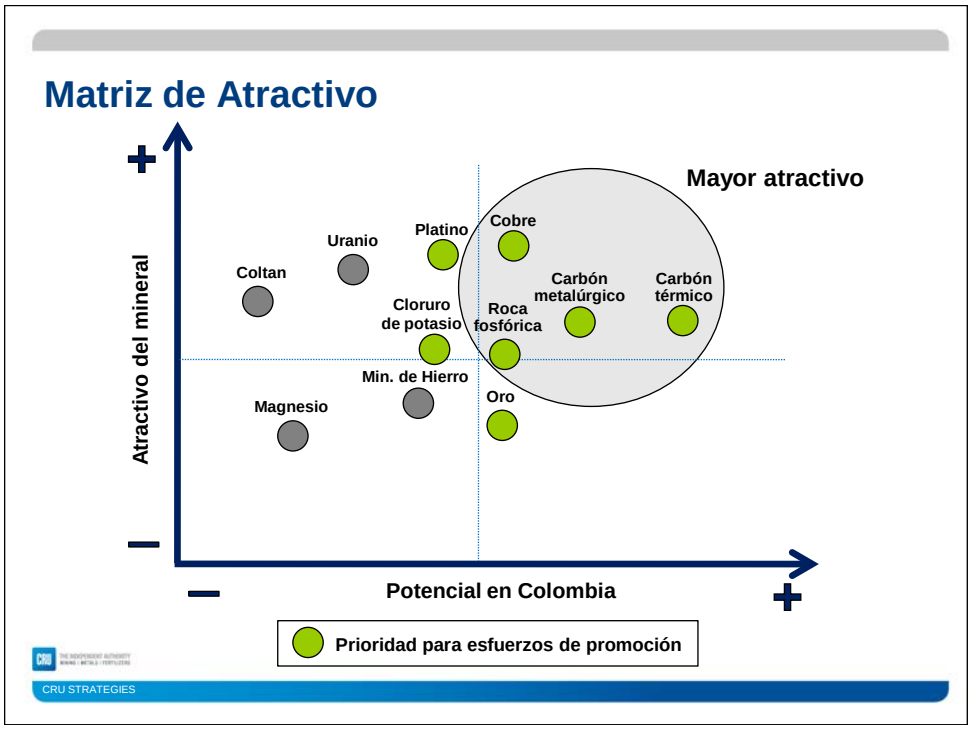
- **Potencial medio-bajo en Colombia y bajo atractivo intrínseco del mineral.** En el cuadrante menos atrayente se incluyen el mineral de hierro y el magnesio**.** En el caso del hierro, la industria presenta un atractivo medio-bajo, dado que no se esperan restricciones por el lado de la oferta y se trata de un elemento abundante en la naturaleza. Para ser un jugador de peso en el

mercado internacional es clave poseer un alto nivel de producción (para aprovechar economías de escala) como así también la ubicación geográfica respecto de los clientes dado el peso importante del transporte en relación al costo del producto. En el caso de Colombia el país no posee reservas importantes identificadas hasta el momento, de modo que no se alcanza la escala mínima para exportación. Asimismo, se tendría que hacer una gran inversión en infraestructura para el desarrollo de esta industria.

En cuanto al magnesio o, más específicamente, la magnesia, es una industria totalmente dominada por China y donde se espera que se mantenga un exceso de oferta en el futuro a corto plazo por lo menos; en un horizonte más a largo plazo, cualquier brecha será igualmente cubierta por la industria china, pues es la que presenta menores costos. La magnesita (es decir, el mineral extraído del suelo) prácticamente no se comercializa internacionalmente sino que es procesado en alguna de las formas de magnesia en el mismo lugar donde es minado. En el caso de un mineral industrial como la magnesia, cualquier nuevo productor debe enfrentar el riesgo adicional que su producto cumpla con las especificaciones estándar de la industria de manera constante. El potencial de Colombia se juzga bajo, en función de la ausencia de producción y reservas cuantificadas en el país.

Como observación final, en la matriz de atractivo también se destacan aquellos elementos que, en la opinión de CRU, son relevantes para futuros esfuerzos de promoción minera que quiera llevar adelante Colombia. A los 5 elementos donde el país muestra potencial (carbón térmico y metalúrgico, cobre, roca fosfórica y oro) se les suma el platino y cloruro de potasio donde no están tan definidas las capacidades de Colombia pero son lo suficientemente interesantes para buscar un mayor desarrollo.

Figura II: Matriz de atractivo



2. Observaciones relevantes para la autoridad minera colombiana

2.1 El estudio demuestra que Asia, y en especial China, es el motor de la demanda global de los minerales

Asia, y particularmente China, se han constituido en los motores del crecimiento de la demanda global de la mayoría de los minerales cubiertos en el presente estudio. China, en base a su industrialización y desarrollo, es el nuevo eje económico mundial. Colombia, a pesar de ser un país ubicado en la cuenca del Pacífico tiene relaciones comerciales de moderada importancia con esta región. La mayoría de la actividad comercial de Colombia está enfocada en EE.UU., la zona andina y del Caribe y Europa. Un factor relevante para el desarrollo de la industria minera en Colombia es el aumento de su presencia en estas regiones.

2.2 Los mercados son globales y no necesariamente hay que acceder a países específicos para obtener los beneficios

Una de las enseñanzas de este estudio, y tal como se señala en la introducción, es que no es necesario entrar físicamente en un mercado geográfico específico para obtener los beneficios de la

demanda de un mineral. Los mercados de los *commodities* estudiados son mayormente globales y en épocas de precios altos, como los observados en épocas recientes, benefician a todos los productores, con independencia de que vendan o no a las regiones cubiertas en este estudio (Asia, las Américas y Europa). Existen excepciones, principalmente en la roca fosfórica y, en menor medida, el mineral de hierro donde el precio del producto es bajo por lo que se generan mercados más regionales dado que el impacto del costo del flete son el valor total es significativo.

Hacia el futuro esto seguirá siendo válido, lo que quiere decir que el enfoque para Colombia debe estar en la captación de inversiones para el desarrollo de su oferta minera y no tanto en el acceso directo a mercados específicos. Cuando los depósitos son de la suficiente calidad para ser operados por los grandes jugadores de la industria, los temas comerciales, logísticos y de acceso a mercados son manejados completamente por ellos.

2.3 Colombia tiene potencial de aumentar su oferta de minerales al mundo aunque es necesario expandir el conocimiento geológico

Este potencial resulta de los bajos niveles de exploración que el país ha tenido en las últimas tres décadas, debido a diversas razones, entre ellas problemas de seguridad y la falta de una estructura más dinámica en el manejo de los recursos minerales. En épocas recientes, se han verificado avances relevantes principalmente en el establecimiento de una institucionalidad para el sector (como es el caso de la Agencia Nacional de Minería). Asimismo, es importante la mejora en materia de pacificación y seguridad del territorio nacional que ha tenido lugar en los últimos años. En este sentido, es natural un impacto positivo muy importante en la percepción internacional de Colombia en caso que resulte exitoso el actual proceso de negociación de paz con grupos guerrilleros.

Colombia hace parte de sistemas geológicos de significativa riqueza que deben ser explorados sistemáticamente. El reto para Colombia es cómo aumentar de manera dramática su geología básica para que pueda atraer mucha más inversión en exploración por parte de la comunidad minera internacional. En este sentido, es importante también el desarrollo y/o atracción de recursos humanos competentes en temas mineros (geólogos, físicos, químicos, etc.) para poder incrementar la base de conocimiento del país.

2.4 La principal implicación es cómo atraer inversión sostenible que permita desarrollar la industria de Colombia

Una vez identificadas las características del mercado de los 11 minerales bajo estudio, se desprende naturalmente la pregunta de cómo desarrollar ese potencial, si el Estado tiene recursos limitados para una actividad altamente riesgosa como la exploración y explotación de minerales.

La atracción de inversiones es una empresa dificultosa y se debe tener en cuenta un concepto básico básico: el capital es escaso y debe ser utilizado en aquellos proyectos que presentan las mejores perspectivas de retorno de la inversión. Por lo tanto, *cualquier país que desee atraer inversiones deberá necesariamente competir contra un sinnúmero de alternativas que las empresas mineras evalúan en forma constante.*

Existen múltiples partes interesadas en la industria minera, siendo los inversionistas sólo una de ellas. Generalmente existen objetivos o intereses contrapuestos entre los inversionistas, el Estado, las comunidades y las otras industrias asociadas en cuanto a cómo desarrollar la industria y cómo repartir sus beneficios. El papel de la autoridad minera es manejar estos objetivos contrapuestos y establecer marcos de actuación equitativos que permitan el desarrollo de la industria en forma sostenible y posibilitando relaciones beneficiosas para la mayoría de partes interesadas.

Colombia tiene algunos sectores de la industria minera que han logrado posicionarse mundialmente, como el carbón térmico y el níquel. El reto es tratar de replicar esas experiencias en otros minerales.

3. Actualización del presente estudio a futuro

Como mencionado en la introducción y a lo largo del presente documento, la mayoría de los datos consultados en este estudio son parte de las bases de datos y plataformas económicas de CRU Analysis. Sin embargo existen otra serie de datos que fueron consultados en suscripciones especiales por las que CRU Strategies o CRU Analysis pagaron por consultar la información. Algunas otras son asociaciones o entidades que proporcionan la información de manera gratuita.

Dado el énfasis puesto por la institucionalidad colombiana en los 11 minerales estratégicos, una alternativa válida para el Gobierno de Colombia es la suscripción a los servicios regulares de CRU Analysis para aquellos mercados cubiertos regularmente:

Tabla I: Lista de publicaciones especializadas producidas por CRU Analysis

		Noticias y Análisis (diaria/semanal)	Seguimiento Mensual	Proyecciones (de cinco años) trimestrales	Análisis de Largo Plazo	Estructura y Proyecciones de Costos
Metales Básicos	Cobre (concentrados)		✔	✔	✔	✔
	Cobre (metal)	✔	✔	✔	✔	
	Níquel (productos intermedios)		✔	✔		✔
	Níquel (metal)	✔	✔	✔	✔	
	Cromo (y ferro-cromo)		✔	✔		✔
Metales Preciosos	Oro			✔		✔
	Plata			✔		✔
	Platino			✔		
Mineral de Hierro y Acero	Mineral de Hierro	✔	✔	✔	✔	✔
	Carbón metalúrgico	✔	✔	✔	✔	
	Coque	✔	✔	✔		
Fertilizantes	Roca fosfórica	✔	✔	✔	✔	✔
	Fertilizantes de Fosfato		✔	✔	✔	✔
	Potasio	✔	✔	✔	✔	✔
Metales menores*					✔	

Data: CRU

*** Metales menores incluyen vanadio, tungsteno, tierras raras, germanio, uranio y titanio.**

Sin embargo, es conveniente evaluar si es necesario obtener esa información en forma tan regular y cuál es la relación costo-beneficio. Asimismo, las publicaciones de CRU Analysis son producidas en inglés, contienen mucha información que puede resultar no relevante para la actualización de este estudio y tiene restricciones de publicación a terceros.

La recomendación general es identificar las secciones discretas de este estudio que se consideren importantes para ser actualizadas, incluyendo su periodicidad y relevancia. Luego establecer cuáles de ellas son esenciales y justificarían la suscripción a una base de datos o producto regular, ya sea de CRU Analysis u otra compañía.

Capítulo 1 – Introducción

1.1 Acerca de este estudio

El presente reporte se presenta en cumplimiento al contrato de consultoría No. 19547-003-2013 suscrito el 6 de Mayo de 2013 entre Fiduciaria La Previsora S.A. quien actúa como vocera del patrimonio autónomo "UPME", y CRU Strategies. Dicho contrato, que se celebró como resultado de la Oferta Pública No.006-2013, estableció los entregables, las metodologías y los términos generales para el desarrollo del presente estudio.

Habiendo transcurrido más de 5 años desde los análisis que CRU realizara para la UPME en relación a los productos mineros colombianos en los mercados de Asia y Europa, la Unidad consideró pertinente realizar un nuevo estudio enfocado a caracterizar estos mercados, incorporando además a la región de las Américas y el Caribe, como así también analizar los principales minerales producidos y exportados por Colombia.

Asimismo, el proyecto está en concordancia con la directriz fijada por la Resolución 180102 del 30 de enero de 2012 que catalogó como de interés estratégico para Colombia los siguientes 11 minerales: oro, platino, cobre, minerales de fosfatos, minerales de potasio, minerales de magnesio, carbón metalúrgico y térmico, uranio, hierro y coltán.

Esta introducción trata de los objetivos del estudio y las metodologías utilizadas tanto para la recolección de la información como para el análisis de la misma.

1.2 Objetivos generales y específicos del estudio

1.2.1 Objetivo general

De acuerdo a las Condiciones Técnicas de Contratación el presente estudio será realizado *"con el propósito de tener información actualizada, que sea relevante para la toma de decisiones del sector y promover el aprovechamiento racional, técnico y responsable de los recursos minerales de propiedad estatal, atraer inversión nacional y extranjera e incentivar la economía nacional y el desarrollo regional"*.

En virtud de esta meta, CRU ha decidido encarar el estudio de manera de poder CRU considera que esencialmente este estudio debe permitir al lector tener **un claro entendimiento del atractivo** presentado por cada uno de los minerales analizados. Sólo identificando y priorizando aquellos elementos con mayor potencial el Gobierno Colombiano podrá cumplir el objetivo antes mencionado.

1.2.2 Objetivos particulares

Asimismo, la UPME fijó los siguientes objetivos específicos, enfocados fundamentalmente en los mercados de Europa, Asia y las Américas y el Caribe:

1. *Dimensionar el mercado minero por país: estructura de la oferta, producción, importaciones, países de origen de las importaciones, exportaciones, destinos de las exportaciones etc.*
2. *Caracterizar la demanda por país: principales consumidores, niveles de consumo por actividad económica, precios de importación y de consumo interno, los requerimientos específicos de la demanda para los diferentes productos, entre otros temas.*
3. *Analizar y pronosticar a corto, mediano y largo plazo (20 años) el comportamiento de la demanda, la oferta y los precios por mineral. Se deben suministrar los modelos econométricos utilizados, que permitan su actualización permanente y sirva de soporte para la realización del seguimiento y análisis de la coyuntura de los mercados objeto del estudio.*
4. *Analizar la competencia por cada mineral estratégico de Colombia, principales competidores, matriz DOFA, análisis de las cinco fuerzas de Porter por cada mineral.*
5. *Analizar las condiciones de acceso a los mercados: sistema arancelario, impuestos a la producción, importación y exportación, barreras para-arancelarias, tratamiento administrativo*

aplicado a la importación, acuerdos comerciales aplicables, asuntos de regulación, desarrollo de infraestructura, alianzas y tratados, entre otros.

6. *Definir y analizar la estructura de la industria minera en los mercados objeto de estudio. Incluyendo, los diferentes operadores mundiales por mineral y los principales fondos o fuentes de financiamiento tanto para exploración como explotación en el mundo.*

7. *Identificar las diferentes condiciones de Concesión o formas de contratos mineros entre el Estado y los particulares en los países objeto de este análisis. De igual forma especificar las regalías, impuestos, contraprestaciones y demás ingresos capturados por el Estado de dichos contratos por mineral.*

8. *Construir una base de datos histórica de la producción y el valor del PIB (en pesos o dólares constantes) de los principales competidores mineros para un periodo mínimo de 20 años y estimar el valor del PIB minero hasta el año 2032 de cada competidor a partir de un análisis econométrico basado en los supuestos productivos de sus principales industrias mineras. Se deben suministrar los modelos econométricos utilizados, que permitan su actualización permanente y sirva de soporte para la realización del seguimiento y análisis de la coyuntura de los mercados objeto del estudio.*

1.3 Enfoque general: entendiendo el atractivo

En línea con los objetivos trazados en las Condiciones Técnicas Necesarias, CRU considera que esencialmente este estudio debe permitir al lector tener **un claro entendimiento del atractivo** presentado por cada uno de los minerales analizados.

Sólo identificando y priorizando aquellos elementos con mayor potencial el Gobierno Colombiano podrá cumplir el objetivo de "*promover el aprovechamiento racional, técnico y responsable de los recursos minerales de propiedad estatal, atraer inversión nacional y extranjera e incentivar la economía nacional y el desarrollo regional"*.

De este modo, el presente estudio, a través de un profundo análisis de cada mineral estratégico, intentará asistir a la UPME en responder la siguiente pregunta fundamental:

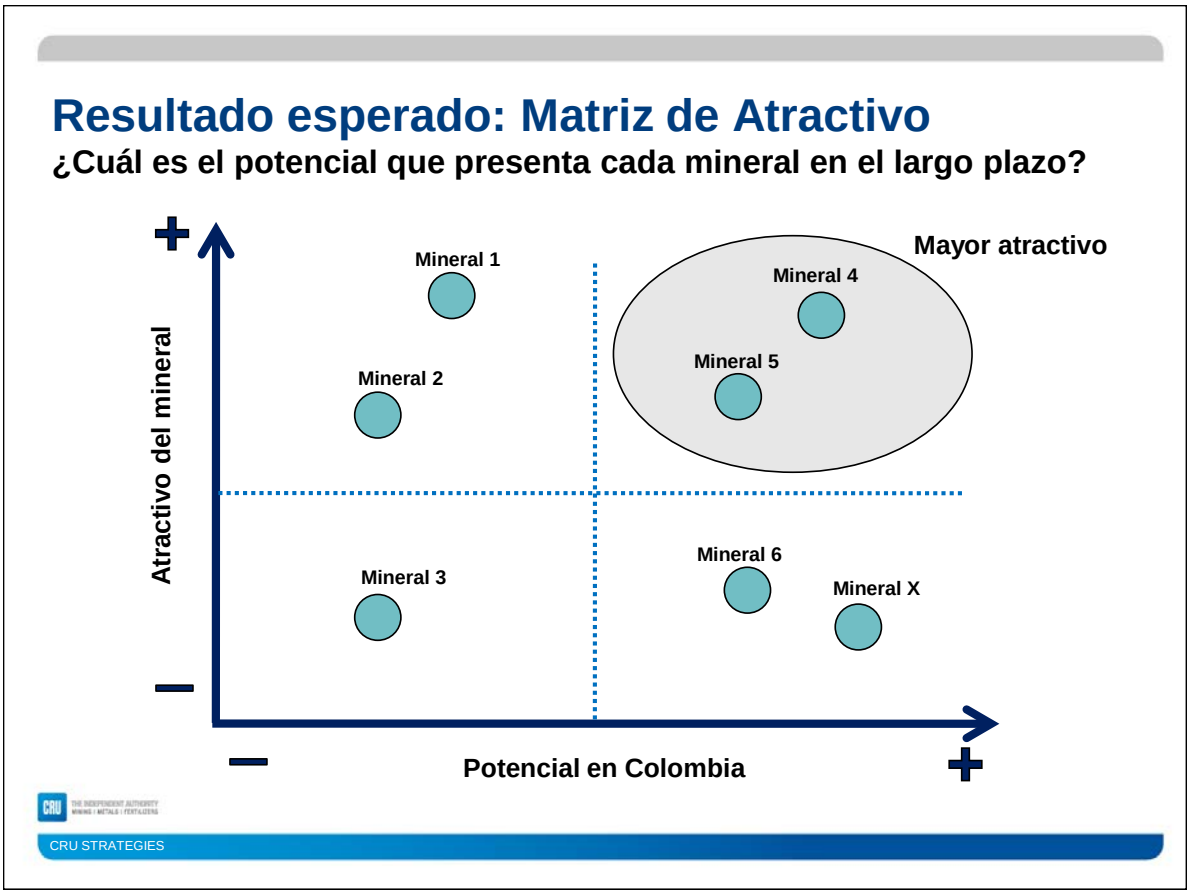
¿Cuáles son los minerales más atractivos para la industria minera de Colombia y el país en general, dados sus propios recursos naturales y el contexto mundial de cada uno de ellos?

El estudio estará enfocado en dos dimensiones que, tomadas en conjunto, permitirán elaborar conclusiones relevantes para la UPME:

- **El atractivo intrínseco de cada mineral**, es decir, cuáles son las perspectivas futuras del *commodity* en relación a brindar retornos atractivos a los jugadores de la industria. El resultado permitirá dar una opinión respecto de cuán atractivo es *per sé* cada mineral.
- **La posición competitiva de Colombia,** es decir, cuáles son las ventajas y desventajas del país en comparación con los principales productores de cada mineral. El atractivo de Colombia va a estar dado tanto por elementos exógenos que no pueden ser modificados (principalmente, sus recursos naturales) como endógenos donde sí es posible mejorar -o desmejorar- la posición de Colombia (sistema impositivo, infraestructura, regulaciones ambientales, etc.).

La combinación de estos dos vectores permitirá construir una "Matriz de Atractivo" donde cada elemento será ubicado en un cuadrante en función de sus características, tal como muestra la gráfica abajo. En relación a aquellos elementos que estén bajo la esfera de acción del Gobierno de Colombia, se brindará un *set* de recomendaciones buscando mejorar la posición relativa del país, mirando a las mejores prácticas de la industria y teniendo en cuenta el atractivo para potenciales inversores.

Figura 1.01: Resultado esperado del estudio



1.4 Descripción de las metodologías utilizadas

Las metodologías usadas para la realización del estudio fueron múltiples, dada la complejidad y amplio alcance del mismo. A continuación se explican los conceptos y las metodologías más relevantes de este estudio, correspondientes a tres actividades bien diferenciadas:

- Captura de información.
- Modelación de pronósticos de oferta, demanda y precios.
- Análisis de la información.

1.4.1 Metodologías usadas en la captura de información

Las metodologías aplicadas en la recolección de información naturalmente varían en función del tipo de datos requeridos. En primer lugar es importante poner en contexto el acceso único a bases de datos de las industrias mineras y de metales que CRU Strategies posee.

Siendo parte del grupo de compañías CRU International Ltd, **CRU Strategies cuenta con el acceso privilegiado a las bases de datos de nuestra empresa hermana CRU Analysis**, la cual se especializa en la investigación de los mercados (oferta, demanda, balance de mercado, precios, etc.), así como también en la publicación de reportes dedicados mensuales, trimestrales, anuales y estructuras de costos, de los principales minerales y metales industriales (ver detalle en Tabla 1.01). Dichos reportes son reconocidos como los líderes en el mercado a nivel mundial

Tabla 1.01: Lista de publicaciones producidas por CRU Analysis

		Noticias y Análisis (diaria/semanal)	Seguimiento Mensual	Proyecciones (de cinco años) trimestrales	Análisis de Largo Plazo	Estructura y Proyecciones de Costos
Aluminio	Bauxita		✔	✔	✔	✔
	Alumina		✔	✔		✔
	Aluminio metal (primario)	✔	✔	✔	✔	✔
	Semi-fabricados		✔	✔		✔
	Productos de Carbono		✔	✔	✔	✔
	Tarifas de energía			✔		
Metales Básicos	Cobre (concentrados)		✔	✔	✔	✔
	Cobre (metal)	✔	✔	✔	✔	
	Plomo (concentrados)		✔	✔		✔
	Plomo (metal)	✔	✔	✔	✔	
	Zinc (concentrados)		✔	✔		✔
	Zinc (metal)	✔	✔	✔	✔	
	Níquel (productos intermedios)		✔	✔		✔
	Níquel (metal)	✔	✔	✔	✔	
	Cromo (y ferro-cromo)		✔	✔		✔
	Molibdeno		✔		✔	
	Cobalto		✔		✔	
	Estaño	✔	✔			
Metales Preciosos	Oro			✔		✔
	Plata			✔		✔
	Platino			✔		
	Paladio			✔		
Mineral de Hierro y Aceros	Mineral de Hierro	✔	✔	✔	✔	✔
	Manganeso (mineral y ferroaleaciones)		✔	✔		✔
	Metálicos (chatarra, HBI/DRI y pig iron)	✔	✔	✔		
	Carbón	✔	✔	✔	✔	
	Coque	✔	✔	✔		
	Aceros al carbón (incluso semi acabados)	✔	✔			✔
	Planos (HRC, CRC, Galvanizados y Placas)	✔	✔	✔		✔
	Largos	✔	✔	✔		✔
	Acero inoxidable		✔	✔		
	Silicio		✔	✔		✔
Fertilizantes	Roca fosfórica	✔	✔	✔	✔	✔
	Fertilizantes de Fosfato		✔	✔	✔	✔
	Fosfato Industrial y Fosfato de Nutrición Animal		✔	✔	✔	
	Potasio	✔	✔	✔	✔	✔
	Urea y Amoníaco (nitrogenados)	✔	✔	✔		✔
	Azufre y Ácido Sulfúrico	✔	✔	✔		
Metales menores*					✔	
Análisis Macroeconómicos				✔		

Data: CRU Strategies

*** Metales menores incluyen vanadio, tungsteno, tierras raras, germanio, uranio y titanio.**

A continuación se describen las principales categorías de datos necesarios para el desarrollo del presente estudio y cómo CRU Strategies ha desarrollado su recolección.

1.4.1.1 Datos macroeconómicos de Europa, Asia y las Américas y el Caribe

CRU Strategies utiliza primariamente información generada por el Equipo Económico de CRU, ubicado en Londres, que realiza sus propios análisis y recopila datos macroeconómicos históricos y proyectados, basados en las mejores instituciones de investigación como por ejemplo:

- PIB, Producción Industrial (PI) e Inversión de las principales economías del mundo: Oxford Economics Forecasts (OEF) la cual produce pronósticos de PI e inversión por sectores.
- PIB, tasas de cambio, inflación para países no cubiertos por OEF: Fondo Monetario Internacional – World Economic Outlook.
- Precios de energía (crudo, gas, electricidad) para países pertenecientes a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y principales países en Latinoamérica: Agencia Internacional de Energía (AIE).
- Datos de costos laborales y para las industrias de metales en Estados Unidos y otras economías mayores, costos de maquinaria para las industrias mineras y de metales: The US Bureau of Labor Statistics.
- Precios de referencia para mercados del gas en América del Norte y Europa: World Gas Intelligence.
- Datos de comercio exterior: se usaron los registros de la base de datos de comercio exterior Global Trade International Services (GTIS). Para el caso de fertilizantes se utilizaron las bases de datos de International Fertilizer Industry Association (IFA). Para el análisis de comercialización se considerará a la Unión Europea como un bloque único, de modo que las exportaciones e importaciones realizadas entre países miembros no están reflejadas en las tablas. Similar metodología se utilizó para el estudio realizado en el año 2007.

Toda la información descrita anteriormente y la proveniente de otras fuentes específicas, son combinadas en un modelo propio que produce pronósticos detallados de la mayoría de los fundamentales económicos, tanto de oferta como de demanda, para las industrias mineras y de metales. Dichos pronósticos cubren la mayoría de los países productores y consumidores de *commodities*.

Un mayor detalle sobre las premisas macroeconómicas más importantes usadas en el estudio se encuentra disponible en la próxima sección de este capítulo.

1.4.1.2 Datos específicos de los mercados de los productos mineros a estudiar

Como explicado anteriormente, CRU Strategies posee acceso privilegiado a las bases de datos de su empresa hermana CRU Analysis, con lo cual se cubren todos los minerales y metales del mundo descritos en la Tabla 1.01. Esta fuente de información primaria es complementada por investigaciones adicionales y con mayor grado de detalle cuando sea necesario.

1.4.1.3 Datos de aranceles, costos de transporte, fletes, seguros y otros gastos de comercialización

CRU Strategies posee un modelo de simulación de costos de fletes marítimos el cual es usado como plataforma para todos nuestros estudios de costos de la industria minera detallados en la Tabla 1.01. Este modelo contiene todos los puertos principales en el mundo así como los fletes históricos y proyectados basados en la oferta y demanda para el transporte de mercancías a granel, y en los precios internacionales del crudo.

Para otros gastos de comercialización y seguros se utilizan nuestras plataformas de costos, según sea relevante, o realizaremos investigaciones con las entidades y representaciones comerciales mencionadas anteriormente.

En el caso de tarifas de aranceles, CRU Strategies posee bases de datos propias y suscripción a publicaciones especializadas que compilan ésta información.

1.4.1.4 Datos de los minerales en Colombia

Las principales fuentes consultadas durante el desarrollo de este trabajo para las estadísticas relacionadas con los minerales de Colombia fueron los documentos de acceso público provistos por la UPME y a través del Sistema de Información Minero Colombiano (SIMCO).

1.4.2 Metodologías para la modelación de pronósticos de oferta, demanda y precios

A lo largo del estudio se utilizaron de manera significativa los modelos de pronósticos de oferta, demanda y precios. Los principales modelos empleados en el estudio se describen a continuación.

1.4.2.1 Pronósticos de la demanda de los productos mineros

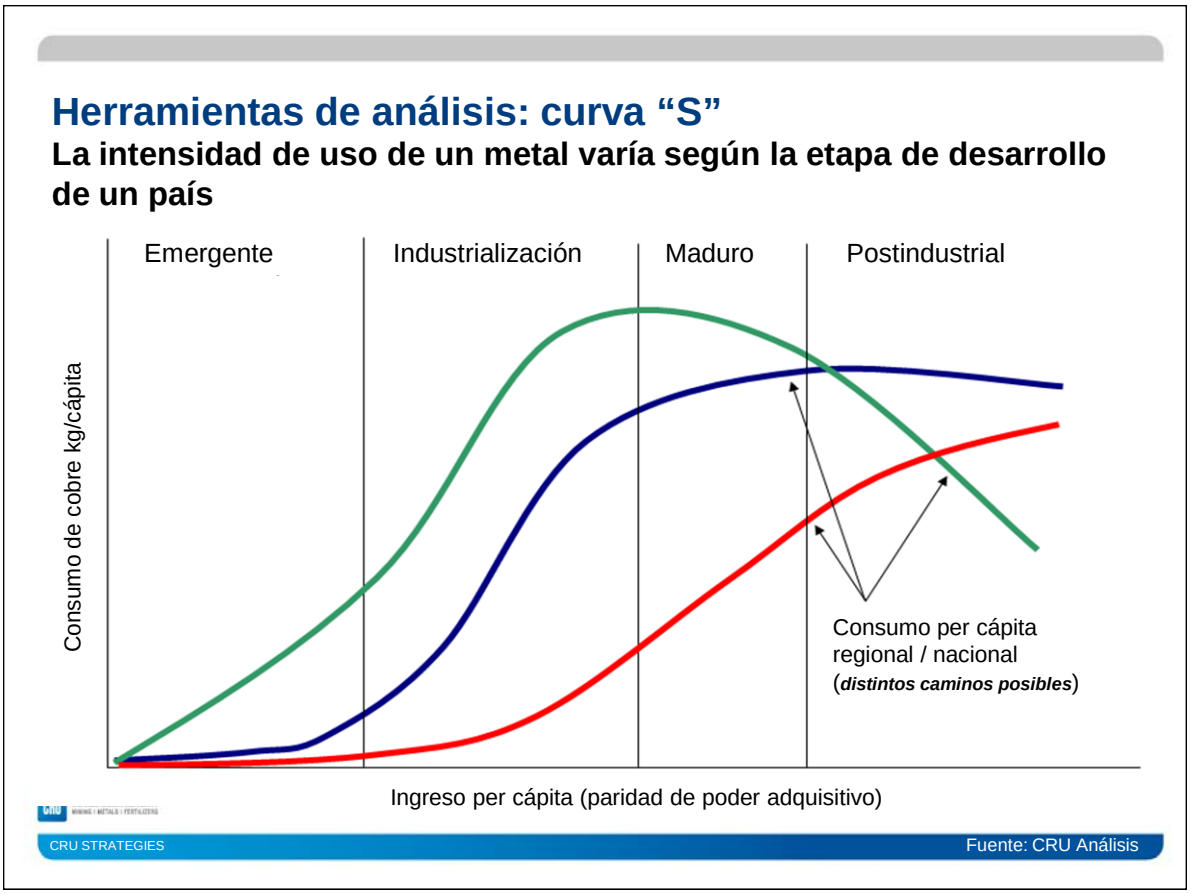
CRU Strategies y CRU Analysis poseen avanzados modelos de demanda para cada uno de los minerales listados en la Tabla 1.01, los cuales fueron estructurados de acuerdo a los determinantes particulares de cada mineral. En algunos casos, como por ejemplo el cobre, la demanda está

generada tanto por la base industrial que consume estos productos básicos para producir productos intermedios o finales, como por el grado de desarrollo económico del país que induce un consumo dado del metal per cápita.

Si se examinan tendencias históricas, se puede ver que hay un aumento fuerte del consumo de estos minerales “industriales” per cápita cuando un país pasa de una economía agraria a una fase industrial. La industrialización de un país exige un alto nivel de inversión en construcción e infraestructura y, en consecuencia, el uso de determinados elementos se incrementa fuertemente (tuberías en edificios, vías férreas etc.).

Sin embargo, el aumento de la intensidad de uso se reduce cuando una economía entra en la fase postindustrial, ya que esas economías, basadas en servicios y con un alto PIB per cápita, tienden a importar bienes manufacturados (electrodomésticos, autos etc.) de países con economías menos desarrolladas y con mano de obra más económica. De este modo, se puede determinar en qué punto del ciclo está un país y por lo tanto predecir cómo el consumo de un mineral puede evolucionar en el futuro. Este análisis es conocido como curva “S”.

Figura 1.02: Concepto de curva “S”



Finalmente, los modelos económicos de pronósticos de demanda incluyen también aspectos que impactan la demanda en el futuro, como la sustitución y los efectos de nuevas tecnologías, y la sensibilidad de esos aspectos a diferentes niveles de precios, especialmente cuando son muy bajos o muy altos.

1.4.2.2 Pronósticos de la oferta de los productos mineros

Para la modelación de la oferta de la mayoría de los minerales y metales descritos en la Tabla 1.01, CRU Strategies y CRU Analysis poseen una completa base de datos de operaciones y proyectos que abarcan al menos el 80% de la oferta de un metal o producto minero dado.

Esta base de datos contiene toda la información técnica y financiera relevante para establecer no sólo los costos y el volumen de producción en un año cualquiera, sino también para modelar impactos por cambios en capacidades de producción, e incluso la vida útil de la mina u operación.

Para la elaboración exitosa de pronósticos de oferta es importante hacer seguimiento permanente a las nuevas operaciones y/o expansiones que podrían entrar al mercado en un tiempo dado. Los modelos de oferta asignan probabilidades a los nuevos proyectos en cuanto a sus reales posibilidades de entrar en operación en un año dado, basados en los costos estimados de capital y de operación, y en riesgos políticos y de mercado. De esta manera se puede establecer para un proyecto determinado su potencial posición en la curva de oferta.

1.4.2.3 Pronósticos de balances de mercados y precios

Los pronósticos de precios de la mayoría de los metales industriales están basados en modelación económica que incorpora, por un lado, el concepto de balance de oferta y demanda para pronósticos de corto plazo (3-5 años) y, por otro lado, el concepto de costos marginales para los pronósticos de largo plazo (20 años en el caso del presente estudio). Todos los datos anteriores permiten establecer la zona de productores considerados marginales, los cuales tendrían que cerrar sus operaciones durante periodos largos de precios bajos.

CRU cuenta con un modelo propio que produce pronósticos de precios en el corto y mediano plazo, conocido como CompassMacro Model. Este modelo incluye la mayoría de los fundamentos económicos, tanto de oferta como de demanda, relevantes para las industrias mineras y de metales, cubriendo la mayoría de los países productores y consumidores de bienes básicos o commodities. Este modelo produce también tendencias de largo plazo para los indicadores económicos claves. Para periodos de sobreoferta, el modelo recalcula los costos de producción marginales de largo plazo basado en los productores con capacidad variable, y establece hasta donde deben caer los precios para balancear nuevamente el mercado. Para periodos de déficit, el modelo establece el nivel de precios hasta donde los consumidores empezarían a retirarse del mercado y/o accederían a productos sustitutos. Los modelos de balance de mercado y precios están montados sobre bases de datos macroeconómicas que permiten alimentar dinámicamente el modelo en variables como producción industrial, costos de energía, tasas de cambio, tasas de interés, costos laborales, costos de transportes, costos de materias primas, cambios en productividad, etc.

Todos los modelos están construidos sobre la premisa fundamental basados en la premisa fundamental que el costo marginal de largo plazo (CMLP) es la mejor estimación para el precio a largo plazo de un determinado commodity. Es importante destacar que el CMLP no es un número fijo sino un valor variable que cambia a través del tiempo. Se espera que el precio fluctúe alrededor

de este nivel pero puede ser más alto o más bajo por una variedad de razones (inventarios, desastres naturales, especulación, etc.)

El enfoque de CRU es estimar el CMLP de una industria mediante el modelado de la estructura de costos de una muestra representativa de proyectos probable y posible a fin de crear lo que puede ser caracterizada como una curva de oferta incremental. Esto muestra la capacidad adicional que puede ser económicamente justificada a precios cada vez más elevados.

1.4.3 Metodologías para el análisis de la información

Como es de esperar en un estudio de ésta magnitud, la calidad de los datos y los modelos son cruciales para llegar a conclusiones de valor; pero sin duda uno de los aspectos más importantes para alcanzar tales conclusiones es la profundidad de los análisis que se lleven a cabo.

1.4.3.1 Analizar las estructuras de competencia de los mercados en estudio

El análisis de estructuras de competitividad de una industria se puede hacer de múltiples maneras. Desde hace varios años, CRU Strategies ha usado el modelo de evaluación de competitividad de Michael Porter, más conocido como el modelo de las cinco fuerzas de competitividad.

A pesar de tener más de 25 años de vigencia, el modelo de competitividad de Porter es especialmente útil por poder interrelacionar de manera clara, simple y práctica los elementos claves que determinan la competitividad de una industria dada:

- Barreras de acceso para nuevos jugadores: costos de capital, geología, calidad del mineral, políticas internas de inversión, etc.
- Barreras de salida: costos de capital, costos de cierre, etc.
- Poder de negociación de proveedores: estructura de la industria de los proveedores, nivel de consolidación, sistema de precios (bolsas vs. contratos), etc.
- Poder de negociación de los clientes: estructura de la industria de los clientes, nivel de consolidación, sistema de precios (bolsas vs. contratos), canales de distribución, etc.
- Competencia entre participantes actuales: calidad de los activos mineros y operaciones, sistemas de mercadeo y ventas, número de participantes, sistemas de precios, etc.

Asimismo, el análisis del atractivo de los distintos minerales es multifacético e involucra no sólo el modelo de las 5 fuerzas de Porter sino también varios otros elementos (comportamiento demanda, limitaciones en la oferta, aspectos institucionales).

Figura 1.03: Modelo de las cinco fuerzas competitivas de Porter



Figura 1.04: Otros determinantes del atractivo de una industria



1.4.3.2 Determinar las ventajas competitivas de los productos colombianos

El nivel de competitividad de los países en los mercados de productos básicos está determinado, en gran parte, por los costos de producción pues no hay cabida para ninguna diferenciación en el sentido que estos productos son homogéneos.

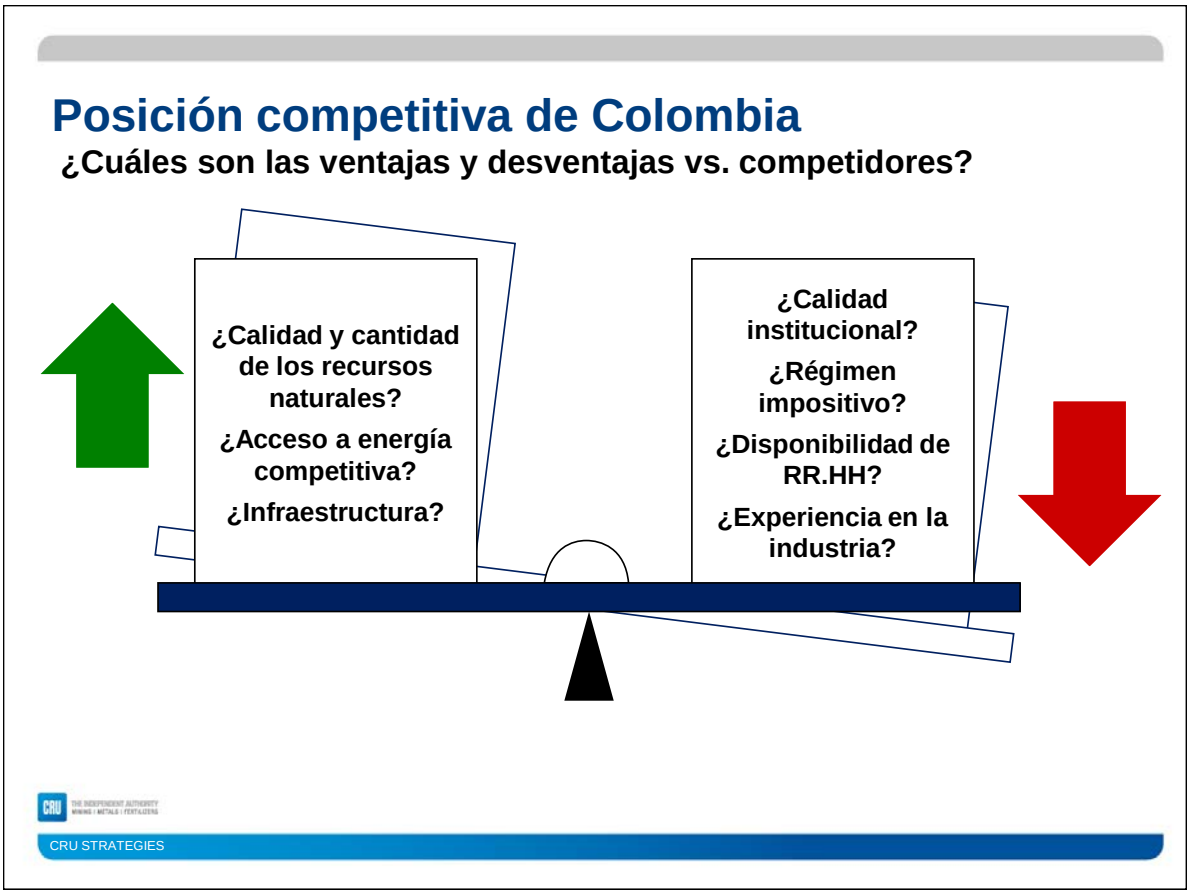
A pesar de que existe un sinnúmero de aspectos que podrían afectar la competitividad de una operación minera o de metales, los más relevantes son aquéllos que impactan los costos de producción y entrega del producto en los mercados consumidores finales. Entre estos se encuentran: acceso a depósitos de buena calidad, disponibilidad de energía a costos razonables, cercanía a los consumidores para aquellos productos, de un bajo precio unitario, e infraestructura capaz de permitir el transporte de los productos desde las minas hasta donde son demandados o embarcados a su destino final. Adicionalmente los mercados reconocen premios o penalidades basados en la

calidad de los productos minerales, que en algunos casos pueden significar la diferencia entre permanecer o no en el negocio.

Otros factores que determinan la competitividad de un país en un mercado de un producto básico como el de los minerales son los relativos a las políticas gubernamentales, las cuales pueden ser más o menos favorables para las operaciones involucradas. Entre estos factores cabe señalar tres tipos principales: impuestos y subvenciones a la producción, aranceles comerciales, y riesgos políticos. Los impuestos pueden ser de distintos tipos, destacándose los impuestos a la renta y regalías específicas a la producción minera. Por otro lado, las subvenciones son elementos que aumentan la competitividad de los países. Es parte integral de este análisis una evaluación detallada sobre el "*Government Take*"; es decir, la porción de los ingresos capturados por el Gobierno sobre el total de beneficios generados a lo largo de la vida útil de un proyecto minero determinado. Este análisis permite trazar conclusiones relevantes sobre la competitividad del régimen impositivo colombiano en comparación con los sistemas vigentes en otros países competidores por *commodity*.

Por su lado, los aranceles comerciales distorsionan la competencia toda vez que establecen barreras de entrada a productores más competitivos, con el objetivo de proteger la industria local. Finalmente un mayor riesgo político está asociado a una menor inversión, puesto que el riesgo del proyecto minero aumenta, afectando negativamente a la evaluación financiera del mismo. Este elemento será analizado principalmente a través de la encuesta del Fraser Institute midiendo el Potencial de Políticas Públicas (PPI por sus siglas en inglés).

Figura 1.05: Posición competitiva de Colombia



1.5 Premisas macroeconómicas generales

En adición a las publicaciones regulares elaboradas por CRU Analysis, en el presente reporte se han utilizado una serie de datos macroeconómicos que han sido entregados por el *CRU Economic Team.* Este equipo pone a disposición de CRU un detallado pronóstico a largo plazo de una serie de índices macroeconómicos por país, los que son actualizados cada trimestre de acuerdo a los cambios más recientes en las economías locales y regionales. Para asegurar la calidad e integridad de la información entregada en estas publicaciones, el equipo de CRU Economic cuenta con acceso a prestigiosas fuentes como lo son Oxford Economics Forecasts y el IMF Word Economic Outlook entre otros, además de contar con sus propias bases de datos y expertos en distintos temas.

Los indicadores económicos pronosticados tanto para un horizonte de cinco años (corto plazo) como para un horizonte de veinte años (largo plazo) están actualizados hasta el primer trimestre de 2013. Son utilizados de forma transversal a través del informe, e incluyen los siguientes datos:

- Crecimiento del PIB para países y regiones específicas
- Índice de Producción Industrial (PI) para países y regiones específicas
- Inflación esperada
- Tasa de cambio para cada divisa de interés con respecto al dólar
- Precio del petróleo
- Costos de capital para equipos mineros
- Costos de flete

De forma general, la perspectiva de CRU en cuanto a la industria y la economía mundial hasta la fecha especificada considera un crecimiento de la economía global para 2013 de tan sólo el 2,3%, debido a la lenta recuperación evidenciada en lo que lleva el año. Sin embargo, se espera que en lo que queda de 2013 la actividad económica se reactive a ritmos mayores de los vistos hasta ahora.

Figura 1.06: Evolución esperada del PIB mundial, 2013-2017

Se espera que el crecimiento global se recupere para 2014

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Desarrollados	**1,2**	**1,0**	**2,1**	**2,2**	**2,2**	**2,3**
EE.UU.	2,2	1,9	2,8	3,1	3,2	3,0
Japón	2,0	1,1	1,3	1,1	1,0	1,5
Europa Occ.	-0,2	-0,2	1,2	1,4	1,4	1,6
Emergentes	**4,7**	**4,9**	**5,6**	**5,6**	**5,4**	**5,4**
Brasil	0,9	2,8	4,0	4,1	4,0	3,8
Russia	3,4	3,0	3,5	3,5	3,7	4,0
India	5,0	5,2	6,2	7,2	7,2	7,2
China	7,8	8,0	7,8	7,7	7,6	7,2
Mundo	**2,3**	**2,3**	**3,2**	**3,3**	**3,3**	**3,3**

PIB medido con precios y tasas de cambio de 2005

Crecimiento se recuperaría en parte gracias a:

- Tasa de interés bajas y/o decrecientes
- Inflación menor en comida y energía
- Disminución en la austeridad fiscal

Data: CRU

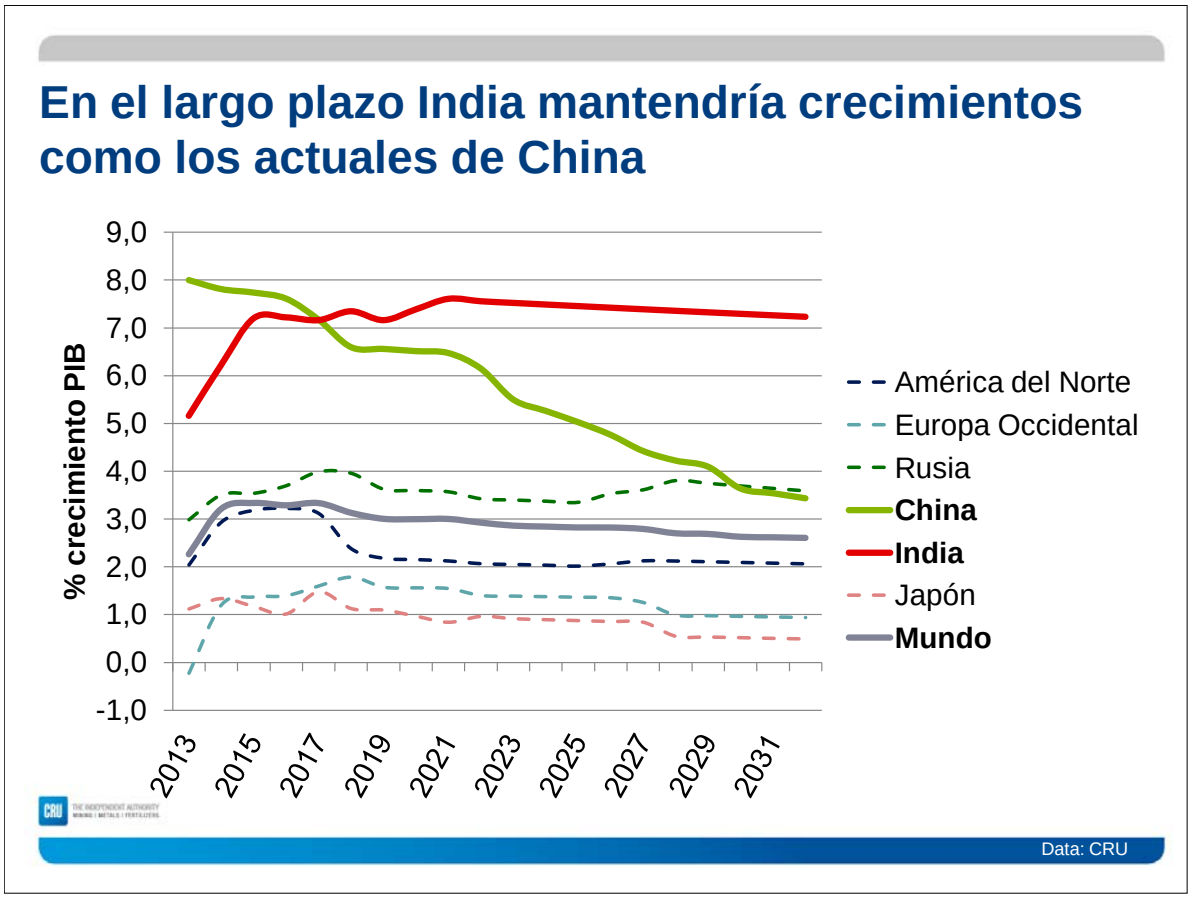
Para Estados Unidos, CRU espera que el segundo semestre de 2013 muestre una fuerte aceleración en la economía gracias a indicadores positivos como lo son las bajas tasas de interés actuales, mejores indicadores del mercado bursátil y la recuperación del mercado hipotecario. Esta tendencia debería mantenerse para el 2014 para estabilizarse en los años próximos. Japón, por su parte, ha anunciado una “flexibilización monetaria agresiva” que se espera estimule el crecimiento del país en el futuro cercano. En el caso de Europa Occidental la salida de la recesión de los últimos años ha sido lenta y no se espera que logre un crecimiento positivo en 2013. Alemania se muestra como un foco de estabilidad en la zona, mientras que España y Grecia se mantienen firmemente en recesión con crecientes cifras de desempleo.

En el caso de los países emergentes, el desempeño de China durante el año ha sido peor del esperado. Esto se ha reflejado fuertemente en el precio de los *commodities*. Aún así se espera que el aumento en el crédito emitido durante el primer trimestre de 2013 permita un aumento en el

crecimiento total del año. En los años siguientes, China debería ir disminuyendo su crecimiento principalmente por una disminución en inversiones y una desaceleración de la construcción. Por su parte, la economía India ha estado creciendo a la mitad de las tasas de hace dos años. La inversión y el consumo se mantienen débiles. Aún así, para 2014 el crecimiento debería presentar un aumento importante para estabilizarse en tasas cercanas al 7% en el mediano plazo.

En el largo plazo, un cambio importante que se espera es que China estabilice su crecimiento en torno al 3% anual mientras que India pasaría a ser el "nuevo China", con crecimientos superiores al 7% por año.

Figura 1.07: Evolución esperada del PIB mundial, 2013-2032



La Producción Industrial debería seguir la misma tendencia que el PIB por país. En el caso de China, en el corto plazo se espera una producción industrial mayor al crecimiento total del país. Rusia y Japón, con excepción de 2013, presentarían un crecimiento de la producción consistentemente mayor que el crecimiento en el PIB en el corto plazo, al igual que Estados Unidos.

En relación al petróleo, durante las últimas décadas el consumo de éste ha ido en aumento, al mismo tiempo que las principales reservas mundiales han ido disminuyendo su capacidad de producción. La mayor parte de estas reservas se encuentran bajo el control de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP), la que ejerce una fuerte influencia en la producción mundial y por lo tanto en el precio. Todo indica que el precio del petróleo debería ir aumentando en los próximos años, proyectándose un aumento de alrededor del 4% anual en el largo plazo.

1.6 Glosario

A continuación se incluye un glosario conteniendo la terminología más relevante utilizada a lo largo del estudio.

Tabla 1.02: Glosario

Término	**Definición**
'000	Miles de una unidad (toneladas, kilos, etc)
°C	Grado centígrado
BOF	Horno Básico de Oxígeno
BPL	*Bone Phosphate of Lime* (trifosfato de calcio)
c/ton	Centavo por tonelada
CAGR / TCAC	Tasa de crecimiento anual compuesto
CAPEX	Costo de capital
CCM	Magnesia calcinada cáustica
CEI	Comunidad de Estados Independientes
CFR	Costo y Flete (*Cost and Freight*)
cm	Centímetro
CMCP	Costo Marginal de Corto Plazo
CO_2	Dióxido de carbono
DBM	Magnesia calcinada
DRI/HBI	Hierro Directamente Reducido / Briqueta caliente de hierro
DWT	Tonelaje de peso muerto
EAF	Horno de Arco Eléctrico
EFM	Magnesia electrofusionada
ETF	Exchange Traded Funds
Fe	Hierro
FOB	Franco a Bordo (*Free on Board*)
g/cm3	Gramo por centímetro cúbico
GJ/ton	Gigajoules por tonelada
GNL	Gas Natural Licuado
GTIS	Global Trade Information Services

Tabla 1.02: Glosario (continuación)

GW	Gigawatt
GWe	Gigawatt eléctrico
H_2SO_4	Ácido sulfúrico
HCC	Carbón de coque duro
HCl	Acido Clorhídrico
HSLA	Acero de alta resistencia y baja aleación
K_2O	Fertilizantes potásicos (óxido de potasio)
kcal/kg	Miles de calorías por kilogramo
KCl	Cloruro de potasio
Kg	Kilogramo
Koz	Miles de onzas troy
kWh	Kilowatt / hora
LME	Mercado de Metales de Londres
LRMC / CMLP	Costo Marginal de Largo Plazo
MENA	Medio Oriente y Norte de África
$MgCO_3$	Carbonato de Magnesio
MgO	Magnesia (óxido de magnesio)
MGP	Metales del Grupo Platino
mm	Milímetro
MPPL	Mercado del Platino y Paladio de Londres
MW	Megawatt
Nb_2O_5	Pentóxido de niobio
OMC	Organización Mundial del Comercio
ONU	Organización de las Naciones Unidas
oz	Onza troy
P_2O_5	Pentóxido de fósforo
PIB	Producto Bruto Interno
SSCC	Carbón de coque semi suave
t / ton / tn	Tonelada
Ta_2O_5	Tantalita
TC/RC	Cargo por tratamiento y refinación
tpa	Tonelada por año
Twh	Terawatt / hora
U_3O_8	Óxido de Uranio
UF_6	Hexafluoruro de uranio
US$/GJ	Dólares estadounidenses por gigajoule
US$/lb	Dólares estadounidenses por libra
US$/oz	Dólares estadounidenses por onza troy
US$/ton - $/t	Dólares estadounidenses por tonelada
USD / $ / US$	Dólares estadounidenses
USGS	United States Geological Service
WGC	World Gold Council

CRU Strategies

Capítulo 2 – Temas transversales

2.1 La encuesta del Fraser Institute

2.1.1 Introducción

El desarrollo de un yacimiento minero requiere un alto nivel de capital y puede tener un plazo de desarrollo de hasta 10 años. Por eso las mineras, cuando están evaluando futuros proyectos, prestan mucha atención a la situación económica y política del país donde se ubica el yacimiento. Si decidan seguir adelante con el proyecto, éste implicará un gran compromiso financiero y una larga estancia en el país, por los que quieren asegurar que el ambiente político y económico del país fomente el desarrollo de una mina. Una buena indicación del atractivo de un país en cuanto a la minería es su puntaje en la encuesta anual del Fraser Institute.

2.1.2 La encuesta del Fraser Institute

La Encuesta Anual de la Minería de la entidad canadiense Fraser Institute clasifica los países mineros según su potencial como destino de la inversión extranjera. Uno de los índices, el índice del potencial de política pública (el PPI por sus siglas en ingles), sirve como una indicación para los gobiernos del atractivo de sus políticas desde el punto de vista de un gerente o ejecutivo dedicado a la exploración y/o la minería.

Cada país recibe un puntaje sobre 100; los puntajes finales se basan en la proporción de participantes que piensan que el factor político “fomenta la inversión”.

El índice captura las opiniones de gerentes y ejecutivos mineros sobre 17 factores políticos:

1. La incertidumbre sobre la administración, interpretación o aplicación de las reglas actuales;
2. La incertidumbre sobre los reglamentos ambientales (la estabilidad de las reglamentos, la consistencia y el plazo del proceso reglamentario, los reglamentos no basadas en ciencia);
3. La duplicación reglamentaria e inconsistencias;
4. El sistema jurídico (un proceso jurídico que es justo, transparente, sin corrupción, oportuno, con administración eficiente);
5. El régimen tributario (incluye los impuestos personales, corporativos, sobre el capital, etc., y la complejidad de su cumplimiento);

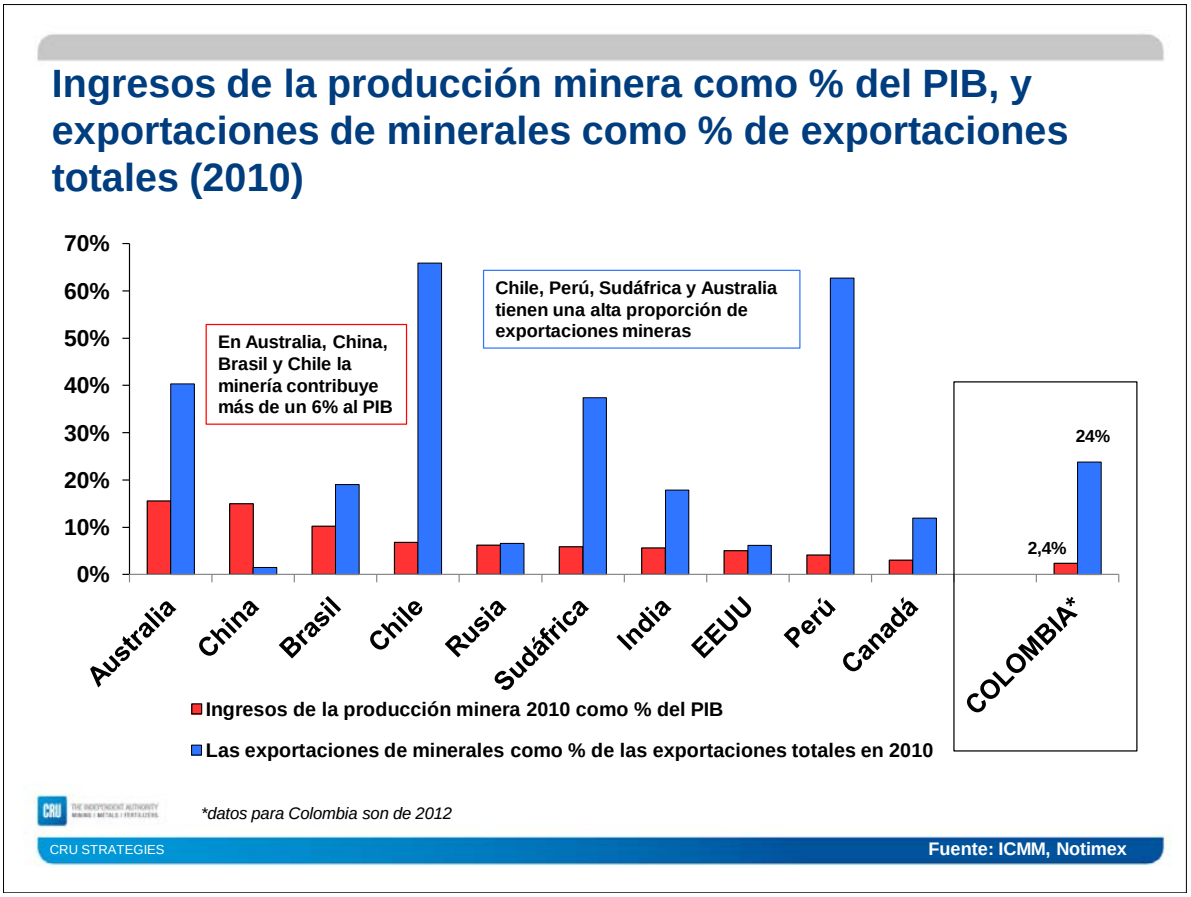
6. La incertidumbre sobre las reclamaciones referentes a la propiedad de tierras contenciosas;
7. La incertidumbre sobre el tipo de área que se clasificará como protegida;
8. La infraestructura (incluye el acceso a carreteras, el suministro de energía, etc.);
9. Acuerdos socioeconómicos o las condiciones del desarrollo comunitario (incluye el suministro de infraestructura social, como colegios y hospitales, o los requisitos locales de compra);
10. Las barreras comerciales (las barreras arancelarias y no arancelarias, las restricciones a la repatriación de beneficios, las restricciones de divisas, etc.);
11. La estabilidad política;
12. Las normas y acuerdos laborales, los conflictos laborales, la militancia laboral;
13. La calidad de la base geológica (incluye la calidad y escala de los mapas, la facilidad de acceso a información, etc.);
14. El nivel de seguridad (la seguridad física por causa de la amenaza de atentados terroristas, criminales, grupos guerrilleros, etc.);
15. La disponibilidad de mano de obra y su nivel de competencia;
16. El nivel de corrupción (u honestidad), y;
17. La incertidumbre en cuanto a la política minera y su implementación.

2.1.3 La posición de Colombia

Para evaluar el puntaje de Colombia en la encuesta del Fraser Institute, hemos comparado su resultado con el de los 10 países que tienen la mayor contribución de la minería al PIB[1].

[1] Datos del International Council on Metals & Mining (ICMM) para el año 2012

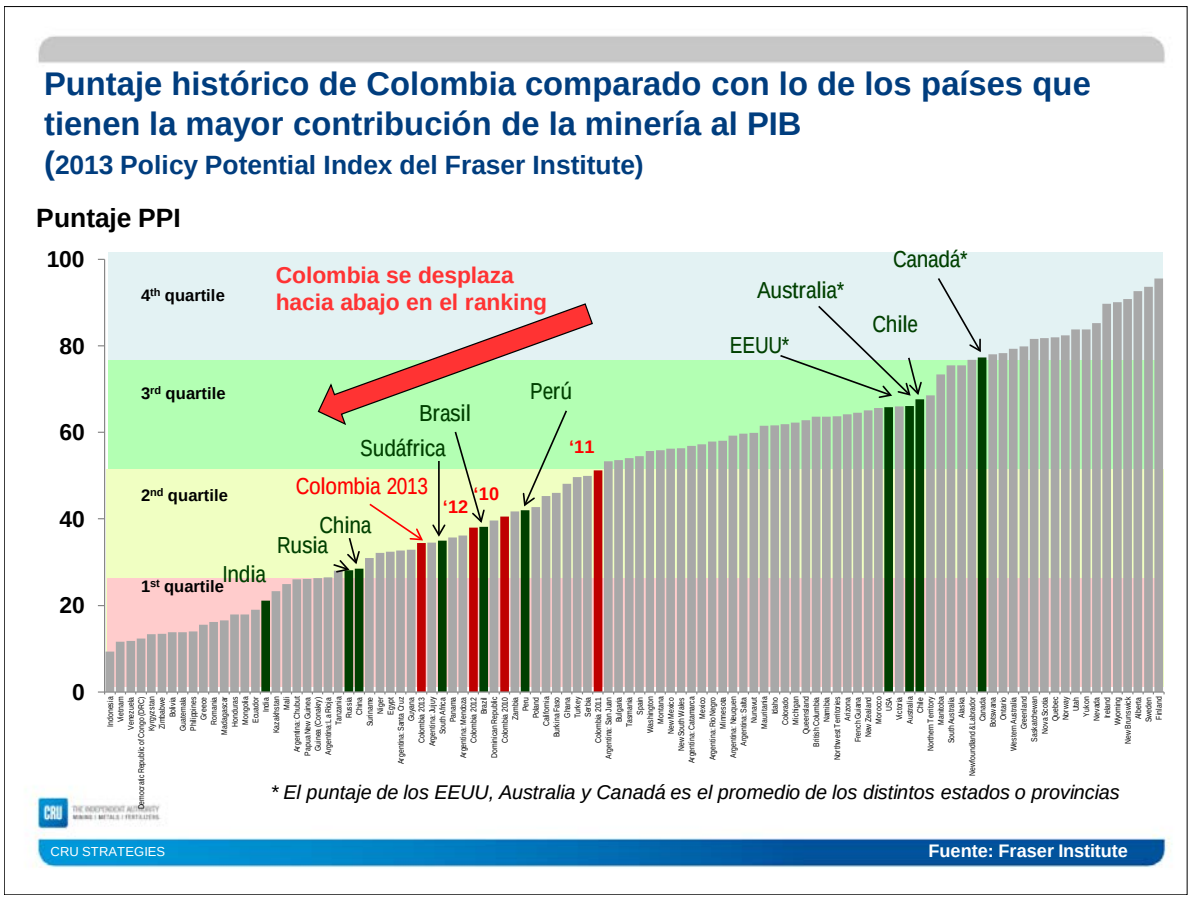
Figura 2.01: Ingresos de la producción minera como % del PIB y exportaciones de minerales como % de exportaciones totales



Los países que dependen mucho de la minería en cuanto a su contribución al PIB son: Australia (15,6%), China (15,0%), Brasil (10,2%) y Chile (6,8%). Australia y Chile exportan mucha de su producción minera, en cambio Brasil y China consumen la gran parte de su producción dentro del país.

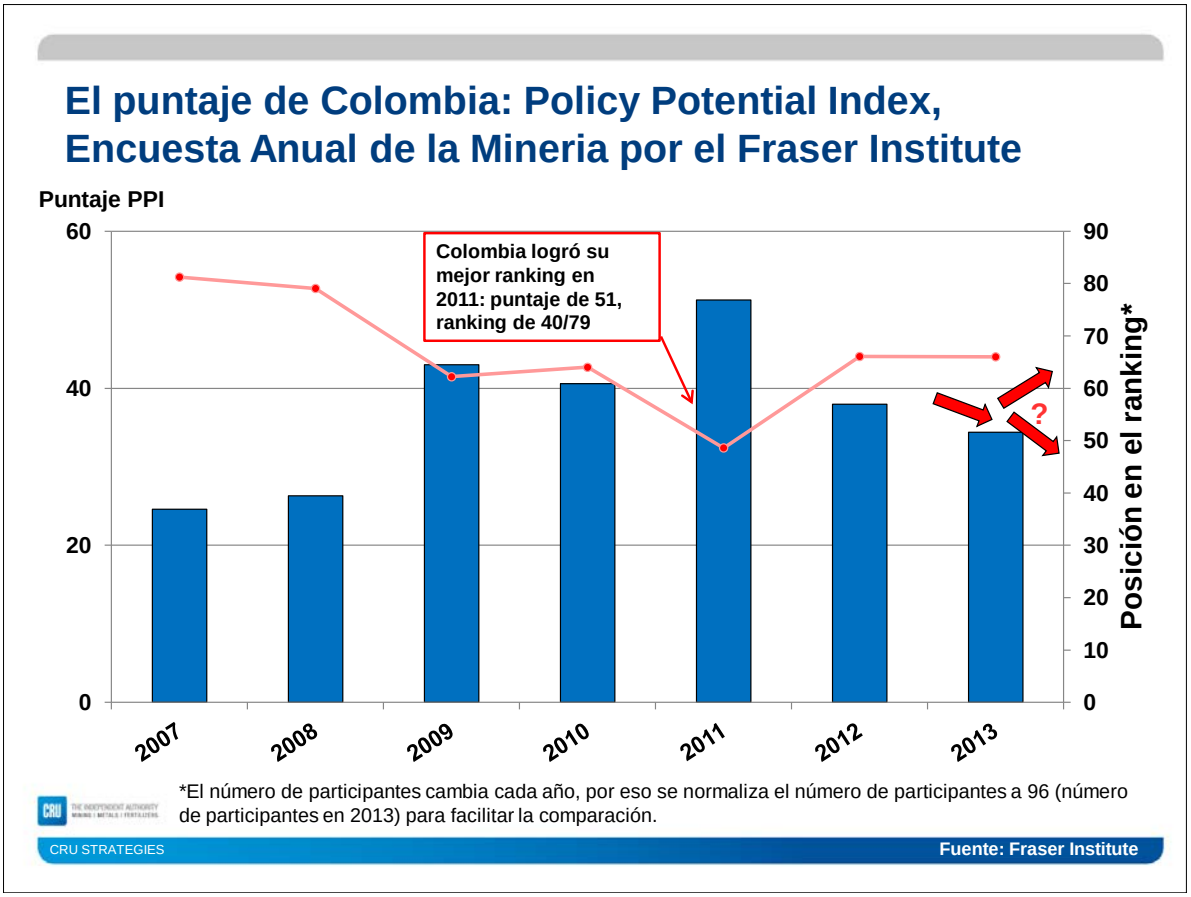
En el siguiente gráfico destacamos la posición de estos 10 países en el índice PPI del Fraser Institute y seguimos el puntaje de Colombia desde 2010. Se puede ver que existen dos distintos grupos: los EEUU, Australia, Canadá y Chile están todos en la última parte del tercer cuartil, casi en el cuarto, con un puntaje bastante alto, mientras los otros países tienen puntajes menores: Perú, Brasil, Sudáfrica, China y Rusia están todos en el segundo cuartil, e India es el único país dentro del primer cuartil. La posición de Colombia se ha desplazado hacia abajo en el ranking durante los últimos años: llegó a su puntaje máximo en 2011 con 51,24, luego bajó a 38,0 en 2012 y en 2013 bajó otra vez a 34,4.

Figura 2.02: Puntaje histórico de Colombia comparado con el de los países que tienen la mayor contribución de la minería al PIB



Colombia, desde su inclusión en la encuesta por primera vez en 2007, siempre ha conseguido un puntaje de entre 20 y 50.

Figura 2.03: El puntaje de Colombia: Policy Potential Index



2.1.4 Los factores políticos claves

Los países con puntajes altos (Canadá, los EEUU, Australia y Chile) recibieron una alta proporción de respuestas de "sí, fomenta la inversión" para un par de factores claves, mientras Colombia recibió un puntaje bastante bajo para los mismos factores.

2.1.4.1 La calidad de la base geológica

Como mencionamos en otros capítulos de este informe, Colombia no cuenta con un potencial estimado ni registros de reservas según normas internacionales, lo cual dificulta la exploración, y por eso recibió un ranking de 70 sobre 96. En cambio, Canadá tiene un ranking alto de 14 sobre 96[2], debido en gran parte a la Encuesta Geológica de Canadá (GSC por sus siglas en inglés), la cual

[2] Ranking promedio de las provincias canadienses.

proporciona mapas geológicos del país con el potencial mineral de cada provincia. Cabe destacar que los participantes de la encuesta dieron su opinión sobre la calidad de información geológica disponible en cada país, y no la dotación de recursos. Sin embargo, organizaciones como la GSC promueven el país como un destino minero y publicitan sus recursos naturales.

2.1.4.2 El nivel de seguridad

Otro factor importante para las mineras, pero en que Colombia tiene un ranking muy bajo (93 de 96), es el nivel de seguridad dentro del país. Las mineras quieren asegurar la seguridad de sus empleados, especialmente los que trabajan en las operaciones, ya que normalmente están ubicadas en áreas remotas. En Colombia, muchos de los recursos están ubicados en el norte y este del país, en la cordillera de los Andes, la cual es la zona con una incidencia alta de actividad FARC. Además, es imposible explorar algunos departamentos del país, por ejemplo Cauca y Nariño, debido a la presencia de grupos armados. No obstante, las percepciones de los participantes no necesariamente reflejan la situación actual en Colombia, y muchos de las opiniones se basan en acontecimientos de los años 80 y 90, ya que el nivel de seguridad se ha mejorado mucho desde aquella época. Se podría cambiar la imagen del país mediante la difusión de estadísticas actualizadas más una campaña publicitaria desatancando los cambios que se han realizado durante las últimas décadas.

2.1.4.3 El nivel de corrupción

Es importante mencionar que aunque una pregunta sobre el nivel de corrupción fue incluida en la encuesta de 2013, no se incluyó en el cálculo del PPI, ya que se dio una variabilidad inusual en las respuestas. Sin embargo, consideramos que es un factor importante en cuanto a Colombia: ningún participante respondió que el nivel de corrupción en Colombia "fomenta la inversión"; un 45% de los participantes consideró que el nivel de corrupción es un leve desalentador a la inversión, y un 16% que es un fuerte desalentador. En contraste, un 60% de los participantes consideró que el nivel de corrupción en Australia, es decir la falta de corrupción, "fomenta la inversión". Este es un factor muy importante para las mineras porque, como dijimos anteriormente, los proyectos mineros requieren un alto nivel de inversión por un período largo de tiempo, no sólo para desarrollar la mina, sino también para construir infraestructura (carreteras, suministros de energía, etc.). Por lo tanto las mineras quieren confiar en el sistema político del país. Parecido al nivel de seguridad, es posible que las opiniones de las participantes sobre Colombia se basen en hechos pasados y no reflejen la situación de hoy en día.

2.1.5 Los aspectos positivos de Colombia

A pesar de que Colombia recibió un puntaje bajo en algunos factores clave, también recibió varios puntajes altos. Los factores para los cuales consiguió un ranking más alto que el promedio son:

2.1.4.1 La incertidumbre sobre la administración, interpretación o aplicación de las reglas actuales

A las mineras les gusta contar con una legislación y leyes claras, tanto en términos de su interpretación como su aplicación, ya que un sistema legislativo que permita varias interpretaciones o sea engañoso en su aplicación podría provocar retrasos en proyectos o, en los peores casos, poner fin al proyecto. Por lo tanto, el hecho de que Colombia consiguió un buen ranking, 36 de 96, es un indicador positivo.

La incertidumbre sobre las reglas ambientales (la estabilidad de las reglas, la consistencia y el plazo del proceso reglamentario, las reglas no basadas en ciencia): hoy en día el impacto medioambiental de los proyectos mineros tiene mucha importancia, tal que para desarrollar un proyecto se requieren varios permisos medioambientales, la falta de los cuales podría retrasar o poner fin al proyecto. Además, un proceso eficaz y sólido en cuanto a la emisión de permisos ambientales ayudará al desarrollo de proyectos en un plazo más corto y reducirá la probabilidad de que el proyecto tenga que solicitar el permiso más de una vez. Por ejemplo, en algunas jurisdicciones las reglas ambientales cambian muy a menudo, y en casos extremos eso implica que las autoridades han tenido que revocar permisos ya emitidos.

La duplicación reglamentaria e inconsistencias: este factor se trata del solapamiento de políticas entre las del país y las de los estados o provincias. Colombia consiguió un buen ranking de 39 sobre 96 para este factor, lo cual es un puntaje más alto que varias provincias y estados canadienses, australianos y estadounidenses. Las mineras prefieren los sistemas reglamentarios que tengan poco solapamiento, dado que el cumplimiento de dos conjuntos de reglas, uno al nivel del país y otro al nivel del estado o provincia, involucra más tiempo y posibles conflictos. El plazo de desarrollo de un proyecto minero ya tiene un tiempo mínimo bastante largo, por eso las mineras quieren minimizar todos los retrasos que podrían ocurrir más allá de la construcción de la mina.

Las barreras comerciales (las barreras arancelarias y no arancelarias, las restricciones a la repatriación de beneficios, las restricciones de divisas, etc.): Colombia consiguió un ranking de 48 sobre 96, sólo seis lugares por debajo de Chile. Las barreras comerciales, o la falta de barreras

comerciales, es un factor de alta importancia para las mineras, porque se exporta la gran parte de su producción. Además, muchas de las mineras tienen su matriz en un país distinto del de sus operaciones, lo cual implica que enviarán una proporción significativa de sus ingresos al extranjero. No quieren invertir en un país que no les permita repatriar sus beneficios.

2.1.6 Conclusión

Como se puede ver en los resultados de la encuesta, Colombia tiene áreas específicas que podría mejorar: el nivel de corrupción, el nivel de seguridad y la calidad de la base geológica. Sobre todo, tiene que proyectar una visión positiva del país a los potenciales inversionistas extranjeros. Por lo tanto, el éxito del país como un destino minero requiere dos acciones: primero, la reforma de los factores anteriormente citados y segundo, una campaña publicitaria que destaque los beneficios de invertir en la minería colombiana.

2.2 Sobre el financiamiento de la exploración y de los proyectos mineros

Resumen de Financiamiento para Exploración y Minería

- La exploración se financia típicamente a través del capital o patrimonio de la empresa; el financiamiento a través de deuda no está generalmente disponible para empresas de exploración. Las empresas de exploración que recién están comenzando son a menudo financiadas a través de capital recaudado fuera del mercado bursátil (*off-market equity*).
- Las empresas de exploración buscan típicamente participar en un mercado de valores desde una etapa temprana, antes de hacer un descubrimiento sustancial, recaudando entre US$3-10 millones en capital a través de un proceso de Oferta Pública Inicial (OPI).
- Resultados exitosos en la etapa de exploración permiten una mayor obtención de capital en el mercado previa financiación del proyecto minero.
- Los proyectos mineros están financiados por una mezcla de deuda y acciones - con la composición del financiamiento reflejando tanto las preferencias de la empresa, como el perfil de riesgo y la calidad del proyecto (mayor calidad del proyecto= mayor proporción del financiamiento en forma de deuda).
- En el financiamiento de un proyecto los prestamistas requieren una evaluación independiente sobre la calidad del proyecto - incluyendo revisiones de los riesgos tanto técnicos como no técnicos (incluyendo el riesgo de mercado).

- Los prestamistas pueden requerir que se realice un cobertura de los ingresos por ventas en el caso de los *commodities* cotizados en bolsa, por ejemplo en la bolsa de metales de Londres.
- Formas híbridas de financiación, incluyendo el financiamiento a través de regalías, también son utilizadas para los proyectos mineros, aunque menos a menudo que el financiamiento tradicional del tipo capital/deuda.
- Los mecanismos de financiación también difieren entre commodities. Préstamos de oro están disponibles específicamente para el desarrollo de minas de oro - y formas de financiamiento no tradicionales como el financiamiento a través de clientes es cada vez más común en el caso de minerales que no se transan en el mercado de valores.

2.2.1 Objetivos Financieros de Empresas de Exploración y Mineras - Una Introducción

El objetivo financiero de una típica empresa de exploración y minería de financiación privada es maximizar el valor de los actuales accionistas de esa empresa. Inicialmente el foco de la empresa es lograr resultados exitosos en la etapa de exploración. En esta etapa no existen ingresos por venta por lo que típicamente las empresas no generan beneficios, aunque las acciones de la empresa pueden aumentar su valor si la exploración es exitosa. Subsecuentemente, la explotación rentable de una mina es la principal actividad que puede cumplir el objetivo de maximizar el valor de los accionistas, por ejemplo con el exceso de flujos de caja obtenidos desde la actividad minera devolviéndose a los accionistas a través del pago de dividendos. Adicionalmente, el establecimiento de márgenes operacionales altos puede resultar en una mayor apreciación de las acciones de la empresa.

Para comenzar la exploración minera y empezar a avanzar hacia los objetivos financieros previamente nombrados, una empresa de exploración debe primero obtener acceso a capital de riesgo inicial. En la etapa de exploración, la empresa típicamente consigue esto a través de la generación de patrimonio o capital para primero adquirir propiedades mineras y luego desarrollar programas iniciales de exploración. En esta temprana etapa del ciclo minero el capital se necesita para la obtención de solicitudes y las compras de permisos de exploración, sondeos para

reconocimiento geológico y geofísico, muestreo de rocas y perforación. El financiamiento a través de capital se prefiere por sobre el endeudamiento ya que no hay garantía de que surjan resultados comerciales exitosos a partir de la exploración. Como tal, la opción de endeudarse no suele estar disponible para estas empresas (aunque formas de deuda que se convierten en capital se utilizan a veces como bonos convertibles).

Las fuentes de capital inicial para la exploración son varias, e incluyen tanto individuos con un alto patrimonio personal como accionistas, los fondos privados de los fundadores de la empresa y el apoyo de otras empresas más grandes del sector minero que entregan ayuda financiera a empresas más pequeñas (por ejemplo, a cambio de acciones de la empresa y/o derechos sobre potenciales desarrollos mineros futuros).

Los requisitos de capital para la exploración minera son típicamente modestos (< $1 millón llegando a $2-3 millones), y van aumentando de manera secuencial a medida que se cumplen ciertos hitos técnicos en el proceso de exploración (por ejemplo, la definición de anomalías geoquímicas y geofísicas importantes que ameritan pruebas de perforación). Las ampliaciones de capital pueden tomar la forma de “tramos de capital”, también llamados recaudaciones secundarias, refiriéndose a la emisión periódica de acciones a cambio de fondos adicionales. El precio de las acciones emitidas depende de lo atractivo de los resultados de la exploración y la disposición de los fondos de capital del mercado para apoyar la exploración. En momentos de aversión al riesgo, los fondos pueden ser difíciles de procurar y las acciones necesitarán ser emitidas con un descuento importante para lograr la financiación. Por otra parte, cuando predomina un apetito fuerte por el riesgo, los fondos de capital están más disponibles para los exploradores y las empresas emiten acciones con un descuento bajo o inexistente.

En definitiva, el resultado final en relación a si la empresa consigue su objetivo a largo plazo de crear valor para sus accionistas depende, principalmente, de la **calidad** de cualquier yacimiento mineral que sea capaz de descubrir. La calidad en éste contexto está definida en términos relativos (en comparación con otros depósitos minerales para el misma *commodity*) a través de la combinación del tamaño de un yacimiento, ley y características metalúrgicas y geotécnicas.

Es esencial notar, de todas maneras, que la vasta mayoría de las empresas de exploración **no** lleva a cabo descubrimientos minerales importantes. El capital inicial proporcionado para llevar a cabo la exploración conlleva por lo tanto un muy alto riesgo de fracaso. En tales casos la empresa de

exploración necesitará buscar mayor capital de inversión ya sea por parte de accionistas existentes o nuevos para así poder continuar sus actividades. Los accionistas existentes a menudo necesitan elegir entre la pérdida de su inversión inicial o la inversión de mayores fondos en exploración.

Para aquellas pocas empresas que logran un descubrimiento geológico que precede al desarrollo de una mina, un beneficio económico sólido sólo se convierte en realidad si los profesionales de la minería son competentes, si hay trabajo calificado disponible y si las variadas decisiones al construir la mina, la planta de procesamiento y al adquirir (o arrendar) los equipos mineros son financieramente apropiadas. Lo más crítico aquí es que la empresa debe nuevamente mantener el acceso a fondos de inversión y capital de trabajo adecuados a lo largo de las etapas de desarrollo y *ramp-up* de producción de la mina. Las fuentes de financiación durante el desarrollo y las fases operacionales de la mina no están restringidas al patrimonio de la empresa. Para ciertos proyecto donde el nivel total de riesgo se considere lo suficientemente bajo puede estar la disponible la opción del financiamiento a través de deuda. Los prestamistas buscarán una revisión independiente del proyecto minero antes de comprometer fondos. Ésta revisión independiente es amplia y considera tanto los factores técnicos como los no técnicos. Por ejemplo, en la categoría técnica, un prestamista buscará una evaluación independiente de la geología, metalurgia y planificación minera/programación para el desarrollo del proyecto. Más aún, el prestamista buscará una revisión independiente de la planificación medio ambiental, del plan comunitario y del *due diligence* legal para asegurarse, por ejemplo, de que todos los contratos de acceso de los terrenos y las concesiones de las zonas mineras se encuentran en regla.

En la categoría no técnica el prestamista buscará determinar el nivel del riesgo de mercado, incluyendo una evaluación independiente de la competitividad del proyecto comparado con otros proyectos del mismo *commodity* para medir el posible impacto de una futura caída en el precio en la posición competitiva de la mina. El análisis de mercado también puede incluir el bienestar económico de los socios intermediarios de la mina, particularmente en aquellos casos donde la producción minera no sea libremente transable en bolsa (como en el caso de los concentrados de metal, fertilizantes y químicos, etc.).

Más allá de la calidad del depósito de mineral por sí mismo y la eficiencia de la empresa minera, otros factores que influencian los retornos de los accionistas en la etapa minera incluyen:

- las capacidades distintivas de la empresa (por ejemplo el nivel de habilidad en el desempeño de las operaciones mineras, en la comercialización de los productos *commodities* no negociables en bolsa, etc.).
- las fuerzas de la industria que moldean los precios (de los *commodities*) y la competitividad - tales como la concentración de la industria y su estructura, la cadena de valor del *commodity* y sus márgenes y rentabilidad.
- la atracción (o la no atracción) del entorno regulatorio y económico externo.

Debido a la alta intensidad de capital y la necesidad de altas inversiones iniciales en el desarrollo de los proyectos mineros, la industria minera tiene un fuerte apetito por obtener capital financiero. Habiendo dicho esto, hay un límite para el nivel de deuda financiera del que se puede disponer en el desarrollo de una mina debido a los riesgos inherentes y a la variabilidad de los flujos de caja derivados de la volatilidad de los mercados de *commodities*. Así, comparado con otros sectores de la economía, las compañías mineras generalmente deben apoyarse más en el financiamiento a partir de capital, en acuerdos financieros especializados tales como la financiación directa de proyectos o en una combinación de ambos, que en la financiación a través de deuda.

2.2.2 Financiando el sector minero

La comprensión del financiamiento en el sector minero requiere un alto nivel de conocimiento en cuatro áreas principales:

- Los principios más importantes de la gestión financiera y su relevancia para la industria minera;
- Las varias fuentes de capital y los fondos de deuda utilizados por la industria minera, su costo y disponibilidad;
- El área específica de financiación de proyectos mineros; y
- La estructura financiera de las empresas mineras y el *trade-off* entre el apalancamiento financiero y el riesgo financiero.

Los gerentes financieros de las empresas mineras están particularmente preocupados por dos tipos distintos de decisión en relación a futuros desarrollos mineros. Éstas son la decisión de inversión y la decisión de financiamiento.

La decisión de inversión se ocupa de determinar si un posible desarrollo minero logrará alcanzar el rendimiento financiero que la empresa tiene como objetivo. El equipo ejecutivo y los directores de

la empresa suelen establecer el retorno objetivo en un umbral que sea lo suficientemente alto como para atraer y retener el capital de inversión adecuado desde los accionistas, dado el nivel de riesgo involucrado. A modo de ejemplo, una empresa minera puede elegir medir el atractivo de sus activos mineros basándose en lograr un retorno mínimo del 15% anual sobre todas sus inversiones en desarrollo minero.

La financiación o la decisión de financiamiento, por contraste, se ocupa de cómo financiar el desarrollo de los activos mineros de la empresa, ya sea a través de:

- fondos de capital (de los propietarios o accionistas), o
- deuda (préstamos bancarios u otros fondos financieros y de acreedores) en sus variadas formas.

Estas fuentes de financiación aparecen como patrimonio y pasivos para la empresa, tanto a corto como a largo plazo, en el balance general de la empresa. Tal y como implica el nombre, el balance general debe estar balanceado: la suma de los pasivos y el patrimonio deben igualar el valor de los activos correspondientes. En la práctica, el patrimonio o capital de los accionistas representa el ítem balanceador. De ésta manera los accionistas tienen el control pero también asumen el riesgo de la empresa, aunque el riesgo está limitado a su inversión en ella y no se extiende hacia sus activos personales o de otro tipo. Claramente, el valor de los activos debe igualar o exceder el de los pasivos. Cuando éste no es el caso la empresa es técnicamente insolvente y, en caso de no recaudar fondos inmediatamente para continuar operando, posiblemente cerrará tras la venta de sus activos para pagar las deudas en la medida de lo posible.

En contabilidad financiera, ésta situación se expresa a través de la ecuación contable fundamental:

Capital de los accionistas (o Patrimonio) = Activos - Pasivos

Toda transacción financiera es ya sea un activo, un pasivo (o deuda pendiente) o una entrada en la cuenta patrimonial en el libro contable de la empresa.

La decisión de financiación también involucra la determinación de la estructura financiera, es decir, qué proporción de capital y deuda es la más apropiada para la empresa o proyecto. Dado que los intereses son un gasto deducible de impuestos, el uso de deuda reduce el monto de impuesto a pagar y como consecuencia mejora el flujo de caja del proyecto o de la empresa. Éste es el efecto del apalancamiento financiero. De todas maneras el uso de deuda excesiva presenta un elemento

adicional de riesgo financiero, dado que la empresa se ve particularmente expuesta a los movimientos adversos tanto en los costos (por ejemplo, en el costo de la mano de obra y en el costo mina) como en los precios de los *commodities*. El riesgo financiero difiere del riesgo técnico y del riesgo de los mercados de *commodities* inherente a cualquier proyecto minero.

2.2.3 Estado de Origen y Aplicación de Fondos

Las fuentes y los usos de los fondos por parte de la empresa se comunican a los accionistas a través de la presentación de los informes financieros de ésta. Los movimientos en los fondos están señalados dentro de los Estados Financieros, específicamente en el Estado de Origen y Aplicación de Fondos (también denominado Estado de Flujos de Efectivo). En el Estado de Flujos de Efectivo los movimientos de efectivo se distribuyen en tres tipos de actividades o categorías que generan o consumen fondos. Para las compañías mineras, estos son:

- actividades operativas: flujos de caja de la actividad minera de la empresa,
- actividades de inversión: el efectivo utilizado en la actividad de exploración típicamente se muestra aquí, junto con cualquier otra inversión realizada por la empresa, y
- actividades de financiamiento: la emisión de nuevas acciones y la adquisición de nuevos préstamos (es decir, aumento de los pasivos) generan efectivo, mientras que el pago del principal de un préstamo y la devolución de capital a los accionistas a través de actividades como la recompra de acciones (mientras se reducen los pasivos) consumen efectivo.

Las primeras dos actividades pueden ser fuentes de financiación interna, mientras que la última generará fondos externos.

La contabilidad y el tratamiento fiscal de las inversiones de capital en la industria minera son importantes ya que impactan de modo directo el nivel de fondos disponible para la empresa. Por ejemplo, dada la alta intensidad de capital de los desarrollos mineros, la presencia de la depreciación contable, que actúa como un escudo ante el pago excesivo de impuestos, será importante para la empresa. El tratamiento fiscal de las inversiones de capital en la minería varía de jurisdicción en jurisdicción, con algunos países ofreciendo depreciación acelerada a las empresas mineras, permitiendo un descuento de la inversión de capital más temprano (y por lo tanto reduciendo el impuesto a pagar sobre los flujos de caja positivos iniciales de la operación minera).

Las actividades de inversión son centrales en la industria minera dada la intensidad de capital y las generalmente largas vidas de los proyectos. Las características de la inversión en la etapa de exploración, por su parte, son muy diferentes de aquellas en las etapas de desarrollo y operación.

Las fuentes principales de financiamiento de una empresa se clasifican en dos categorías generales:

- Capital, patrimonio, fondos de propietarios o fondos de accionistas. Los accionistas tienen control sobre los asuntos de la empresa, pero a cambio de éste control también deben asumir el riesgo último de la empresa y sus proyectos. Para las empresas de exploración en particular, el capital se asegura a menudo a través de una Oferta Pública Inicial (OPI) cuando la empresa se inscribe en la bolsa de valores por primera vez, a continuación de lo cual se pueden realizar aumentos de capital.
- Deuda, fondos de los bancos o fondos financieros, los que generalmente están asegurados por:
    - los activos de la empresa;
    - el proyecto específico a ser financiado;

La deuda también puede no estar asegurada, lo que conlleva un costo de deuda más alto apropiado para cubrir el riesgo adicional del prestamista.

Hay también una tercera fuente de financiamiento, denominada como una categoría híbrida de fondos que incluye instrumentos financieros con características tanto de capital como de deuda. Ejemplos de esto son instrumentos financieros como las acciones preferentes y los bonos convertibles. Cabe notar que los híbridos corresponden a una fracción muy pequeña del *mix* de financiamiento utilizado por empresas de exploración y mineras.

Las empresas mineras grandes con balances generales sólidos y diversificados y flujos de caja anuales elevados tienen poca dificultad a la hora de obtener fondos a través de deuda, ya sea:

- sobre el balance general de la empresa (por ejemplo, préstamos convencionales, bonos, pagarés y obligaciones); o
- a partir de préstamos específicos para proyectos.

El tipo de financiación debe ser apropiado para la etapa específica en la que se encuentra el proyecto dentro del ciclo minero y el riesgo relacionado a ella. Las empresas financian la exploración de alto riesgo principalmente con capital propio. Utilizan una mezcla de deuda y capital

para los proyectos de desarrollo que tienen un riesgo medio, con un alto nivel de deuda al comienzo de la vida del proyecto que va disminuyendo a medida que los flujos de caja del proyecto mejoran. Operadores que manejan minas establecidas y de bajo riesgo buscan un balance óptimo y equilibrado entre el capital y la deuda que optimice los impuestos y mantenga los rendimientos de los accionistas a un nivel aceptable en términos de riesgo financiero.

Sin el respaldo de una operación rentable, las empresas de exploración en general deben apoyarse en el capital propio como fuente principal de fondos.

2.2.4 Fuentes de Capital

En países como Estados Unidos, Australia y Canadá el financiamiento en empresas mineras y de exploración está fuertemente influenciado por un sistema de propiedad empresarial basado en el mercado bursátil, donde una cantidad importante de agentes externos a la empresa tiene acceso a sus acciones. Este sistema se caracteriza por una rápida dispersión de la propiedad de la empresa, una temprana cotización en bolsa (por ejemplo, por parte de una empresa de exploración antes de realizar un hallazgo importante de mineral) y una interacción relativamente débil entre la empresa y las instituciones financieras, basada principalmente en contratos. En contraste, en Europa, Japón y América del Sur prevalece un sistema menos centrado en el mercado bursátil, donde la propiedad de la empresa se suele encontrar muy concentrada (es decir, se encuentra en manos de unos pocos inversionistas, cada uno de los cuales ha realizado una inversión relativamente importante en la empresa), hay una menor cantidad de cotizaciones en bolsa y existe una relación más directa y profunda entre las empresas y los bancos/instituciones financieras, así como también con los gobiernos.

Tradicionalmente el sector minero y de exploración se ha apoyado ampliamente en el capital conseguido en el mercado (“*on-market*”) para financiar sus operaciones, en combinación con la retención de utilidades (por ejemplo, flujos operativos restantes tras el pago de dividendos a los accionistas y los pagos asociados a la deuda). Las empresas también pueden obtener fondos importantes fuera del mercado bursátil (“*off-market*”).

El financiamiento a través de capital obtenido en el mercado incluye las ofertas públicas (OPI) y ampliaciones de capital. Las acciones emitidas en una OPI pueden incluir:

- acciones ordinarias o totalmente pagada, las que generalmente representan el grueso de los fondos de capital;
- acciones contributivas o parcialmente pagadas, las cuales se obtienen a través de llamadas a los accionistas y son utilizadas como fuente confiable de fondos cuando éstos son realmente necesarios;
- acciones preferentes, que confieren un pago preferencial de dividendos por sobre los dividendos entregados a los dueños de acciones ordinarias. Las acciones preferentes se emiten para atraer fondos de inversionistas interesados pero más adversos al riesgo;
- opciones donde el activo subyacente es el capital de la empresa, que pueden acompañar a la emisión de acciones ordinarias para intentar incrementar los fondos totales recaudados.

La ampliación de capital una vez gestionada la OPI puede incluir:

- emisiones de derechos (donde los derechos a las nuevas acciones son proporcionales a la participación en el capital de cada accionista);
- colocación de nuevas acciones (ya sea en grupos de accionistas nuevos o existentes);
- re-inversión de dividendos (donde las nuevas acciones son emitidas en lugar de pagos de dividendos a elección del accionista);
- planes de compra de acciones por parte de los accionistas (donde los derechos a las nuevas acciones son iguales para todos los accionistas, sean éstos grandes o pequeños);
- programas de venta de nuevas acciones en el que los empleados de la empresa pueden adquirirlas de manera preferencial.

La recaudación de capital por parte de las empresas que cotizan en bolsa debe cumplir con las regulaciones de mercado y en algunos casos puede tener costos asociados importantes. La elección del tipo, proceso y momento en el tiempo en el que se realizará un aumento de capital por parte de las empresas depende de una serie de factores. Éstos incluyen:

- condiciones prevalecientes en el mercado de valores;
- la urgencia con la que la empresa requiere fondos adicionales;
- el nivel de concentración de la propiedad de la empresa (lo cual puede influenciar la elección entre una emisión de derechos y un plan de compra de acciones por parte de los accionistas, por ejemplo);

- la capacidad de la empresa de colocar acciones en el mercado en el momento (por ejemplo, en caso de que las regulaciones de mercado requieran de la aprobación de los accionistas para completar una colocación privada).

La mayoría de los fondos de capital provienen de instituciones de inversión, incluyendo:

- fondos de pensión;
- empresas de seguros de vida;
- fondos de inversión;
- empresas de inversión, incluyendo, para las grandes empresas, empresas de inversión que cotizan en bolsa siguiendo índices del mercado de valores y, para las pequeñas empresas, empresas de inversión centradas en el sector.

Adicionalmente, los fondos de capital pueden ser recaudados a partir de los clientes (individuos) de empresas de corretaje.

Para empresas nuevas como lo serían empresas de exploración que buscan cotizar en un mercado de valores reconocido, los costos más importantes de una OPI incluyen:

- Recopilación e impresión de un prospecto de colocación;
- Pago al corredor de bolsa y comisión por gestión del capital, el cual varía dependiendo del monto de capital a ser recaudado. La tarifa también puede aumentar si la empresa desea asegura su recaudación de capital y contrata a un proveedor de servicios financieros como *"underwriter"*, es decir, la empresa se compromete a gestionar la recaudación de un cierto monto de capital y, en caso de que no lo puedan recaudar, cubren ellos mismos la diferencia. Las tarifas de los corredores de bolsa y de los *underwriters* varía dependiendo de las condiciones del mercado de capitales, de la situación actual de la compañía al momento de la emisión de acciones y de si el precio de la OPI establecido es realista o no.

El costo total de emitir un monto alto de acciones disponibles al público (>$10 millones) oscila entre alrededor del dos y el seis por ciento de los fondos recaudados, mientras que montos más pequeños absorben una mayor proporción de éstos.

Aparte de los fondos generados internamente a través del mercado de valores, los cuales probablemente representan la fuente de capital de menor costo, las fuentes de capital *off-market* incluyen:

- capital semilla de origen privado y capital de riesgo proveniente de individuos con un alto poder de inversión y otros "capitalistas de riesgo";
- otras colocaciones fuera de mercado de menor riesgo y generalmente más significativas;
- *joint ventures* (donde una empresa entrega los derechos de concesión de una parte del proyecto minero a cambio de fondos);
- acuerdos financieros basados en las regalías.

Inversores con un alto poder de inversión, incluyendo personas a veces referidas como “Ángeles del Negocio”, son generalmente astutos especialistas técnicos o financieros que invierten hasta cientos de miles de dólares durante un plazo de cinco a diez años para desarrollar oportunidades de alto riesgo y alto retorno hasta el punto donde la empresa en la cual han invertido puede buscar financiación externa formal o ser vendida de modo rentable.

De modo similar, el capital de riesgo es una fuente de fondos *off-market*, generalmente administrado por firmas de financiación especialistas en capital de riesgo. La principal ventaja del capital de riesgo es que es a menudo la única fuente de capital disponible para iniciar un pequeño proyecto minero. Basado en un plan de negocios para una empresa minera, los capitalistas de riesgo invertirán montos de alrededor de $0,5 a $10 millones por entre tres y siete años. Pretenden conseguir altas ganancias de capital a través de la venta oportuna de su inversión, más que a través de la mantención de su inversión en la empresa a la espera de posibles dividendos.

Desde el punto de vista de la empresa, el financiamiento a través de capital cuenta con una serie de ventajas importantes. Éstas incluyen:

- puede ser la única manera de financiar proyectos de alto riesgo;
- a diferencia de la obligación de pagar interese sobre la deuda, no hay obligación alguna de pagar un dividendo sobre las acciones ordinarias. De modo similar, no hay provisión legal para el reembolso de las contribuciones iniciales de capital por parte de los accionistas, en contraste con el pago del principal en la fecha de vencimiento de un préstamo/deuda;
- la máxima pérdida a la que están expuestos los accionistas está limitada a su inversión en la empresa.

Empresas financieras especializadas proporcionan fondos para la adquisición, desarrollo o expansión de minas en operación o en etapas avanzadas del proyecto, principalmente para minas de oro, a cambio de regalías apropiadas sobre la producción. Esta fuente de financiamiento se

diferencia de los préstamos de oro (discutidos en la siguiente sección sobre fuentes de deuda) en que, en este caso, los prestamistas comparten el riesgo del proyecto. Por ejemplo, la corporación Franco Nevada, que transa en las bolsas de Nueva York y Toronto, ha desarrollado un portafolio de global de regalías como proveedor financiero especialista en el sector minero. En menor escala, Anglo Pacific Group es un proveedor activo de financiamiento basado en regalías.

2.2.5 Fuentes de Deuda

Al recaudar fondos a través de deuda ya sea para sus operaciones existentes, para nuevos desarrollos o para ambos, las empresas tienen esencialmente acceso a dos tipos de préstamo:

- financiamiento corporativo, donde un banco actúa como prestamista y los activos y flujos de caja totales de la empresa cubrirán el servicio de la deuda;
- financiamiento del proyecto, donde los pagos correspondientes a la deuda provendrán de los flujos de caja generados por el proyecto sin aporte (o con aporte limitado) de otros recursos o activos de la empresa.

Sin tener en cuenta su tipo, la deuda puede verse caracterizada por su:

- Plazo, ya sea corto plazo (es decir, con vencimiento en menos de 12 meses) o largo plazo (vencimiento en más de 12 meses). Los plazos de los préstamos deberían idealmente calzar con la vida de las inversiones que están financiando.
- Grado de seguridad, donde los préstamos pueden estar asegurados (se compromete un activo como garantía o colateral), o no asegurados (en cuyo caso el prestamista corre un mayor riesgo que si la deuda estuviera asegurada). También se pueden separar los préstamos no subordinados o *senior* de los préstamos subordinados o *junior*, donde los préstamos *senior* tienen mayor prioridad para la empresa que los *junior* en caso de quiebra.
- Comercialización, es decir, qué tan fácil o difícil es la venta del instrumento relevante en un mercados de capitales secundario, donde, en contraste con los mercados primarios, no se recaudan nuevos fondos.
- Tipo de la tasa de interés, específicamente si ésta es fija o variable. Aquí los *swaps* se usan de comúnmente para convertir préstamos de tasa variable a préstamos de tasa fija.

Desde el punto de vista de la empresa, la financiación a través de deuda cuenta con una serie de ventajas. En primer lugar, los fondos están disponibles de modo flexible y cuando son realmente necesarios. En segundo lugar, los costos de transacción en los que se incurre al tomar un préstamo

son más bajos que los costos asociados a la recaudación de capital y, debido a que el interés es deducible de impuestos, la deuda apalanca el retorno de los accionistas sobre su patrimonio. Finalmente, al contrario de los proveedores de capital, los prestamistas no adquieren propiedad y control sobre la empresa, por lo que no hay dilución de la propiedad de la empresa.

Hay, sin embargo, una serie de desventajas. Por ejemplo, debido a que los intereses no están relacionados con los niveles fluctuantes de rentabilidad, altos niveles de deuda traen consigo “riesgo financiero". Al mismo tiempo, cuando la deuda se asegura con los activos de la empresa, el riesgo financiero se extiende hasta otros proyectos que no están siendo financiador con deuda. Incluso pueden existir *covenants* en el financiamiento de ciertos proyectos que limiten la capacidad de la empresa de utilizar otros activos como colateral para financiar nuevos proyectos. Si bien es verdad que los prestamistas *senior* no tienen un control formal sobre la empresa siempre y cuando se cumplan los pagos correspondientes de la deuda, se debe tener en consideración que pueden adquirir una influencia crítica en caso de que haya problemas de liquidez.

Para hacer uso de la deuda, una empresa debe tener flujos de caja netos actuales positivos o bien esperar tenerlos de una manera sustentable en el tiempo en un futuro previsible. Las empresas de exploración de tamaño mediano a pequeño no tienen un flujo de caja positivo sin el respaldo de una operación rentable, y por lo tanto no pueden pagar una deuda. Deben apoyarse completamente en capital para financiar sus operaciones, incluso aunque éste sea complejo y caro de recaudar. Éste es el caso hasta que hagan un descubrimiento geológico importante y puedan asegurar el financiamiento del proyecto estableciendo de modo convincente la factibilidad del proyecto. Las empresas mineras integradas importantes, en contraste, tienen poca dificultad en recaudar fondos a partir de deuda gracias a sus fuertes y diversificados balances generales y sus altos flujos de caja anuales. Pero incluso las subsidiarias de exploración de importantes empresas mineras integradas despliegan el más alto nivel de inversión en exploración en tiempos de bonanza, cuando el capital es fácil de recaudar en los mercados bursátiles.

Las empresas utilizan deuda a largo plazo para el desarrollo y construcción de minas y para las necesidades continuas de financiamiento corporativo. En la mayoría de los casos, los prestamistas se aseguran de que sea una deuda *senior* respaldada por los activos de la compañía.

La deuda a largo plazo puede ser o bien comercializable o no comercializable. Incluye:

- Préstamos bancarios comerciales a largo plazo, la mayoría a una tasa de interés variable, con un programa de pagos fijo y con plazos de uno a diez años. Las tasas de interés variable están basadas en la tasa de interés de los bonos de gobierno más un margen de entre el 1,5 y cuatro por ciento dependiendo del riesgo percibido por el prestamista. En contraste con esto, los préstamos bancarios con tasa fija tienden a tener plazos más cortos, de uno a cinco años. En ambos casos el interés es generalmente calculado sobre una base diaria y cobrado mensualmente a mes vencido. En la mayoría de los casos los pagos corresponden a los intereses, reembolsándose el principal en un solo gran pago. En algunas pocas ocasiones se programa el pago progresivo del principal a través de cuotas.

  Aunque los bancos son reacios a otorgar deudas a largo plazo a una tasa de interés fija, es posible utilizar un acuerdo *swap* para lograr el mismo resultado que si el préstamo hubiera sido emitido de esta forma. Si bien el principal no cambia de manos, si en cualquier periodo la tasa variable aumenta por sobre la tasa *swap* acordada entonces el banco que realiza el *swap* le pagará la diferencia a la empresa endeudada. Los *swaps* son deseables porque hacen que los pasivos de una empresa sean más predecibles, reduciendo de esta manera la percepción de riesgo financiero a los ojos de los inversores institucionales;

- Financiación específica de un proyecto, garantizada fundamentalmente por el destino del proyecto, se está convirtiendo en una fuente importante de financiamiento para el desarrollo minero;
- Títulos de deuda negociables a largo plazo, emitidos directamente a los prestamistas y comercializados en los mercados secundarios;
- Debentures, los cuales son instrumentos de interés fijo y de largo plazo (de uno a cinco años), en su mayoría escritos por empresas financieras y asegurados por activos específicos (garantía real) o por los bienes de cambio de la empresa (garantía flotante). Los debentures requieren de la emisión de prospectos de colocación y posiblemente de cotización en bolsa, por lo que son costosos de implementar. Lo que es más, el fideicomiso impone restricciones sobre la adquisición de más deuda *senior* y sobre el nivel de pasivos de la empresa. Para evitar estas dificultades, las empresas suelen combinar un crédito bancario con un *swap* para así lograr tasas fijas a largo plazo. Como consecuencia, los debentures se están convirtiendo en un medio cada vez menos popular de recaudación de fondos.
- Bonos corporativos, emitidos por las grandes empresas, con un rating crediticio AA+ o mejor. Generalmente son colocados a través de inversores privados o institucionales. De

éste modo no hay necesidad de un prospecto, haciendo que ésta fuente de fondos sea más barata que los debentures. Generalmente se emiten a una tasa de interés fijo y no tienen garantía.

- Pagarés no garantizados, similares a los debentures pero, tal y como implica el nombre, sin garantía. El fideicomiso es menos restrictivo y por lo tanto conlleva mayores riesgos para el prestamista. Consecuentemente, los prestamistas están en su derecho de solicitar una tasa de interés más alta.
- Arrendamientos financieros o contratos de leasing, los cuales son normalmente utilizados para financiar el uso de plantas de procesamiento y equipos mineros. La empresa minera (el arrendatario) obtiene el derecho de utilizar la planta y los equipos, los que siguen siendo propiedad del arrendador, a través del pago de un alquiler sin requisito inmediato de generar capital importante. Puede existir o no existir la opción de compra del equipo al vencimiento del contrato. En el pasado era posible estructurar el acuerdo de arrendamiento de manera tal que no generara pasivos en el balance general del arrendatario. Éste tipo de arreglo se conoce como arrendamiento o leasing operativo. La mayoría de los acuerdos de arrendamiento generan un pasivo para el arrendatario, el cual debe ser reconocido en su balance general. Si bien hay una serie de aspectos deseables en un contrato de leasing como fuente de financiamiento, la tasa de interés implícito puede ser más alta que la de un préstamo equivalente. Un efecto similar al arrendamiento se logra subcontratando ciertos aspectos del desarrollo o de la operación de la mina, con el contratista proporcionando el equipamiento necesario.
- Préstamo de un *commodity* (oro)/derivado y contratos de ventas adelantados.

  Las empresas han utilizado préstamos de oro para la construcción y el desarrollo de minas de oro durante períodos de en que el oro se encuentra en contango (es decir, cuando el precio de los futuros de oro es más alto que el precio spot, dándole un valor más alto a la producción futura que a la actual) y las tasas de interés del arrendamiento de oro se encuentran bajas (lo que equivale a un préstamos con una baja tasa de interés). Bajo estas circunstancias un préstamo de oro puede ser competitivo en relación a un préstamo convencional, incluso aunque la tasa de interés del arrendamiento no es deducible de impuestos a pesar de ser una forma de interés. El banco compra oro y lo presta a la empresa. La empresa vende entonces este oro para financiar el desarrollo del proyecto, comprometiéndose a devolver el oro al banco a partir de su propia producción en una fecha

futura. La facilitación de este tipo de forma de financiamiento se vuelve menos frecuente en tiempos donde el contango es débil y las tasas de interés del arrendamiento muestran un aumento progresivo. En general, los bancos de inversión han instaurado la venta de una parte significativa de la producción de la mina a través de contratos forward por el tiempo que esté vigente el préstamo como un requisito para acceder a sus paquetes de inversión de proyectos. En algunos casos, los clientes de las mineras han contribuido fondos para el desarrollo de la mina para asegurar el suministro de sus refinerías. También se dan casos donde el cliente compra y paga por adelantado la producción futura de la mina, para así apoyar el desarrollo de la minera. Ésta práctica es conocida como financiamiento a partir del cliente.

Los préstamos a corto plazo (con vencimiento a menos de 12 meses), son la herramienta principal para obtener liquidez en el día a día y gestionar la caja operacional. Esto se debe a que los flujos de caja operativos de muchas operaciones mineras no están ni distribuidas de modo equilibrado en el tiempo ni son predecibles con certeza, y las consecuencias de falta de liquidez en momentos de alta demanda son potencialmente grave. Hay una serie de facilitadores para asegurar la deuda a corto plazo. Aparte del crédito comercial, las formas más baratas de préstamo a corto plazo incluyen:

- cuentas con sobregiro;
- préstamos garantizados por inventarios o por cuentas por pagar (*factoring*) e instrumentos similares a muy corto plazo;
- créditos puente; y
- títulos de deuda negociables incluyendo pagarés, letras de cambio, efecto bancario (a menudo renovable) y cuentas no bancarias, todas las cuales se venden con un descuento sobre su valor cara.

2.2.6 Fuentes de financiación híbridas entre Capital y Deuda

Hay una serie de garantías financieras híbridas que despliegan las características tanto de capital como de deuda. Éstas incluyen acciones preferenciales, las cuales legalmente corresponden a capital pero despliegan, a nivel financiero, características de deuda. Tienen preferencia sobre las acciones ordinarias en términos de recepción de dividendos y reembolsos de capital. Los dividendos son a menudo fijos y en muchos modos se parecen al pago de intereses. Generalmente, pueden convertirse en acciones ordinarias en cualquier momento o al término de un plazo especificado. En

algunos casos, el capital contribuido puede ser reembolsado. Esto no es diferente al reembolso de un préstamo a través del principal, haciendo que este tipo de acción sea muy similar a un préstamo de interés fijo. La principal diferencia es que las acciones preferenciales están menos aseguradas (quedando rankeadas por debajo de otros acreedores en caso de liquidación), los dividendos similares a intereses no son deducibles de impuestos y, en algunos casos, los accionistas que poseen estas acciones tienen derecho a las utilidades de la empresa junto con las acciones ordinarias.

Las fuentes de financiamiento híbridas también incluyen obligaciones convertibles no garantizadas que pueden ser convertidas a acciones ordinarias o reembolsadas cuando llegue el vencimiento. Desde el punto de vista legal, éstas se tratan como una deuda en un inicio y luego, después de que se convierten en acciones, como capital. Como las obligaciones convertibles generalmente tienen plazos definitivos y tasas de interés fijas, son en efecto equivalentes a préstamos a plazo fijo más una opción. El valor de esta opción hace posible que las empresas puedan emitir obligaciones convertibles a una tasa de interés inferior de la que se habría aplicado en el caso de préstamos convencionales a tasa fija.

2.2.7 Financiación directa de proyectos mineros

El futuro del sector minero depende completamente de la apertura de nuevas minas que reemplacen las operaciones actuales a medida que éstas agotan sus recursos. Tomando esto en consideración, el financiamiento exitoso de nuevos proyectos mineros es uno de los elementos críticos en los que se sustenta el futuro de la industria.

Una definición estándar del financiamiento directo de un proyecto es:

> *La financiación del desarrollo del proyecto basado en una estructura financiera sin recurso, o generalmente recurso limitado, sobre los activos corporativos de la empresa que realiza el proyecto, donde la deuda del proyecto y el capital utilizado para financiar el proyecto están garantizados sólo por los activos del proyecto y pagados y reembolsados a partir de los flujos de caja del proyecto.*

Los paquetes de financiación de proyectos son específicos de cada proyecto, altamente estructurados y toman en cuenta las implicancias impositivas que traen consigo. A menudo son paquetes sindicados, es decir, se dividen entre varios prestamistas y son coordinados por un banco mercante principal. Los paquetes ofrecen flexibilidad para satisfacer las varias necesidades de

financiación en diferentes etapas del desarrollo del proyecto. Como resultado, son típicamente una mezcla de préstamos de corto y largo plazo, a tasa de interés fija o flotante con diferentes perfiles de pago, tipos de cambio y otros detalles.

Los bancos personalizan los plazos y la programación de pagos para que éstos se ajusten a los flujos de caja pronosticados del proyecto. Naturalmente, el proyecto debe tener la capacidad de cumplir con una tasa de retorno esperada que sea lo suficientemente alta como para asegurar que la deuda sea pagada debidamente, así como también entregar una rentabilidad razonables sobre el patrimonio de la empresa. Dado esto, la determinación de una tasa de descuento adecuada para la evaluación puede resultar ser una tarea compleja. En el caso de paquetes que requieren una proporción importante de ventas forward, la tasa de descuento a utilizar debe ser reducida de manera acorde para reconocer que la mayor fuente de riesgo, es decir, la volatilidad del precio del *commodity*, ha sido cubierta.

La mayoría de los acuerdos de financiación de proyecto son negociados por las empresas para compartir los riesgos y sostener las estructuras financieras que traspasan algunos de estos riesgos, aunque no todos, desde la empresa hacia el prestamista. Los prestamistas pueden obtener cierta seguridad a través de pedir como requisito que los deudores entreguen garantías de terminación de proyecto respaldadas por capital y que mantengan ciertos ratios financieros mientras el préstamo se encuentra vigente.

Gran parte de la financiación de proyectos iniciales se centra en los grandes proyectos y empresas, aunque recientemente las pequeñas y medianas empresas se han vuelto más sofisticadas y persuasivas en su acercamiento a los bancos de inversión. Los acuerdos de financiamiento de proyectos a menudo surgen cuando los capitalistas de riesgo colectan sus ganancias al vender su parte, ya sea a través de una Oferta Pública Inicial o directamente a otro gran inversionista.

Los bancos de inversión también se han vuelto más efectivos a la hora de identificar y valorar posibles activos y oportunidades de crecimiento, independiente de la influencia de sus propietarios. En éste contexto, han avanzado aguas arriba y tomado un rol facilitador dentro de los proyectos mediante:

- la ubicación de fuentes iniciales de capital de riesgo,
- la identificación y la presentación de posibles participantes de *joint ventures*,

- la protección de empresas *junior* frente a la posibilidad de ser absorbidas por grandes empresas.

Tal y como pasa con el capital, la disponibilidad de la financiación de proyectos es cíclica, dependiendo del sentimiento de mercado y de los booms y caídas de los *commodities*. La disponibilidad de fondos depende de qué tan firme sea el proyecto y de si cuenta con un detallado y robusto estudio de factibilidad. Los bancos líderes en este tipo de financiamiento en general cuentan con departamentos especializados en minería que, antes de que se comience a negociar el acuerdo, llevan a cabo detalladas evaluaciones técnicas y modelos de flujos descontados para evaluar el proyecto, así como también un análisis de riesgo en base a una estructura de financiamiento basada cien por ciento en capital. Los bancos de inversión también buscan la opinión de consultores independientes en el área de mercados de *commodities* y en áreas técnicas como la geología, la minería y la metalurgia.

Los bancos generalmente requieren acceso libre a la información con respecto a un proyecto, tanto la que tengo la empresa como la proporcionada por los consultores independientes. La información estudiada por los bancos en general se concentra en:

- la ley y tamaño de los recursos y reservas, modelos relacionados, y en los prospectos de la vecindad del proyecto;
- la factibilidad técnica del diseño de mina propuesto y el realismo del capital y costo operativo estimados en base a él;
- la potencial posición de la operación propuesta en la curva de oferta de su *commodity*;
- la comercialización de la producción de la mina, especialmente para aquellas minas que van a producir un producto intermedio;
- la reputación, experiencia y trayectoria de la gerencia de la empresa y sus consultores en la gestión de desarrollos y operaciones similares;
- cuan sensible sería el desempeño financiero del proyecto ante variaciones en los valores de sus inputs principales y antes cambios en el diseño de mina adoptado;
- el realismo de varias programaciones de producción bajo diferentes escenarios, los cuales deben generar una cantidad de mineral suficiente más allá de la vida del préstamo para el financiamiento del proyecto.

Al llevar a cabo el *due diligence*, los bancos revisan datos directamente desde las fuentes, construyen sus propios modelos financieros y proyectan flujos de caja centrándose principalmente

en las desventajas del proyecto. Tienden a no tomar en consideración la tendencia de las empresas mineras de centrarse en las ventajas. Si se quiere ser exitosos en la búsqueda de financiamiento para un proyecto, los ratios financieros de éste deben satisfacer una serie de condiciones. Los ratios financieros más importantes son:

- el índice de vida del proyecto, calculado como el Valor Presente Neto (VPN) del excedente operativo durante de la vida del proyecto al final del período dividido por el principal del préstamos pendiente al inicio del período, y
- el índice de vida del préstamo, el cual es el VPN del excedente de la operación de la vida del préstamo al final del período dividido por el principal del préstamo pendiente al principio del período.

Los valores aceptables para estos índices dependen del *commodity*, ubicación, riesgo soberano, el tamaño del proyecto y los objetivos estratégicos individuales del banco (Amos, 1995).

Un índice final de importancia es la proporción del pago de la deuda, para lo cual hay una serie de fórmulas. En general, los bancos requieren un índice de cobertura de la deuda a partir de caja de mínimo 1,5, calculado como sigue:

(Flujo de caja anual + gastos en interés + reembolso del principal) / (Gastos en interés + reembolso del principal)

Ésta medida difiere del frecuentemente mencionado índice de cobertura de gastos financieros, que está basado en la contabilidad financiera más que en cifras de flujo de caja efectivos. Se calcula de la siguiente manera:

(Utilidades antes de Impuestos e Intereses)/ (Gastos en interés)

Desde un punto de vista de la minimización de riesgo por parte del prestamista, los períodos de pago y perfiles de reembolso deben ser lo más cortos posible sin obstaculizar el éxito del proyecto. Esto puede significar que la deuda debe ser pagada antes que el capital.

Los propietarios de las minas a menudo intentan tener la mayor proporción de deuda posible, mientras que los bancos de inversión normalmente insisten en la mayor cantidad de capital posible para que éste sostenga algunos de los riesgos. Pocos de los actuales acuerdos de financiamiento de proyectos, si es que no ninguno, son realmente sin recurso (es decir, que no permiten al prestamista

acceso a los activos de la empresa más allá del colateral acordado en caso de no pago) ya que incluyen *covenants* significativamente restrictivos que gravan los activos de la empresa sin el consentimiento de los prestamistas. Esto puede traer consigo el establecimiento de límites para futuros préstamos, para la emisión de acciones y para el monto de dividendos a pagar.

En la mayoría de los préstamos de financiación de proyectos, los bancos han logrado mantener algún tipo de recurso sobre el balance general de la empresa minera, por lo menos hasta la terminación física del proyecto. Desde ese punto en adelante, sus intereses están asegurados principalmente por la fortuna del proyecto.

Los bancos insisten en especificaciones estrictas en relación a la finalización física del proyecto y a un rendimiento operacional aceptable y pre-definido. Insisten en que la empresa minera debería asumir el riesgo de lograr ciertos hitos importantes dentro del tiempo y el presupuesto convenido. Por otra parte, las empresas mineras *junior* deben ser capaces de recaudar capital propio suficiente para cubrir los costos en la etapa de factibilidad y los posibles excesos en los costos del proyecto si es que quieren calificar para obtener financiamiento para un proyecto.

Cuando el proyecto haya pasado las pruebas de terminación de la construcción física y de rendimiento operacional a satisfacción, los bancos se exponen parcial o totalmente a una variedad de riesgos más importantes, incluyendo los relacionados con que:

- las operaciones procedan según el plan, con los programas de producción proyectados cumpliéndose y las reservas de mineral y las leyes estimadas reconciliándose con el metal producido;
- los productores vendan la producción de la mina a los precios estimados, teniendo en cuenta la volatilidad de precio del *commodity* y que el tiempo transcurrido hasta el comienzo de la producción puede haber sido de hasta cuatro años (los bancos pueden establecer la condición de que algunos de estos riesgos de comercialización se mitiguen a través de un nivel apropiado de *hedging* mientras el préstamos está vigente);
- la gestión sea competente y opere el proyecto de modo exitoso;
- se cumplan las condiciones legales necesarias para asegurar y mantener un título minero válido y otros requisitos reglamentarios y medio ambientales. También puede haber exposición a algunos riesgos soberanos, los cuales en su manifestación más leve pueden mostrarse como cambios soportables en el régimen regulatorio y fiscal del país, mientras

que en su manifestación más extrema pueden llegar a culminar en la expropiación del proyecto.

Más que como una fuente de financiación sin recurso, el financiamiento de proyectos puede ser visto como un mecanismo a través del cual compartir riesgos. Para que sea exitoso y resulte en un costo menor de financiación, los acuerdos involucrados deben pasar las variadas fuentes de riesgo a aquellas partes mejor equipadas para soportarlo.

El monto promedio de deuda sobre activos totales difiere ampliamente de industria en industria. De todas maneras, el riesgo inherente al sector de los recursos naturales parece desincentivar el uso de deuda como forma de financiamiento. Debido a sus altos niveles de riesgo, las empresas de exploración tienen generalmente niveles muy bajos o inexistentes de deuda, mientras que las empresas mineras, en promedio, sólo tienen niveles de deuda moderados.

Esto no significa que proyectos mineros individuales no puedan presentar niveles de deuda significativamente más altos o más bajos. Sin duda alguna, el nivel de deuda utilizado no es constante en el tiempo y es generalmente alto al inicio del desarrollo del proyecto. Los paquetes de financiamiento de proyectos para desarrollos individuales pueden cubrir hasta el 70 por ciento de los fondos totales, pero están sujetos a reembolso en etapas tempranas de producción.

2.2.8 Conclusiones

Los objetivos financieros y la gestión de las empresas mineras y de exploración difieren de los de otros sectores de la economía en que sus recursos y reservas se están agotando, son intensivos en capital y dependen mucho de la disponibilidad y costo de recaudar capital, particularmente en el caso de las empresas de exploración.

Diferentes estructuras de financiamiento son apropiadas para diferentes etapas de cada proyecto:

- **a.** debido al alto riesgo que conlleva, la exploración es financiada principalmente por capital propio hasta llegar a la etapa de factibilidad,
- **b.** las etapas de desarrollo de mina y construcción hacen uso de niveles importantes de deuda principalmente en la forma de financiamiento directo del proyecto, pero los bancos requerirán pagos tempranos y mitigación de riesgo mediante algo de capital

para garantizar la terminación del proyecto y cubrir posibles excesos en los costos, y

c. las operaciones mineras en producción son financiadas con una proporción de deuda menor, apropiada y estable (generalmente menos de 50%).

El uso de un nivel de deuda apropiado pero prudente en la estructura de financiamiento de un proyecto aumentará/apalancará el retorno sobre el capital invertido en el proyecto debido a que los intereses son deducibles de impuestos. Una mayor deuda, sin embargo, traerá consigo un mayor riesgo financiero.

El financiamiento de proyectos sin recurso o con recurso limitado se está transformando en la forma más frecuente de financiar el desarrollo de nuevas minas, con bancos de inversión generando paquetes de préstamos flexibles, generalmente sindicalizados y que buscan ajustarse de la mejor manera posible a los tiempos y a la naturaleza del proyecto. Del mismo modo se busca repartir el riesgo entre las partes de tal manera que cada una esté preparada para manejarlo de la manera más eficiente y eficaz.

2.3 Volatilidad de precio en los *commodities*

2.3.1 Introducción

Es importante entender la volatilidad de precios de los *commodities*, puesto que puede tener un impacto considerable en el desempeño financiero de las empresas que funcionan dentro del mercado, tanto para el productor como para el consumidor. Como hemos visto, puede tener un gran impacto en los gastos de exploración. Asimismo, puede tener un impacto considerable en los ingresos gubernamentales provenientes de los impuestos y royalties o regalías. La volatilidad es una medida de variación desde la media exhibida por el precio a lo largo de un tiempo determinado. En otras palabras, la volatilidad representa hasta qué punto el precio experimenta alzas y bajas con respecto al precio promedio de largo plazo, con *commodities* de alta volatilidad mostrando cambios más drásticos que los de menos volátiles.

¿Por qué es importante entender la volatilidad? Cuando se consideran los posibles ingresos futuros, ya sean desde la perspectiva del productor o del gobierno, la volatilidad puede generar cambios importantes en las predicciones de ingresos, los cuales puede impactar la economía de un proyecto o de una operación en funcionamiento. Además, la volatilidad puede tener una influencia de

proporciones considerables en las decisiones de los inversionistas, con rápidos aumentos de precios fomentando la confianza y las caídas drásticas resultando en una mayor cautela. Por lo tanto, los cambios a corto plazo en los precios pueden influenciar las decisiones que tengan un impacto en el largo plazo, aun cuando esto pueda no ser totalmente racional.

Este capítulo considerará cómo ha sido históricamente la volatilidad de los precios del oro, platino, cobre, roca de fosfato, potasa, magnesio, carbón térmico, carbón metalúrgico, uranio, mineral de hierro y coltán. En primer lugar, explicaremos nuestra metodología para medir la volatilidad y, luego, presentaremos lo resultados permitiendo la comparación de volatilidad a través de varios períodos de tiempo. Explicaremos por qué los cambios en la volatilidad podrían haber ocurrido y destacaremos las conexiones con cambios considerables en las dinámicas de mercado. Finalmente, consideraremos hasta qué punto podemos considerar la volatilidad futura al definir un marco para establecer políticas.

2.3.2 Metodología

Para analizar la volatilidad de precios para cada *commodity* en cuestión, CRU estudió series anuales de precios históricos. CRU consideró el período 1975-2012. El año 1975 parece ser un punto de inicio natural para el análisis a realizar, ya que comienza pocos años después del inicio de la liberación del mercado global –comenzando con el fin de los precios del oro y los regímenes de tasas de cambio fijados, lo que llevó gradualmente a la liberalización de los mercados globales financieros y de capital en los años 80. Aunque para algunos de los *commodities* analizados no se disponía del conjunto completo de datos, en la gran mayoría de los casos se cuenta con datos desde al menos 1986 en adelante.

En el caso del cobre, platino, magnesio y oro, el precio considerado es el del metal. En el caso de la potasa, fosfato, carbón térmico, carbón metalúrgico y mineral de hierro, el precio que se considera es el del mineral. En el caso del uranio, el precio cotizado es para U_3O_8 y para el coltán, los precios analizados fueron por los concentrados de tantalita, uno de los productos intermedios que se produce del coltán. El mercado del coltán es relativamente pequeño y la determinación de los precios no es transparente; de ahí que el precio del concentrado de tantalita se usara como un valor sustitutivo para los precios del coltán, los cuales de otro modo no estarían disponibles.

A fin de calcular la volatilidad histórica, hemos transformado los datos de precios en series de cambios porcentuales anuales, tanto en precios nominales como reales. Las medidas de volatilidad

son la media y la desviación estándar de estos cambios porcentuales anuales. La volatilidad se ha medido por el período en total (o para los años en los que los datos están disponibles) y para los sub-períodos.

2.3.3 Cálculos de volatilidad

La fórmula de volatilidad explicada anteriormente proporciona una medida de la desviación estándar desde la media para cada materia prima que será evaluada.

La volatilidad entre 1976 y 2012 de cada *commodity* se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 2.01: Volatilidad estimada sobre la base de los precios nominales anuales, 1976-2012

Commodity	Período	Media	Desviación estándar	Desviación estándar por sub-período							
				76-80	81-85	86-90	91-95	96-00	01-05	06-10	11-13
Platino	1976-2012	8,98	25,51	36,31	24,96	28,03	11,00	21,38	13,42	22,31	11,76
Cobre	1976-2012	7,51	24,41	18,64	11,51	19,47	17,71	16,25	26,76	45,46	18,92
Roca fosfórica	1984-2012	16,52	78,90		12,64	10,60	10,91	6,90	5,88	190,64	35,19
Potasa	1984-2012	10,17	36,51		7,37	16,75	7,09	1,90	13,09	87,82	18,19
Mangnesio	2003-2012	0,15	32,12						17,05	41,74	29,40
Carbón térmico	1984-2012	7,54	30,74		10,95	15,24	14,54	7,02	48,43	50,19	30,67
Carbón metalúrgico	1985-2012	11,30	49,29			15,85	7,78	9,25	49,26	103,70	49,14
Uranio	1988-2012	8,86	34,35			14,60	14,71	23,85	25,51	62,25	25,95
Mineral de hierro	1977-2012	9,40	24,93	7,46	12,89	10,37	8,72	6,76	27,37	49,13	47,28
Coltán	1992-2005	33,89	149,66				4,35	241,96	38,74		
Oro	1976-2012	8,66	23,61	46,15	14,52	13,89	5,55	6,85	7,83	9,50	15,61

Fuente: CRU

Los datos sugieren que el coltán es el más volátil, seguido del fosfato, carbón metalúrgico, potasa y magnesio, en ese orden. El platino, cobre, mineral de hierro y oro fueron los menos volátiles durante todo el período de tiempo. Los últimos cuatros están muy pegados.

Cabe destacar tres aspectos:

- La volatilidad no es constante. En otras palabras, los datos por períodos muestran que los períodos de relativa estabilidad están intercalados con períodos de gran fluctuación. Por ejemplo: los mercados de potasa y fosfato han exhibido una baja volatilidad, salvo en el período 2006-2010, lo cual aumentó considerablemente el promedio general. El período

2006-2010 fue altamente volátil para la mayoría de los *commodities*, ya que durante este tiempo, en 2007-2008, el boom chino de los *commodities* alcanzó su cúspide y luego colapsó.

- Algunos *commodities* han experimentado una volatilidad excepcional en períodos cortos debido a acontecimientos ligados a la oferta. Estos tienden a ser *commodities* específicos, tales como el coltán en el período 1996-2000. Por otra parte, los períodos de volatilidad generalizados a través de todos los *commodities* tienden a ser guiados por la demanda. Esto se cumple especialmente en el caso de los metales y la energía, y menos en el caso de los fertilizantes agrícolas.

- En algunos *commodities* la volatilidad podría haber aumentado en el tiempo debido a un cambio en los mecanismos de fijación de precios. Por ejemplo, el mineral de hierro se ha trasladado desde las negociaciones de precios anuales a un sistema de precios al contado. Sin embargo, se debe tener en cuenta que una mayor rigidez en los sistemas de fijación de precios puede servir para enmascarar la volatilidad de precios subyacente. Por ejemplo, el precio de lista de un productor puede ser aparentemente estable, pero los precios reales pagados podrían ser afectados por descuentos no publicados, plazos variados de crédito, etc.

- Las fórmulas de desviación estándar se basan en distribuciones normales. No obstante, según se verá, los precios de los *commodities* no suelen distribuir de forma normal.

2.3.4 Causas de la volatilidad

Básicamente, la causa de la volatilidad se basa en los fundamentos de la oferta y la demanda. Según se mencionó, la demanda de los metales industriales y la energía fluctúa en línea con el crecimiento económico. La demanda de *commodities* tiende a amplificar los cambios subyacentes en la producción económica porque:

- Los *commodities* se usan en sectores industriales muy cíclicos, tales como la construcción y el transporte.

- Los cambios en la demanda son también exagerados por los movimientos de inventrio en la cadena de abastecimiento.

Estas fluctuaciones en la demanda pueden ser ajustadas hasta cierto punto mediante cambios en la producción y por fluctuaciones en los inventarios. Sin embargo, más allá de cierto punto, cuando los

inventarios se están acabando y la producción alcanza restricciones de capacidad, la oferta se hace inelástica y los precios pueden llegar a altos niveles por la excesiva demanda. Dados los desfaces de tiempo entre el aumento de precios y la construcción de nueva capacidad, tales períodos de exceso de demanda pueden durar años. Sin embargo, es más común de lo que se piensa que estos periodos sean interrumpidos por una contracción de la economía que afecte el ciclo de la demanda (como en 2008-2009).

Los períodos de demanda en exceso explican los puntos más altos de precios que pueden tener lugar en los mercados de *commodities*. Sin embargo, las depresiones de precios no exhiben una amplitud similar. Esto es porque los precios mínimos tienden a estar limitados por los costos de producción. Los precios tienen un piso mínimo proporcionado por el nivel de los costos de caja de los productores marginales de la industria. Estos aspectos de oferta y demanda llevan a una distribución "típica" de los precios de los *commodities* en el tiempo que está fuertemente sesgada hacia la izquierda. Esto se ilustra en los siguientes gráficos, que muestran histogramas de los precios reales (en base 2012), extraídos del período 1976-2012.

Figura 2.04: Distribución de precios del platino, 1976-2012

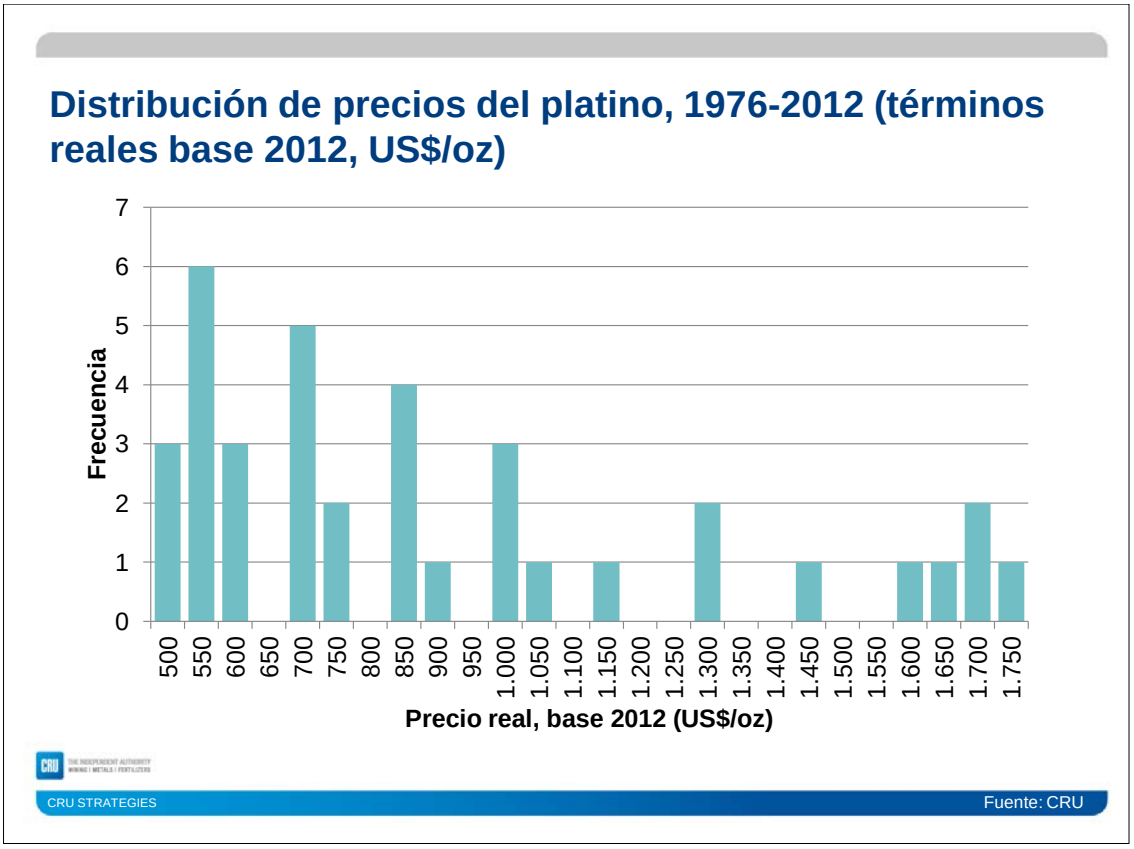


Figura 2.05: Distribución de precios del cobre, 1976-2012

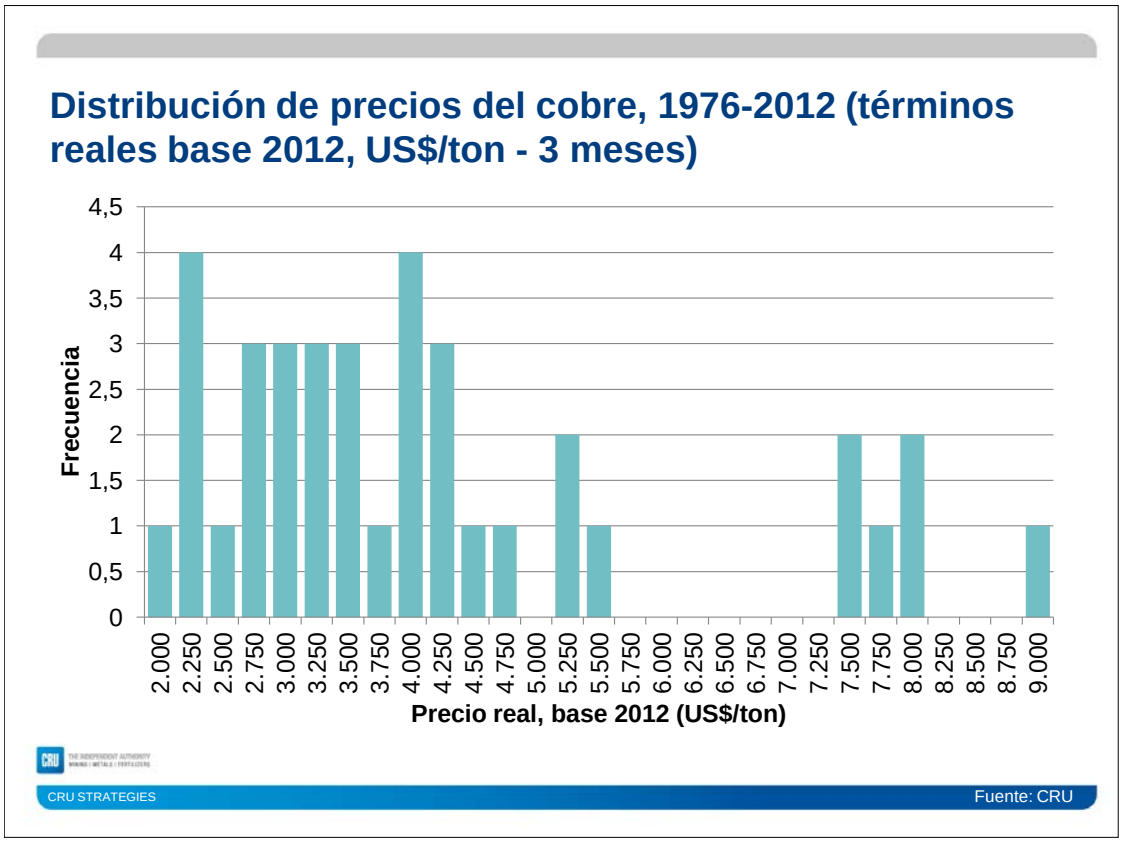
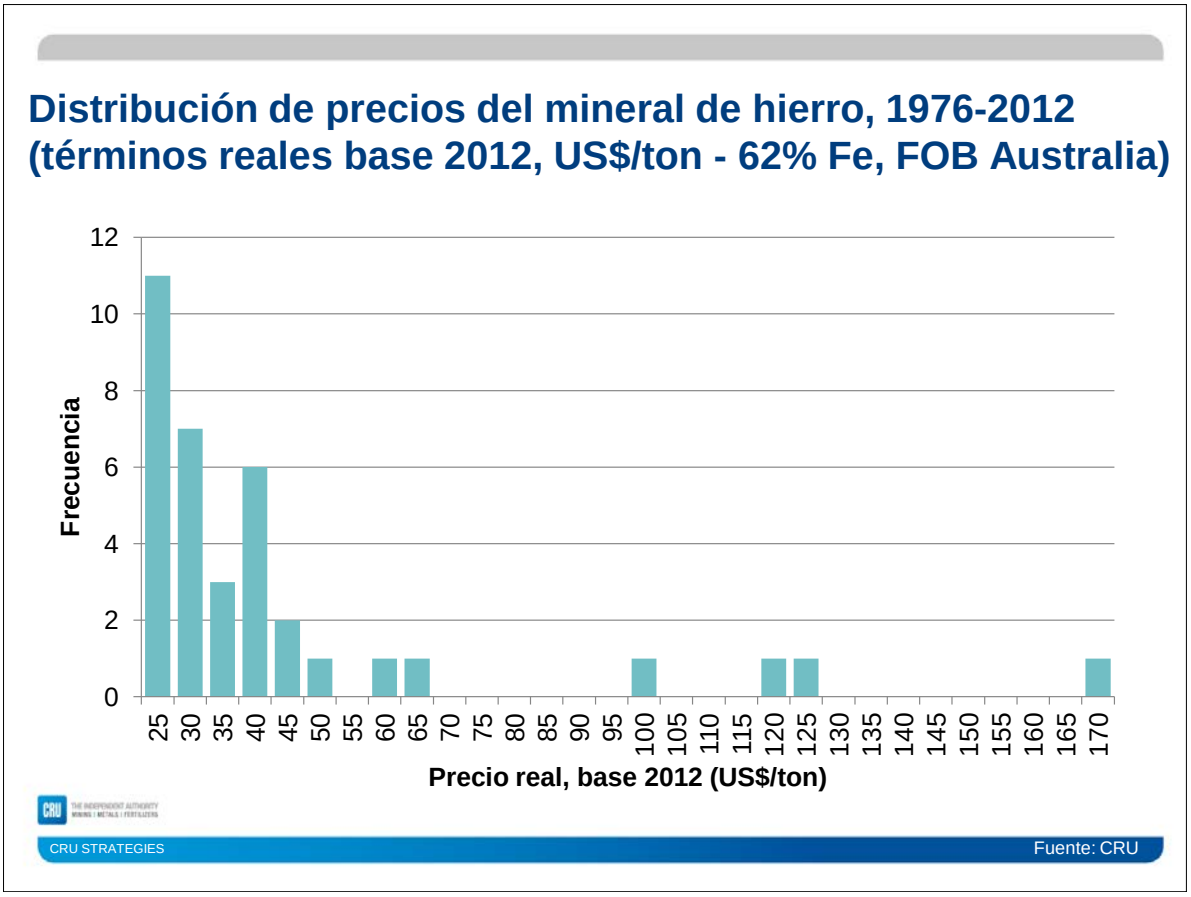
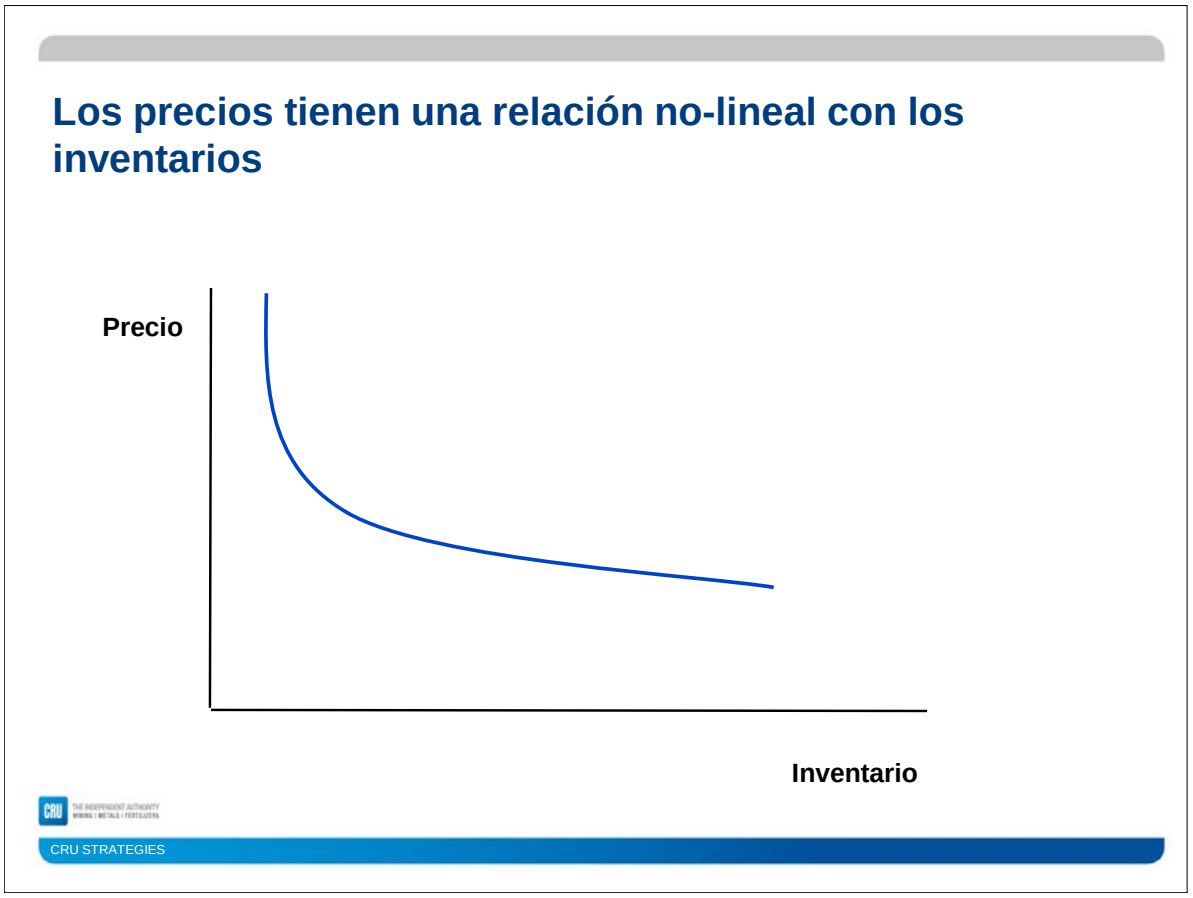


Figura 2.06: Distribución de precios del mineral de hierro, 1976-2012



Los histogramas, con sus distribuciones fuertemente sesgadas, ilustran la relación no lineal muy observada entre los precios de los *commodities* y los inventarios, según consta en el siguiente gráfico.

Figura 2.07: Los precios tienen una relación no-lineal con los inventarios



En la medida que los inventarios alcancen niveles críticos, la línea de precio se aproxima a la vertical. Sin embargo, en la situación opuesta en la que hay exceso de abastecimiento y exceso de inventarios, los incrementos adicionales a los inventarios tienen un impacto cada vez más limitado sobre el precio. Los mercados de *commodities* alcanzan una situación de exceso de demanda sólo ocasionalmente, es decir, no sucede en cada ciclo. Por ejemplo, los precios se dispararon por el exceso de demanda en 1987-1988, y nuevamente en 2007-2008. No obstante, no hubo tal alza a fines del auge de los 90 en 2000. Esto además resulta evidente en los histogramas presentados anteriormente.

La influencia de los mercados financieros en la volatilidad de los precios es un área de gran debate, particularmente en áreas políticamente sensibles, tales como los precios de los alimentos y la energía. La influencia de los factores financieros en los mercados de *commodities* comenzó a sentirse a comienzos de los noventa, y ha crecido enormemente desde entonces. La opinión general establecida en este aspecto es que la volatilidad es causada esencialmente por los factores

fundamentales como lo son la oferta y la demanda, pero que los flujos financieros de los especuladores pueden **acentuar** y también **anticipar** los movimientos de los precios basados en los fundamentos. Los especuladores financieros de los mercados de *commodities* se clasifican en tres tipos principales:

- Especuladores a corto plazo - tales como los asesores en el *trade* de *commodities* (*Commodity Trading Advisors* o CTAs).
- Especuladores a mediano plazo - tales como fondos de cobertura (*hedge funds*), quienes trabajan con una visión a mediano plazo del mercado basado en los fundamentos macroeconómicos.
- Los inversionistas a largo plazo –fondos de índices (*index funds*), los cuales tienden a invertir a largo plazo en una canasta de *commodities* como parte de un portafolio de inversiones equilibrado. Generalmente, el oro es el componente más grande de estos portfolios de *commodities*.

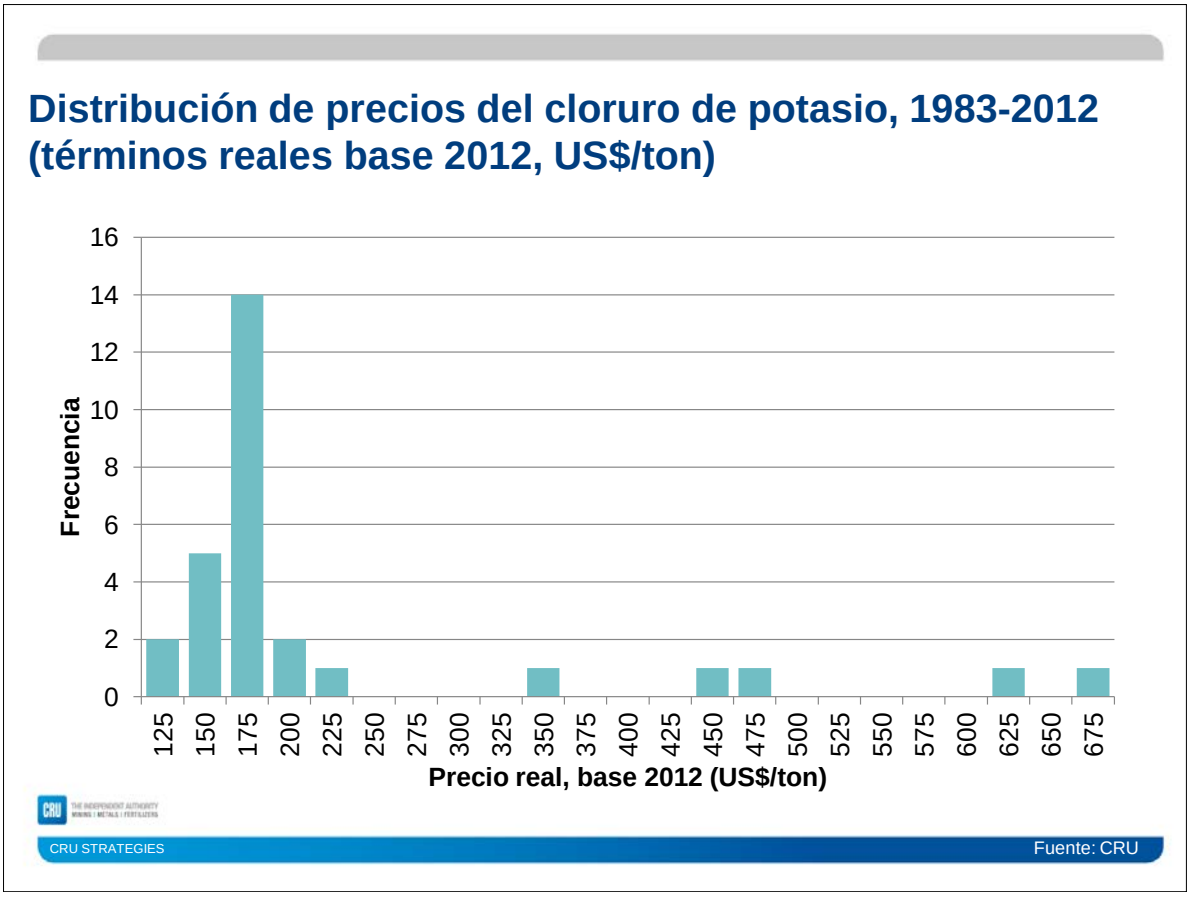
Cabe señalar que los actores financieros son una parte necesaria de cualquier mercado de *commodities,* ya que ellos proporcionan las contrapartidas a aquellos que deseen deshacerse del riesgo.

Hasta ahora, los comentarios acerca de las causas de la volatilidad han sido especialmente pertinentes a los metales industriales y a la energía. Sin embargo, algunos de los *commodities* de los once estudiados en el reporte tienen diferentes conductores. El **oro** y el **platino** son metales preciosos, buscados por su valor de inversión más que por su uso industrial. Además, la nueva producción de oro es eclipsada por la cantidad de oro ya existente. Por lo tanto, los precios del oro tienden a ser dirigidos por las fluctuaciones de los intereses de los inversionistas. Esto, a su vez, depende de innumerables factores, tales como las tasas de interés, inflación, los retornos de otras clases de activos, incertidumbre económica y política, tasas de cambio, etc. El oro es visto como un "refugio seguro" en épocas de incertidumbre económica o política, y como tal está influenciado por un factor miedo. En los años recientes, el oro ha sido guiado por este factor miedo así como por las tasas de interés excepcionalmente bajas, ya que el interés sobre el dinero es el costo oportunidad de tener posesión del oro, el cual no genera intereses. Por estas razones, los precios de los metales preciosos, a menudo, pueden resultar contra-cíclico – es decir, lo que es malo para la economía mundial y los metales industriales se considera bueno para el oro, y viceversa. En el período desde

1975, el oro tuvo dos grandes alzas de precios, las que culminaron en 1980 y en 2012. Fuera de estos dos períodos, no obstante, según se aprecia en las estadísticas de la volatilidad, el oro había sido extraordinariamente estable. Por lo tanto, el oro y el platino exhiben la misma curva de precios no lineal y la misma distribución sesgada de los precios reales que los *commodities* industriales, aunque por distintas razones.

El **fosfato** y la **potasa (cloruro de potasio)** son fertilizantes minerales y responden a *drivers* aún más diferentes. Puesto que la demanda es estimulada fundamentalmente por la producción de alimento, se podría esperar que ésta fuera mucho más estable que la demanda de metales industriales y energía – y, de hecho, esto suele ser cierto. Al igual que con los metales, los precios básicos son establecidos por los costos de caja de producción de los productores marginales. El patrón de distribución de precios muestra un patrón sesgado conocido. Pero, en el caso de la potasa y los fosfatos, sólo hemos visto una gran alza del precio en el período en el cual disponemos de datos (1983-2012), la cual se dio el período 2007-2009. En este caso, el factor fundamental fue el aumento en la demanda debido a los altos precios de los cultivos, lo cual llevó al cultivo de mayores áreas y a una mayor aplicación de fertilizantes debido a un aumento en el acceso a financiación. Se dio además un giro adicional por el aumento en la producción de cultivos destinados a biocombustibles y alimento para animales, incentivado por el crecimiento de la población. Al parecer, los precios de los fertilizantes minerales se han estabilizado en nuevos niveles más altos que los anteriores debido a los mayores precios de los cultivos y a la escalación del costos de entrada. Por lo tanto, se espera que reviertan a una mayor media que en el pasado.

Figura 2.08: Distribución de precios del cloruro de potasio, 1983-2012



2.3.5 Escenarios para los precios futuros

Por lo general es aceptado que tenemos una visibilidad limitada de los movimientos futuros del precio de los *commodities*. El valor de la información actual se desvanece rápidamente en el tiempo.

- Los ciclos macroeconómicos no se pueden predecir con facilidad más allá de 18 a 24 meses, y están sujetos a un amplio margen de error incluso en este período de tiempo. Esto es un hecho que se puede verificar fácilmente.
- Largos tiempos de puesta en marcha significan que contamos con una visibilidad razonable de desarrollos desde el punto de vista de la oferta hasta 5 años más, aunque las cosas pueden cambiar – por ejemplo, los proyectos pueden ser cancelados.

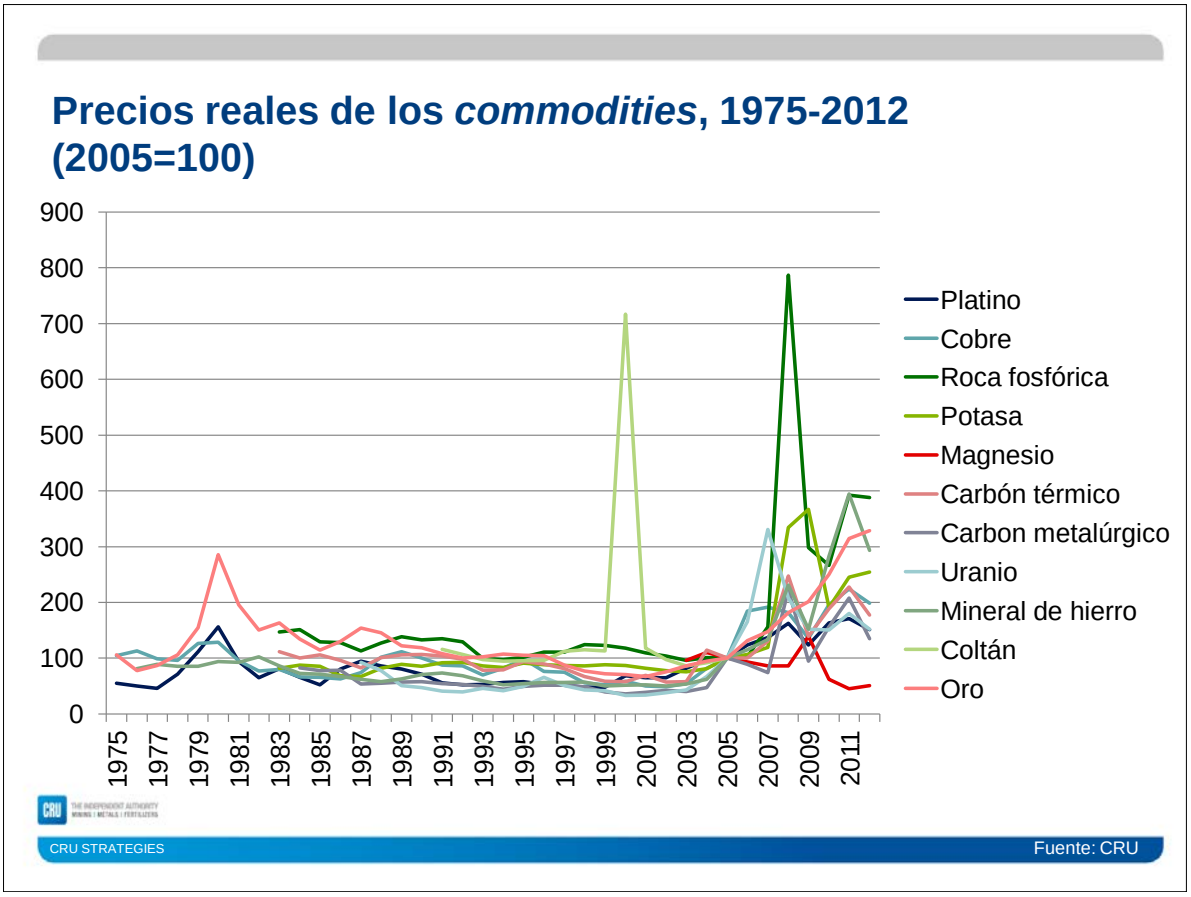
Los precios de los *commodities* son, por lo tanto, dinámicos y difíciles de predecir. Literalmente, existen miles de posibles escenarios de precios para cada una de los once *commodities* seleccionados. Es así que la pregunta que surge es qué se puede decir sobre los precios futuros de manera razonable en medio de esta incertidumbre.

- Los precios de la mayoría de los *commodities* **revierten a la media**. Esto significa que son atraídos hacia una media, la cual se base en un **costo marginal a largo plazo** (CMLP). Se asume que la demanda de cada una de los once *commodities* estudiados está creciendo y seguirá creciendo en el futuro. Al mismo tiempo, los recursos existentes se agotarán y las plantas existentes terminarán siendo obsoletas. Por lo tanto, será necesario desarrollar nuevas minas y plantas procesadoras a fin de satisfacer el crecimiento en la demanda y remplazar los activos agotados. Para que se desarrollen nuevas plantas y minas se debe atraer capital a la industria. El costo marginal de largo plazo es el precio ***ex ante*** necesario para inducir este suministro de capital. En otras palabras, es un precio que cubrirá los costos operaciones y de capital de los nuevos proyectos marginales requeridos para satisfacer la demanda. Las tendencias de precio a largo plazo en este informe se basan totalmente en esta teoría. Es importante notar que esto no significa que los precios ***ex post*** necesariamente promediarán a este nivel.

- Los precios reales oscilarán alrededor de la tendencia de los CMLP. Los tiempos de estas fluctuaciones pueden tomar, como se dijo, miles de trayectorias, y contamos con una visibilidad limitada y prácticamente nula de esto más allá de cinco años. Los datos más importantes que poseemos es cómo se comportan los precios de hoy con respecto a la media de largo plazo, desde lo cual se puede establecer que el camino de la reversión a la media sea ascendente o descendente desde el punto actual. Además, tenemos información importantes sobre los niveles de inventario y tasas de producción que pueden ayudar a predecir cuál será la trayectoria hacia la media.

- Aunque la determinación de los ciclos de precios es impredecible, ¿podemos decir algo razonable acerca de estos ciclos, por ejemplo, en términos de amplitud y frecuencia? La pregunta sugiere que podríamos observar algo regular en los datos – tales como una curva sinusoidal. Sin embargo, los ciclos no son regulares, según se evidencia de los datos de volatilidad de la Tabla 2.01 y en el gráfico siguiente:

Figura 2.09: Precio real de los *commodities*, 1975-2012



- Tenemos claro que es más fácil definir el punto más bajo del ciclo del precio que el punto más alto, ya que este se ve afectado por los costos de producción. Por lo tanto, estamos en condiciones de efectuar estimaciones razonables sobre un escenario de precios bajos a través de la estimación de los **costos marginales a corto plazo**, así como la observación de los datos históricos. Esto es útil ya que es el potencial escenario de precios bajos el que más preocupa a los prestamistas de proyectos (por el pago de los intereses), propietarios (por el flujo de caja) y los gobiernos (por la estabilidad de ingresos).

- La amplitud cíclica de cualquier *commodity* se verá afectada en particular por los factores fundamentales. Por ejemplo, la distancia entre la media de la tendencia y la baja se verá afectadas por la **brecha entre los CMLP y los CMCP**. Además, la tendencia alcista potencial en el precio se verá afectada por la **elasticidad de precio de la demanda**. Por ejemplo, las alzas del precio del cobre han sido altas y prolongadas debido a la baja

elasticidad de precio de la demanda en sus aplicaciones fundamentales, y la falta de sustitutos adecuados.

- Una observación razonable que se puede formular con respecto a la frecuencia del ciclo es que los auges o booms de los *commodities* suelen contener las semillas del próximo colapso – por ejemplo, al alentar la inversión excesiva, alentar la sustitución o una mayor recolección de chatarra. En los últimos 40 años, *peaks* generales en los precios de los *commodities* ocurrieron en 1979, 1988, 2000 y 2008.

En conclusión, podemos decir varias cosas razonables acerca de los precios futuros en términos de reversión a la media, precio mínimo, amplitud potencial dada las características fundamentales, dónde está el precio hoy en relación con su media a largo plazo, y que los auges contienen las semillas del próximo colapso. Sin embargo, no podemos *predecir* el momento preciso de la trayectoria de los precios, y literalmente, existen miles de trayectorias posibles.

2.4 Barreras arancelarias en Colombia y regiones más relevantes

2.4.1 Introducción

Un arancel es el tributo que se aplica a productos o servicios sujetos a importación o exportación – donde a nivel mundial son más corrientes los tributos a la importación de bienes que a la exportación de bienes. El fundamento detrás de la aplicación de aranceles, históricamente, se basa principalmente en que la importación de algún producto o servicio pudiera reemplazar la producción interna del mismo producto o servicio, impactando negativamente la actividad económica nacional del país importador. No obstante, la aplicación de aranceles a la importación de bienes que no desplazan ni impactan la actividad económica interna del país importador pudiera igualmente impactar en forma negativa en el nivel de gasto de la población, al tener que pagar más por un producto o servicio que de igual manera no existe en el país como bien producido en territorio nacional.

A pesar de la masiva implementación de aranceles a nivel global, existen alianzas y convenios acordados entre países y regiones para rebajar el nivel arancelario a importaciones o exportaciones, o sencillamente para eliminarlos. Estos acuerdos se basan en que los países o regiones involucrados

en la alianza evalúan que la rebaja o cancelación de aranceles genera un mayor valor, para todas las partes, que la aplicación misma de los aranceles. Este mayor valor se asocia, por ejemplo, a la disponibilidad a la población (o importadores en general) de cierto bien importado (o bienes derivados de éste) a un menor costo y/o a un incentivo a la mayor actividad económica de las partes involucradas (ya sea como productor o consumidor) por el gran ahorro que esto significa para el país – entre otros posibles beneficios ligados a acuerdos comerciales internacionales.

Dentro de este análisis, si bien el comercio y los aranceles asociados se pueden vincular con productos o servicios, concentraremos el presente estudio en la importación y exportación de productos. En particular, y cuando sea posible, se enfocará el análisis en el comercio de materias primas o *commodities*. Por otro lado, dado el acotado tamaño del mercado interno de Colombia, el análisis presta más atención a las exportaciones desde Colombia y las importaciones de los centros de consumo más relevantes.

2.4.2 Comercio en Colombia

Geográficamente, Colombia posee una locación que facilita su acceso a mercados internacionales. Su directo acceso al Mar del Caribe y al Océano Pacífico le da una ventaja privilegiada en cuanto al acceso marítimo a aquellas regiones más desarrolladas y donde los mayores mercados consumidores están. Esto se basa en que la mayor parte de los productos son comercializados vía marítima, y donde – como ya se mencionó anteriormente – debido a que la capacidad interna de consumo de *commodities* minerales es acotada, toda potencial industria minera en Colombia – de gran escala – tenderá a exportar sus productos correspondientes a aquellos mayores centros geográficos consumidores (como por ejemplo: China, Japón, Europa y EE.UU. – a pesar que el destino de la exportación dependerá enteramente del *commodity* en cuestión).

Asimismo, existen fuentes que indican que los procedimientos de aduana en Colombia son modernos y eficaces, y que están alineados con los estándares actualmente observados alrededor del mundo en el comercio internacional. Esto, naturalmente, facilita aún más la actividad comercial asociada a la exportación de productos minerales desde territorio colombiano.

Por el otro lado, cabe recordar que si bien Colombia se encuentra en una ubicación geográfica altamente atractiva en términos de acceso a grandes mercados externos, igualmente su actividad comercial asociada a productos minerales, particularmente la exportadora, igualmente depende del desarrollo de la infraestructura asociada al comercio marítimo, es decir, puertos e instalaciones de

transporte desde la mina hacia dichos puertos. Esto último está directamente relacionado con el hecho que si bien el acceso directo al mercado marítimo es una gran ventaja, la locación de las operaciones mineras sólo depende de las condiciones geológicas existentes en el país, por lo que no se puede escoger dónde está ubicada una mina y, por lo tanto, el transporte del producto mineral al puerto de exportación pudiera ser eventualmente muy complejo – y con esto, muy costoso también.

2.4.2.1 Legislación de comercio exterior en Colombia

En términos generales, la legislación asociada a comercio internacional en Colombia se enmarca dentro de la reglamentación y acuerdos de la Organización Mundial del Comercio (OMC) – de la cual Colombia es miembro desde Abril de 1995.

La OMC es una organización internacional de comercio compuesta por 159 países. Esta organización es la única a nivel mundial que se ocupa de las normas que rigen el comercio entre países. Los pilares sobre los que descansa son los acuerdos de la OMC, los cuales han sido negociados y firmados por la gran mayoría de los países que participan en el comercio mundial y ratificados por sus respectivos parlamentos. El objetivo de estos acuerdos es ayudar a los productores de bienes y servicios, tanto exportadores como importadores, a llevar adelante sus respectivas actividades.

A pesar de que los acuerdos de la OMC son descritos por la propia organización como extensos y complejos, los principios sobre los cuales están inspirados son simples y fundamentales. Estos principios se listan a continuación, y describen el lineamiento general de las decisiones que la OMC debe tomar:

- No discriminación
- Ser más abierto
- Ser previsible y transparente
- Ser más competitivo
- Ser más beneficioso para los países en desarrollo
- Proteger el medio ambiente

Dentro de los beneficios de pertenecer a la OMC, se encuentra la seguridad que otorga el mecanismo de solución de diferencias de dicha organización, ante el cual pueden acudir los estados

parte del Acuerdo cuando consideran que han sido infringidos los compromisos y acuerdos ratificados en el marco de la OMC a través de otro miembro.

De esta forma, la legislación colombiana se ha enfocado en gestionar y facilitar las operaciones asociadas a importación, exportación y aduanas de Colombia en base a variados procedimientos formales de comercio exterior que se ajustan a los acuerdos ya mencionados de la OMC. Esto, al final de cuentas, tiene por objeto promover y apoyar diversos beneficios para las empresas vinculadas con la actividad de importaciones y exportaciones en Colombia.

Para el caso de Colombia, el país ha observado un creciente desbalance entre exportaciones e importaciones, donde sus importaciones han superado significativamente a sus exportaciones – causando un importante problema en su balance de pagos. Por este motivo, Colombia vio como evidente la necesidad de promover cambios en materia de política comercial. Una de estas medidas, con el objetivo de incentivar la actividad exportadora, fue encontrar nuevos mercados mediante la suscripción de tratados de libre comercio con importantes economías alrededor del mundo.

2.4.2.2 Exportaciones de Colombia

Las exportaciones que se originan en Colombia no están afectas a tributos aduaneros. Además, las exportaciones colombianas se ven beneficiadas por un importante número de acuerdos internacionales que otorgan preferencias arancelarias dependiendo del destino de cada exportación.

Sólo para identificar la distribución de las exportaciones colombianas por sector económico, vale notar que las exportaciones en el sector minero-energético de Colombia totalizaron US$44,2 millones en 2012. Este monto contrasta con los US$16,1 millones exportados en el sector no minero-energético el mismo año. Así, es posible cuantificar la gran magnitud de las exportaciones que el sector minero-energético posee en Colombia – la cual alcanzó el 73% de las exportaciones totales durante 2012, no muy diferente al 72% observado para 2011.

A su vez, las exportaciones de todos los sectores son beneficiadas por una importante cantidad de programas arancelarios que favorecen la exportación de bienes en general. En particular, con respecto a aquellos mecanismos que más influyen – o pudieran influir – en la exportación colombiana de materias primas o *commodities*, los más relevantes se explican resumidamente a continuación:

Programas especiales de exportación (PEX):

Esta figura constituye un mecanismo de promoción a las exportaciones, que jurídicamente configura la combinación de los regímenes asociados a la exportación definitiva y la importación temporal. El fin de esta figura es que, antes que la implementación de ésta, los productores de materia prima tenían un incentivo preferir enviar su producción a un residente en otro país para que allí se realizara el proceso de manufactura del bien final. De esta forma, los productores de materia prima optaban a todos los beneficios tributarios y arancelarios ligados al exportador de un bien, pero afectando negativamente a los maquiladores o productores de bienes finales o semis que operan dentro de Colombia – los cuales perdían oportunidades de negocio y/o debían optar por importar materia prima del extranjero (a mayor costo y con potenciales aranceles adicionales de importación) al carecer de disponibilidad doméstica.

Esta figura se basa en una operación mediante la cual, en virtud de un acuerdo comercial, un residente en el exterior compra materias primas, insumos, bienes intermedios, material de empaque o envases, de origen colombiano, a un productor en Colombia. Posteriormente, el residente en el exterior dispone su entrega a otro productor, también residente en Colombia, quien se obliga a manufacturar y exportar los bienes manufacturados (a partir de dichas materias primas, insumos, bienes intermedios o utilizando el material de empaque o envases), según las instrucciones que reciba del comprador externo.

De esta forma, al momento en que se realice la exportación del bien manufacturado, los PEX le permiten al exportador directo e indirecto acceder a los beneficios tributarios de las exportaciones, la exención del IVA, la exclusión del Impuesto de Industria y Comercio y del Impuesto de Timbre.

Naturalmente, para el caso de la industria minera y la exportación de productos mineros, esta figura incentiva el procesamiento doméstico aguas debajo de los *commodities* minerales potencial o actualmente explotados dentro de Colombia. De esta forma, en caso de efectivamente procesar los minerales dentro del territorio colombiano, una mayor parte de la cadena de valor (sino toda) del producto mineral se mantiene en el país, generando eventualmente mayor riqueza y beneficio para Colombia.

Cabe notar, sin embargo, que el razonamiento de que un mayor procesamiento doméstico aguas debajo de un mineral provoca necesariamente mayor riqueza para el país es cuestionable desde el punto de vista estratégico. Esto debido a que la fracción de la cadena de valor que se está agregando con cada etapa adicional de procesamiento pudiera ser eventualmente menos valiosa que los costos

incurridos en dicha etapa adicional de procesamiento al tomar en consideración factores como: costos de capital, costos de adquisición de *know-how*, costos de innovación e implementación de tecnología, costos ambientales, costos asociados a una curva de aprendizaje más lenta que la de países especializados en procesamiento aguas abajo, costos de oportunidad, etc. Todo esto, naturalmente, debe ser analizado considerando todos los factores que pudieran impactar la economía del país y efectivamente evaluar la mejor decisión.

Plan Vallejo para materias primas:

Esta figura permite importar a territorio colombiano mercancías específicas, esencialmente materias primas, destinadas a ser exportadas en un plazo determinado, después de haber sufrido transformación, elaboración o reparación, con suspensión total o parcial de aranceles aduaneros. En otras palabras, esta formulación libera de aranceles de importación y otros gravámenes o impuestos a toda entidad que importe a Colombia bienes con el fin de añadirles valor y posteriormente exportarlos. Cabe notar, no obstante, que la entidad que importa materias primas debe adquirir el compromiso de exportar un volumen mínimo que depende del tipo de bien importado y a la modalidad de Plan Vallejo en la que se esté suscrito.

Es así como el Plan Vallejo establece medidas que tienden a estimular las exportaciones colombianas mediante mecanismos dirigidos a liberar a los exportadores del pago de gravámenes e impuestos sobre las materias primas, insumos, bienes de capital y repuestos importados utilizados en la fabricación de productos destinados a la exportación. En este sentido, dicha figura ha sido ampliamente utilizada por la industria minera y de metales (incluyendo carbón), siendo un sector que ha aprovechado de forma significativa las ventajas asociadas a la importación de materias primas e insumos necesarios para la producción y posterior exportación de los correspondientes productos minerales.

2.4.3 Acuerdos de comercio internacional entre Colombia y otros países y regiones

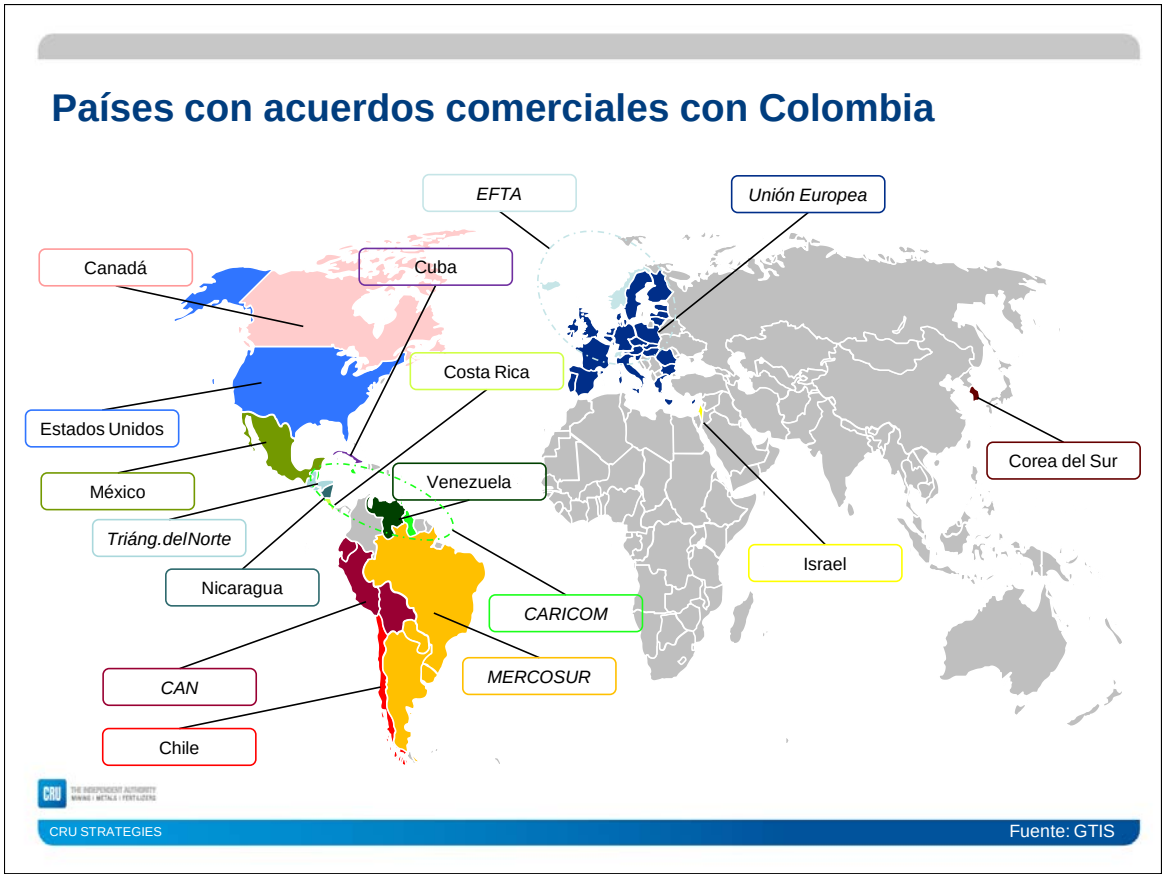
Además de las políticas comerciales internas existentes en Colombia que incentivan la exportación de productos desde su territorio, el país ha firmado una importante cantidad de convenios bilaterales y multilaterales asociados a acuerdos de comercio internacional. Estos acuerdos se alinean con el objetivo de integración abierta en busca de vínculos que estimulen el nivel de actividad comercial

en Colombia, impulsando así su economía y crecimiento. De hecho, al año 2012 las exportaciones a países con acuerdos representaban el 57,9% del total de las exportaciones, lo que representa un significativo aumento en comparación a lo observado el año 2000, donde dicha participación era de sólo un 18,4%.

Este tipo de acuerdos de comercio internacional han resultado ser clave en el crecimiento económico de varios países en vías de desarrollo, y en particular en aquellas economías en la cual sus exportaciones de materias primas son parte importante de su desarrollo económico. Naturalmente, Colombia cae dentro de este grupo, pudiendo incluso aprovechar más estos tratados en caso de que en el futuro presentara una industria minera más potenciada.

Los países y regiones con los cuales Colombia posee los acuerdos y tratados comerciales más importantes se destacan en la figura siguiente.

Figura 2.10: Países que presentan los acuerdos comerciales con Colombia



A continuación se listan los países y regiones con acuerdos comerciales actuales con Colombia ya expuestos en el mapa anterior de acuerdo a la información del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo del Gobierno de Colombia (Agosto 2013):

- México
- Triángulo del Norte: El Salvador, Guatemala y Honduras
- Comunidad Andina (CAN): Bolivia, Ecuador y Perú – y donde Colombia también es parte
- Comunidad del Caribe (CARICOM): Antigua y Barbuda, Bahamas, Barbados, Belice, Dominica, Granada, Guyana, Haití, Jamaica, San Cristóbal y Nieves, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas, Surinam y Montserrat (dependiente del Reino Unido)
- Mercado Común del Sur (MERCOSUR): Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay
- Chile
- Asociación Europea de Libre Comercio (EFTA): Suiza, Liechtenstein, Noruega e Islandia – pero donde sólo Suiza y Liechtenstein poseen acuerdos ya firmados
- Canadá
- Estados Unidos
- Venezuela
- Cuba
- Nicaragua
- Unión Europea
- Corea del Sur
- Costa Rica
- Israel

Como es posible observar, los acuerdos comerciales que posee Colombia cubran una parte importante del mercado mundial, donde destaca la alta participación de países con acuerdos dentro de América Latina. Dentro del contexto latinoamericano, Colombia presenta convenios con una importante cantidad de países vecinos de la región, los cuales se enmarcan dentro de Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI), organismo internacional encaminado a propiciar un desarrollo económico-social armónico y equilibrado de la región latinoamericana.

Si a esto se le suman EE.UU., Canadá y los países europeos con acuerdos comerciales (Unión Europea y EFTA), ciertamente Colombia muestra una posición aventajada en cuanto a convenios

arancelarios con países desarrollados que favorecen enormemente su actividad a nivel de comercio internacional.

Adicionalmente, cabe notar que una gran fracción de estos acuerdos son Tratados de Libre Comercio (TLC) entre Colombia y otros países o regiones alrededor del mundo, lo que beneficia aún más potentemente su comercio exterior. Dentro de los TLC más importantes, destacan el TLC con el MERCOSUR, Chile, EE.UU. y los recientemente firmados TLC con la Unión Europea y Corea del Sur. Estos últimos tres TLC mencionados han entrado en vigencia en 2012 y 2013, lo que está actualmente provocando importantes – y positivos – cambios en la actividad comercial colombiana. De hecho, entre 2011 y 2012 la participación del comercio sin acuerdos sobre el comercio total se redujo de 44,6% a 25,4%, lo cual estuvo ocasionado mayormente por la entrada en vigencia del TLC con Estados Unidos en 2012. De la misma forma, se esperan cambios igual de impactantes una vez que se vean los efectos de la entrada en vigencia del TLC con la Unión Europea y Corea del Sur ocurrida en 2013.

Con respecto a las exportaciones de Colombia hacia países o regiones con acuerdos actualmente vigentes, el año 2012 el destino primordial fue sin dudas Estados Unidos, a donde se destinó un 63,1% del total de US$ 34,8 millones exportados dicho año a economías con acuerdos vigentes. A EE.UU. le siguen, en este orden, CAN, Venezuela y Chile; la participación conjunta de estas cuatro regiones del total de exportaciones de 2012 superó el 87%, demostrando bajo qué acuerdos en específico se concentraron mayormente las exportaciones colombianas el año 2012. Cabe notar que eventualmente esta distribución de exportaciones a países y regiones con acuerdos cambiará sustancialmente desde 2013, año en el cual ya operan los TLC con la Unión Europea, Corea del Sur e Israel.

Tabla 2.02: Exportaciones colombianas hacia países con acuerdo vigente (2012)

	Participación	Exportaciones (US$ millones FOB)
EE.UU.	63,1%	21.982
CAN	10,4%	3.618
Venezuela	7,3%	2.556
Chile	6,3%	2.189
MERCOSUR	4,6%	1.613
Triángulo del Norte	2,4%	841
México	2,4%	835
EFTA	2,1%	721
Canadá	1,3%	467

Data: Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (Gobierno de Colombia)

Sin embargo, Colombia no poseía en 2012 acuerdos comerciales oficiales con países de Asia. En particular, no contar con convenios de importación y exportación con economías que hoy en día son potentes líderes de mercado y consumo, como por ejemplo China e India, da un gran espacio de mejora en políticas comerciales y acuerdos internacionales con la región asiática. Hoy en día, y para el futuro a mediano y largo plazo, se espera que China (y en menor medida, India) sea el motor de consumo de *commodities* minerales, y cualquier impulso de demanda de metales y minerales dependerá fuertemente de esta economía. Por esta razón, cualquier eventual exportación mineral en grandes volúmenes desde Colombia pudiera tener como destino principal China – u otros países asiáticos con altos niveles de consumo dependiendo del mineral en cuestión. Por todo esto, el reciente acuerdo de TLC con Corea del Sur tiene un valor estratégico primordial, donde Colombia puede usar a Corea del Sur como puerta de entrada de exportaciones a una región antes desierta en cuanto a acuerdos comerciales.

Cabe notar, no obstante, que si bien sólo existe un acuerdo oficial entre Colombia y países asiáticos (caso de TLC con Corea del Sur), igualmente Colombia es miembro del Consejo de Cooperación Económica del Pacífico (PECC). Esta organización es una red compuesta de instituciones dedicadas a promover la cooperación a lo largo de la región de Asia Pacífico. De la misma forma, Colombia pertenece al Consejo Económico de la Cuenca del Pacífico (PBEC), asociación no gubernamental conformada por los más importantes empresarios de países con costas sobre el Pacífico (incluyendo a Asia), cuyo propósito es el de incrementar el mutuo conocimiento, el flujo de negocios e inversión, la cooperación económica, la transferencia de la tecnología y el turismo, entre otros.

Pese a esto, y a pesar de variados y constantes esfuerzos, Colombia no ha logrado entrar como miembro oficial del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC), red cuyo objetivo es consolidar el crecimiento y la prosperidad de los países del Pacífico, tratando temas relacionados con el intercambio comercial, coordinación económica y cooperación entre sus integrantes.

2.4.4 Comercio en principales países y regiones consumidoras

Como se explicó anteriormente, el presente análisis se basa en el hecho que la industria minera en Colombia de gran escala se enfocaría en exportar sus productos minerales – dado que el mercado interno colombiano tiene un tamaño acotado. Esto, naturalmente, se fundamenta también en que los centros de consumo de *commodities* minerales se concentran en otras regiones, las cuales importan parte importante de sus volúmenes de consumo de dichos productos.

Al analizar los mayores centros de consumo de los *commodities* minerales cubiertos en el presente documento, es posible concluir que los países o regiones más relevantes en cuanto a la importación de dichos productos son, en términos generales, los mismos. Estos países o regiones son:

- China
- India
- Europa / Unión Europea
- EE.UU.

De esta manera, serán en particular estas regiones las que se analizarán resumidamente y se revisarán cuáles son sus políticas comerciales internacionales – enfocándose primordialmente en la importación que realizan estas regiones.

2.4.4.1 China

La importación de productos a China, generalmente, están sujetos a tres tipos de impuestos: Impuesto del Valor Agregado (IVA), Impuesto sobre el Consumo (IC) y Aranceles de Aduana.

Los productos que China importa están sujetos al IVA, donde los tipos impositivos aplicables son los mismos que los aplicados a los productos vendidos en el mercado interno – es decir, 17% y 13% dependiendo del producto. Este IVA se paga en el momento del despacho aduanero; no obstante,

este impuesto a la importación de bienes puede ser utilizado para efectivamente deducir el IVA pagado cuando los bienes importados son vendidos en el mercado interno.

De la misma forma, existe un Impuesto sobre el Consumo, el cual aplica para determinado tipo de productos. Éstos se refieren a artículos de lujo, derivados del petróleo (no renovables) y productos de alta tecnología (como automóviles y motocicletas). La tasa asociada al IC varía ampliamente dependiendo del tipo de producto y volumen.

Por último, China también aplica Aranceles de Aduana a sus importaciones, los cuales poseen bastantes variaciones dependiendo del tipo de producto y origen de la importación. En este sentido, existe la tasa arancelaria de la Nación Más Favorecida (NMF) y la tasa general, siendo la primera tarifa considerablemente más baja que la tasa general adoptada por las naciones no-NMF. Los productos que adoptan la tasa de la NMF se refieren a:

- Bienes importados a China desde los países miembros de la OMC
- Las mercancías originarias de países o territorios que hayan celebrado acuerdos comerciales bilaterales que contienen disposiciones sobre el trato NMF con China
- Productos que se originaron en China

A pesar que Colombia es miembro de la OMC, existen fuentes especializadas en comercio chino que afirman que los privilegios comerciales de importación a China desde países miembros de la OMC no ha sido tan fluida y ha habido constantes cambios en sus procedimientos aduaneros. Por esta razón, China en la práctica no otorga preferencias arancelarias a productos provenientes de Colombia.

Por otro lado, es un hecho que durante los últimos años China ha establecido varios acuerdos de TLC con varias economías alrededor del mundo. China posee hoy en día 16 TLC, las cuales comprenden 28 economías diferentes. Esto incluye el tratado China-ASEAN, abarcando una zona de libre comercio entre los diez estados miembros del ASEAN (Asociación de Naciones del Sudeste Asiático) y China. Este TLC abarca la zona más extensa del mundo en términos de población, y la tercera más grande en cuanto a PIB (nominal).

Dentro del contexto latinoamericano, China posee TLC con Chile, Perú y Costa Rica. Esto ciertamente implica grandes ventajas y beneficio económico a las exportaciones de productos minerales desde estos países – en particular desde Chile y Perú, reconocidos mundialmente por su

alto nivel productivo de minerales y, por ende, alto nivel de exportaciones. Una importante fracción de estas exportaciones minerales tienen como destino China, país en el cual se realiza el procesamiento aguas abajo de los productos minerales.

2.4.4.2 India

La importación de productos en India está sujeta a un arancel aduanero que puede varias según el producto en cuestión. Este arancel, sin embargo, ronda el 15% del valor importado – pese a que existen fuentes que indican que el arancel aduanero a la importación en India se verá reducido según los lineamientos de la OMC (organización de la cual India es miembro desde 1995).

Por otra parte, India cuenta también con acuerdos comerciales internacionales con varios países y regiones alrededor del mundo. Sin embargo, en el caso de India los acuerdos en general no están tan enfocados en TLC, y se basan en Acuerdos de Comercio Preferente (PTA) bilaterales. Estos PTA son definidos como una primera etapa de acuerdo comercial internacional, asumiendo que existirán futuras negociaciones que permitan, eventualmente, llegar a acuerdos de TLC entre ambas partes.

Colombia no cuenta con acuerdos comerciales con India. Pese a esto, sí existen tratados políticos de comercio entre India y América Latina, dados por Chile y el MERCOSUR. Si bien existen variados tipos de acuerdo con varios países y regiones, los acordados con Chile y el MERCOSUR son efectivamente PTA – lo que representa un nivel avanzado de diálogo y entre las partes.

2.4.4.3 Europa / Unión Europea

Las importaciones de Europa y sus respectivos aranceles y políticas se enmarcan también dentro de los lineamientos de la OMC. En esta línea, dentro de las negociaciones y discusiones de la OMC la Unión Europea habla como una sola voz; si bien cada país por sí solo es miembro de la OMC por derecho propio, igualmente todos éstos actúan colaborativamente para actuar como un solo bloque – conformando el bloque de mercado más grande del mundo.

Según fuentes del propio departamento de comercio de la Unión Europea, en la mayoría de los casos el bloque intenta negociar acuerdos exhaustivos de TLC. Colombia, por su parte, sí posee un TLC firmado con la Unión Europea desde junio de 2012. Este TLC elimina los aranceles en todos los productos industriales y pesqueros, ampliará el acceso al mercado de productos agrícolas, mejorará el acceso a los contratos públicos, los servicios y los mercados de inversión, reducirá aún más los obstáculos técnicos al comercio y establecerá disciplinas comunes, entre otras cosas, en

materia de derechos de propiedad intelectual, transparencia y competencia. Sin lugar a dudas este acuerdo es un gran paso para el comercio exterior de Colombia, y lo pone en una posición altamente competitiva a nivel latinoamericano en cuanto a las ventajas de exportación al importante mercado europeo. Otros países o regiones con TLC (ya firmados o en proceso de negociación) con la Unión Europea son Chile, América Central, México y Perú.

De la misma forma, existe un programa denominado "Sistema de Preferencias Generalizadas" (SPG) en la Unión Europea. Este programa consiste en un conjunto de normas comunitarias que permite a países en desarrollo que actúen como exportadores a la Unión Europea a pagar derechos más bajos sobre la totalidad o parte de lo que venden en el bloque. Colombia es también parte de este programa, pudiendo optar a este beneficio arancelario al momento de exportar a la Unión Europea. En general, todos los países de América Latina han sido incluidos en el SPG, no obstante Chile, que ya posee un TLC con la Unión Europea, no ha sido incluido.

2.5 Exploración y concesiones mineras

2.5.1 Introducción

Este sub-capítulo cubre el componente en los términos de referencia que indica "identificar las diferentes condiciones de Concesión o formas de contratos mineros entre el Estado y los particulares en los países objeto de este análisis".

En este capítulo se observará la manera en la que los principales países "competidores" de Colombia regulan la exploración y la minería. La segunda parte del objetivo hace relación con las políticas fiscales gubernamentales y "*Government Take*"; es decir, la porción de los ingresos capturados por el Gobierno sobre el total de beneficios generados a lo largo de la vida útil de un proyecto minero determinado (sección que será cubierta más adelante en este mismo capítulo).

Este sub-capítulo empieza con una revisión de los principales temas asociados a la regulación minera, tanto desde la perspectiva del gobierno local como desde la empresa minera o de exploración. Considerando entonces la exploración a nivel mundial , ¿qué es lo que conduce el gasto total en exploración? ¿Cuáles son los *commodities* más buscados? ¿Cómo se lleva a cabo la repartición de la inversión en exploración entre países? ¿Qué determina el "atractivo" de los

diferentes países para la exploración? Luego consideramos qué países pueden ser competidores cercanos de Colombia para atraer la inversión en exploración y minería. La selección está basada en tres factores: en primer lugar, los principales productores de los 11 *commodities* estratégicos cubiertos en este estudio; en segundo lugar, los destinatarios principales del gasto en exploración, y; en tercer lugar, seleccionamos aquellos países que están abiertos al negocio y a recibir inversión extranjera directa en exploración y minería. Los países seleccionados se analizan entonces en base a las regulaciones principales que afectan la concesión de permisos para exploración y minería. Los resultados se presentan en forma tabular. Como ha sido mencionado, las condiciones fiscales están consideradas más adelante en el sub-capítulo **2.6: Government take**.

2.5.2 Resumen de la exploración y concesiones mineras

- Los gobiernos típicamente conceden a las empresas de exploración y a las empresas mineras el derecho de explorar y subsecuentemente explotar los metales y minerales a través de una forma de concesiones minerales o sistema de licencias mineras.
- La concesión de licencias o concesiones por parte del gobierno representa una parte crítica de la política minera general de un país.
- La política de concesiones mineras está relacionada con otros aspectos de la política minera de un país – pero ambos puntos son diferentes entre sí. Una política minera general también incluye la legislación para cubrir temas tales como las regalías mineras, impuestos mineros y las políticas relacionadas con las exportaciones mineras además de la administración de las concesiones mineras.
- Los buenos sistemas de concesiones minerales cuentan con un cierto número de propiedades identificables – incluyendo la simpleza y la habilidad para generar rentas económicas para el gobierno – y deben ser fundadas sobre un título de concesión estable para el dueño de ésta.
- Numerosas formas de sistemas de concesión de minerales existen a nivel global.
- No hay ningún sistema único de concesión de un país en particular que esté ampliamente reconocido como un sistema “ideal”.
- En algunos casos, el detalle del sistema de concesión minera puede variar de un *commodity* a otro.
- La asignación de los derechos mineros puede llevarse a cabo de diferentes maneras, por ejemplo a través de un sistema basado en un sistema de subastas, concurso de ofertas y por orden de llegada.

- La mantención de una concesión minera requiere pagos periódicos por parte del concesionario y puede también requerir obligaciones de gastos mínimos o un programa específico de trabajo a ser cumplido.
- Existe la comercialización secundaria de concesiones mediante un mercado secundario para transferir concesiones mineras (o fracciones de ellas) entre las compañías de exploración y las empresas mineras.
- Aparte de la venta absoluta de derechos de concesión, tales transacciones en el mercado secundario también incluyen acuerdos de *joint venture* y acuerdos de opciones entre las empresas.

2.5.3 Temas principales

A nivel general, a partir de una perspectiva de gobierno, un buen sistema de política minera debería contar con un número de propiedades clave, a saber:

- Maximizar el Valor Neto Actual (NPV) de la recaudación fiscal;
- Prestar soporte a la estabilidad macroeconómica proporcionando ingresos fiscales estables y predecibles;
- Captar más ingresos durante los períodos de altos beneficios cuando los precios de los *commodities* son elevados;
- Captar más rentas a partir de minas de costos extraordinariamente bajos y de muy alta ley;
- No ser vulnerable a la evasión de impuestos;
- Ser efectivo y presentar una administración de bajos costos;
- Promover la exploración y la expansión de la base imponible – ya sea a través del desarrollo de las minas adicionales – y/o en industrias de apoyo y de procesamiento aguas abajo;
- Compensación de pérdida de la utilidad pública y daño del entorno ante la alteración del terreno a partir de la actividad minera.

Muchos de estos temas están relacionados con el régimen de Gobierno, el cual está cubierto en el siguiente capítulo. De todas maneras, los últimos tres objetivos se ven afectados por la política de concesiones mineras. La subvención de concesiones mineras o licencias para empresas de exploración y empresas mineras representan un área clave de la política de minerales.

Específicamente, de nuevo desde una perspectiva gubernamental, una buena **política de concesiones mineras** debiera:

- Facilitar la actividad de exploración y minería, pero sin gastos inconvenientes para el entorno u otros *stakeholders*;
- Otorgar una concesión segura y sin disputas al concesionario en devolución de pagos periódicos;
- Presentar un bajo costo de administración, y minimizar las oportunidades sujetas a subjetividad administrativa – lo cual puede llevar a la corrupción;
- Ser lo más simple posible, evitando, tanto como sea practicable, las múltiples "capas" innecesarias de licencias sobre el mismo terreno (ej. derechos de superficie, derechos mineros, derechos de prospección, derechos de agua, etc.);
- Crear un incentivo económico para los concesionarios y así conducir a una significativa actividad en exploración (y minería) más que simplemente hacer "hibernar" la concesión;
- Generar un nivel de retorno económico que dependa de sí mismo, independiente del descubrimiento de mineral, a través de pagos periódicos hechos al gobierno por la cesión de derechos mineros;
- Diferenciar entre las actividades de exploración y las actividades mineras – por ejemplo con condiciones operativas más estrictas a la concesión de subvenciones mineras (en otras palabras referidas a las licencias de explotación) que a las concesiones de exploración;
- En general, actuar como incentivo (más que como restricción) para atraer a reales exploradores minerales y mineros a una jurisdicción.

Desde **la perspectiva del inversionista** en exploración y minería, el atractivo de cualquier país para la actividad exploradora y minera depende de varios factores, sólo uno de los cuales es el régimen asociado a la política mineral. De ésta manera, tener una política correctamente pensada sobre la minería puede ser una condición necesaria, pero no suficiente, para atraer la inversión. Los factores fundamentales son:

- Prospección geológica;
- Riesgo de país;
- Política minera (política fiscal y política de concesión);

- Provisión de infraestructura.

Las siguientes son características de una política de concesión minera que están valoradas como atractivas, dejando de lado las características fiscales.

- Simpleza y eficiencia administrativa;
- Bajos costos de transacción – por ejemplo evitando la superposición o las múltiples capas dentro de una jurisdicción;
- Seguridad de la tenencia, dentro de la ley;
- La habilidad de hipotecar o transferir libremente los derechos;
- Transparencia;
- Discreción administrativa mínima.

Estos atributos resumidos en un sistema "idealizado" de concesiones mineras contienen sin duda un número de contradicciones económicas implícitas. Por ejemplo, la elección de un incremento en la renta anual pagada al gobierno por la tenencia de una concesión de exploración actúa para satisfacer el atributo del sistema de concesión "ideal" asociado al pago de una devolución económica al estado independiente de algún potencial descubrimiento minero. Por otra parte, el efecto de estos mismos incrementos en las rentas pueden de modo simultáneo servir para desmotivar a las empresas de exploración a mantener concesiones múltiples – y por lo tanto provoca esencialmente redirigir estos fondos hacia los pagos al gobierno, los cuales de otro modo habrían sido utilizados por la empresa en la búsqueda de nuevas minas. El posible resultado de esto es un índice de descubrimiento de depósitos más bajo – atrasando los ingresos más significativos asociados a impuestos a partir de actividades mineras. Así, el resultado neto de los retornos económicos más tempranos al gobierno (a partir de cobros más altos por concesiones mineras) puede ser una pérdida neta sobre el tiempo (debido a la menor cantidad de minas descubiertas).

En parte como resultado de estos *trade-offs* implícitos, los sistemas de concesión minera para la subvención de derechos mineros difieren marcadamente entre diferentes jurisdicciones alrededor del mundo. Hasta el momento, no existe ningún sistema en operación reconocido como el "mejor" o el "ideal"– aunque existe un bajo nivel de duda de que algunos sistemas de concesión administrados por algunos gobiernos actúen de manera más eficiente y efectiva que otros. Claramente es el interés de todos los gobiernos el gestionar su política de concesiones mineras de un modo lo más eficiente y efectivo posible con una visión sobre una inversión minera creciente en exploración y minería.

Todos los sistemas de concesión minera, buenos o malos, deben contener claros detalles en cada uno de sus temas:

- ***El proceso de adquisición inicial*** a través del cual los derechos mineros son otorgados, por ejemplo mediante una licitación (basado en una subasta) o bien por rentas fijas por área de concesión, o bien un sistema combinado donde las subastas son de preferencia para terrenos de alto valor y un sistema de renta fija en otros lugares con concesiones conferidas en base a orden de llegada. Para los casos en que las licencias son otorgadas en base a orden de llegada puede haber un paso de calificación previa – para así asegurar que el candidato tiene la capacidad técnica y financiera para llevar a cabo el trabajo.
- ***El alcance*** de los derechos mineros concesionados, por ejemplo si la concesión confiere un derecho simplemente a conducir actividades de prospección, actividades de exploración (incluyendo perforación) o derechos de explotación mineral mediante minería. La mayoría de los países emiten licencias de exploración y minería separadas, pero unas cuantas cuentan con una licencia conjunta. Cuando las licencias están separadas, hay un elemento importante asociado a si la licencia de exploración dará el derecho del concesionario para continuar con la licencia en la etapa de minería.
- ***El proceso de mantención*** de las concesiones mineras. Por ejemplo, ¿se les debe requerir a las empresas concesionarias por regulación realizar un cierto nivel de actividad de exploración/minería por año, ya sea en términos de gasto mínimo o un programa de trabajo específico, o bien puede la concesión mantenerse de forma estable simplemente mediante el pago a tiempo de las cuotas de la licencia?
- **El sistema de notificación** de las actividades llevadas a cabo sobre las concesiones mineras. Por ejemplo, ¿fueron los informes técnicos y la información que los acompaña – con todos los detalles clave de las actividades de exploración que fueron llevadas a cabo sobre la concesión – requeridos para cada una de las licencias? Por otra parte, ¿es suficiente un solo informe único de actividades para un número de concesiones agrupadas en una proximidad cercana la una a la otra? (Etcétera.)

2.5.3.1 La economía de las concesiones mineras

El precio que un comprador estaría dispuesto a pagar por el uso de un área de terreno depende de la calidad de ese terreno. La “calidad" en este contexto puede tener múltiples significados

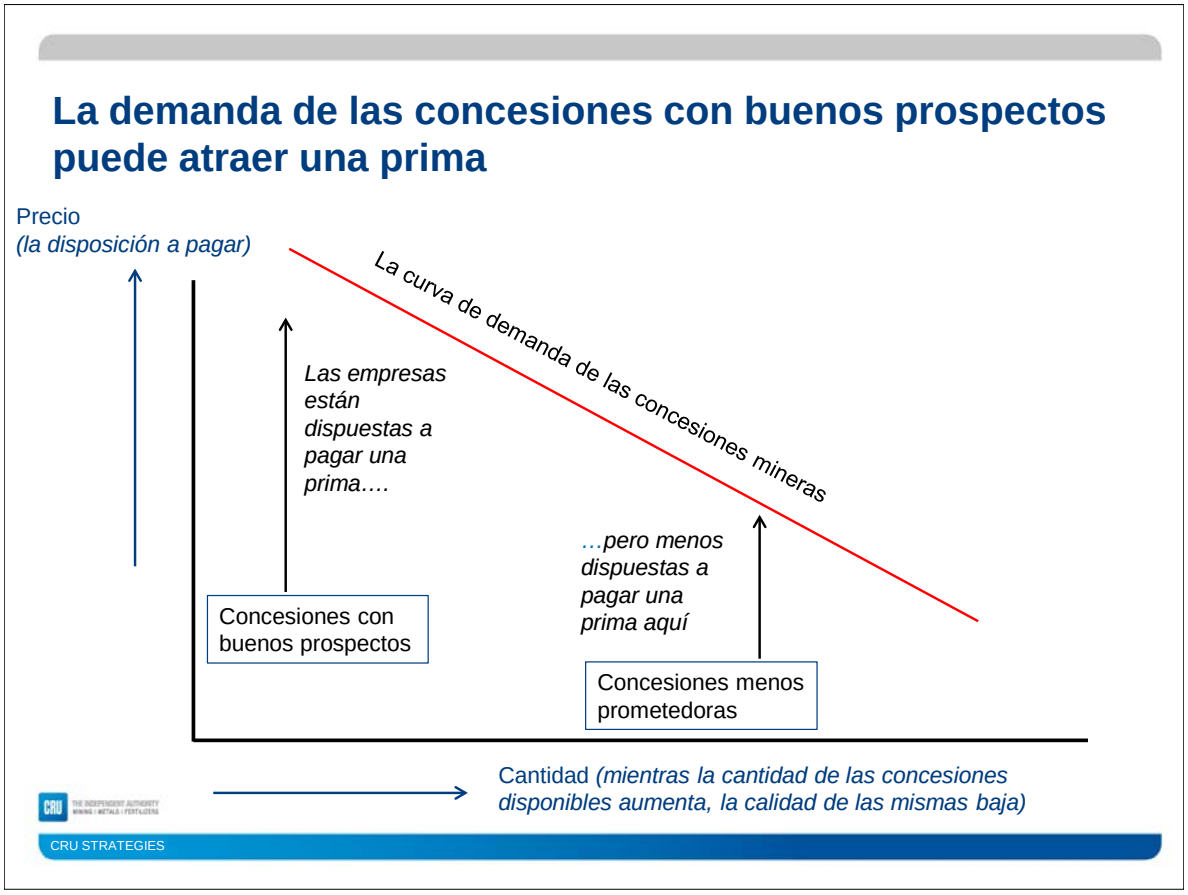
dependiendo del uso del terreno. En el caso de un sistema de concesiones mineras, el uso ligado al terreno es realizar actividades de exploración – y en última instancia comenzar con la actividad minera.

De modo no sorprendente, algunas áreas de terreno tienen mayor valor que otras en términos geológicos. Mientras que esto es muy claro una vez sabidos los resultados de las exploraciones, donde las áreas de mayor valor son aquellas en las cuales las minas se desarrollan, también es posible considerar el valor relativo del terreno previo al descubrimiento minero. Esto es, en términos muy generales, que algunas rocas son fácilmente reconocibles ya que suelen contener depósitos minerales más importantes que otras rocas – estas rocas tienen un mayor potencial.

El potencial mineral relativo de las diferentes áreas de un terreno es un concepto útil a la hora de considerar los fundamentos económicos de las concesiones minerales. En términos básicos, las compañías de exploración y minería desearán pagar una prima más elevada para obtener una concesión para específicamente algunas áreas de terreno (aquellas que consideren que tienen rocas prometedoras) por sobre otras (donde, por ejemplo, la presencia de rocas prometadoras pareciera ser incierta).

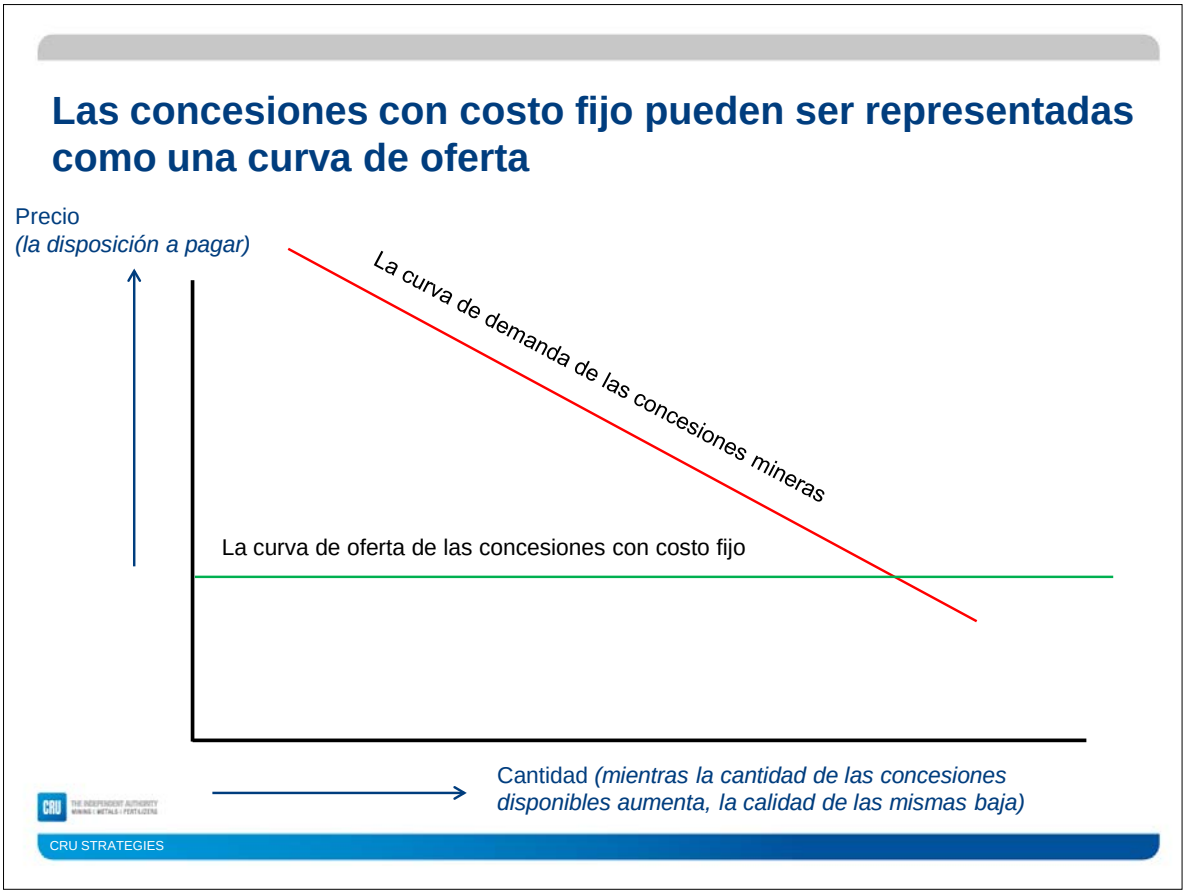
Esta relación crea una especie de "curva de demanda" para el terreno de exploración - representada de modo gráfico más abajo.

Figura 2.11: La demanda de las concesiones con buenos prospectos puede atraer una prima



El gobierno que controla la asignación y la emisión de las concesiones mineras puede elegir si intentará capturar la voluntad adicional de las empresas para pagar una prima por el terreno con mayor potencial mineral. Para ilustrar esto, también podemos representar el costo de la oferta de las concesiones mineras — es decir, de la exploración del terreno – en el gráfico. Específicamente, muchos gobiernos eligen un sistema de costo fijo para asignar las concesiones de exploración, siendo éstas asignadas a las empresas por orden de llegada. Este sistema de asignación de costo fijo se muestra en el gráfico de más abajo.

Figura 2.12: Las concesiones con costo fijo pueden ser representadas como una curva de oferta



La intersección entre la "curva" de demanda de las concesiones mineras y la "curva" de oferta de las concesiones es importante. En la figura, es muy probable que todas las concesiones mineras para exploración (de alta potencial) que están situadas a la izquierda de la intersección de las curvas de oferta y demanda sean tomadas. No se postulará a concesiones mineras para cubrir los terrenos (de baja potencial) que están a la derecha de la intersección de las curvas de oferta y demanda. ¿Por qué? Porque el valor del terreno menos prospectivo dado por la empresa minera (donde la curva de demanda se proyecta en el eje Y del gráfico) ahora está más abajo que el costo de mantención del terreno bajo concesión. Por lo tanto, el hecho de postular a esta concesión es algo no económicamente racional para la empresa.

Las consecuencias de un sistema de concesión de costo fijo son muchas. Principalmente, no obstante, el costo relativo al cual las concesiones se ofrecen es importante. Esto es, como está descrito más arriba, si el precio fijo para una concesión está establecido como "alto", entonces las

empresas sólo realizarán postulaciones para un área relativamente pequeña del total de área disponible, donde las áreas a las que se postulará serán aquellos terrenos que se consideren tener un mayor potencial mineral, y por lo tanto un mayor valor para la empresa que los costos impuestos por la posesión del terreno.

Por otra parte si el precio fijo está establecido como "bajo", entonces habrán muchas más postulaciones para concesiones dado el bajo precio. En particular, un área total mayor del terreno prospectivo puede ahora estar sujeta a la exploración (incluyendo con esto a una parte del terreno de menos potencial) puesto que el costo de mantención de la concesión se reduce. Los resultados probables se muestran en los gráficos de más abajo: en el primero el costo de las concesiones está establecido como "bajo", y en el segundo, para comparar, el costo de las concesiones se establece como "alto".

Figura 2.13: Un sistema de concesiones con un costo fijo bajo...

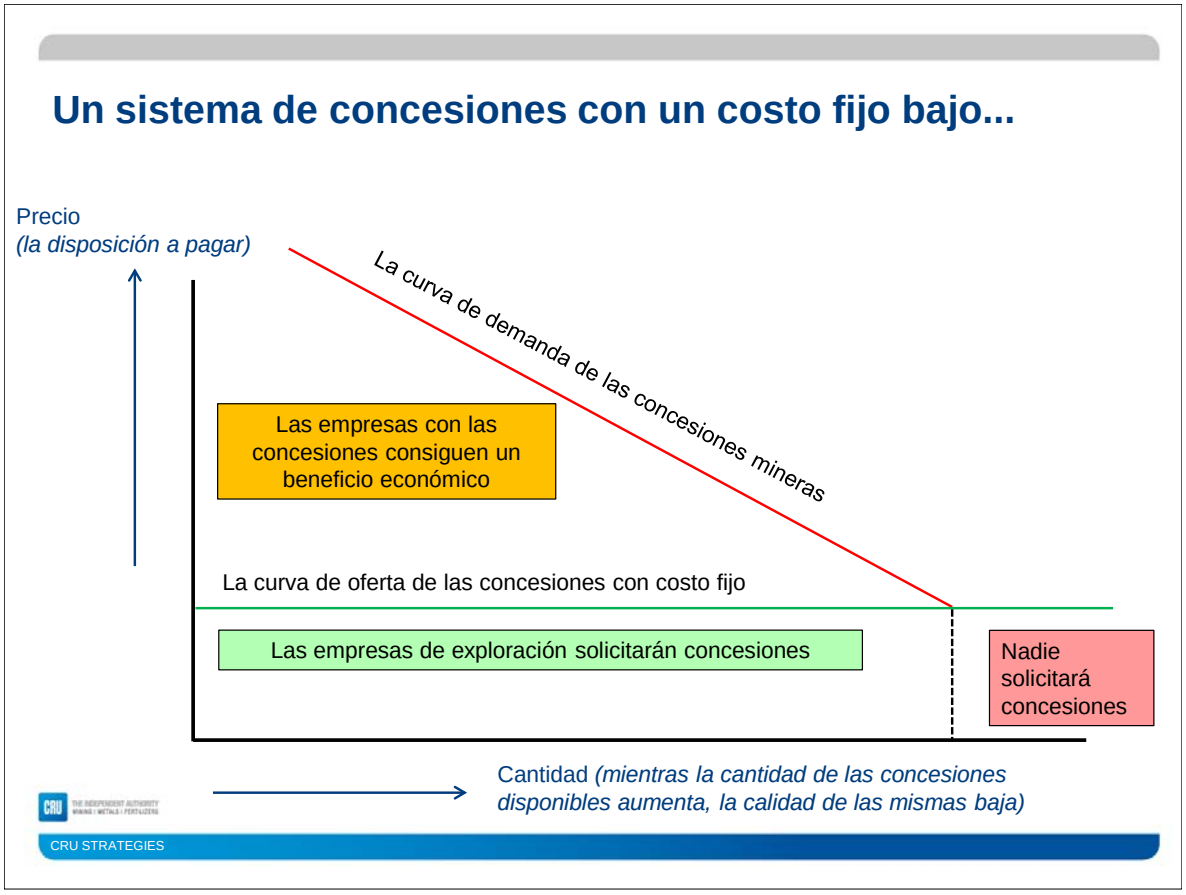
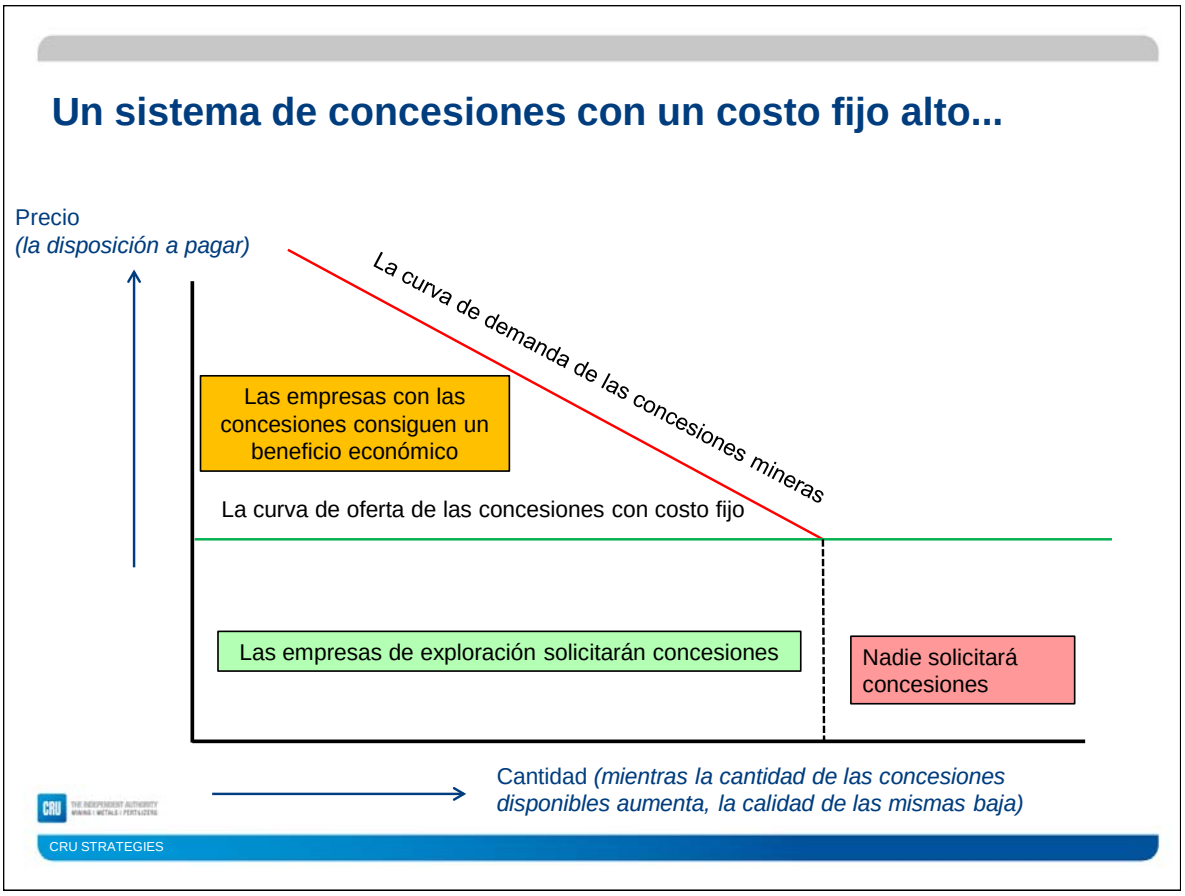


Figura 2.14: Un sistema de concesiones on un costo fijo alto...



En los gráficos de costo "bajo" de las concesiones y de costo "alto" de las concesiones, hay tres áreas clave de cada uno que son de interés:

a) La "zona verde" representa la porción de terreno que será tomada por las empresas de exploración bajo concesión. Claramente esta zona está maximizada en el caso de que las concesiones sean emitidas bajo el caso del costo "bajo".
b) La "zona ámbar" representa la porción de valor "perdido" que el gobierno transfiere a las compañías de exploración y mineras bajo un sistema de concesiones de tasa o costo fijo. Simplemente, bajo un sistema de costo fijo, un número de concesiones de terreno de muy alto valor serán emitidos a una tarifa fija, a un costo más bajo, a las empresas de exploración y mineras. El nivel de pérdida del gobierno a partir de este efecto está minimizado bajo el sistema de concesión de costo "alto".
c) La "zona roja" representa la porción de terreno que no será tomada por las empresas mineras bajo concesión – ya que el costo de la concesión será considerado más alto por las

empresas que el valor percibido de la tierra. Claramente ésta zona está minimizada bajo el caso de costo "bajo" de concesión.

Un concepto clave que emerge de la discusión sobre los fundamentos económicos de las concesiones que utilizan un costo fijo, a modo de ilustración, es la posible transferencia de valor del gobierno hacia los exploradores y mineros. Dándose cuenta de esto, algunos gobiernos han elegido adoptar varias formas de sistemas basadas en subastas como medio de conferir concesiones mineras sobre los terrenos considerados de alto potencial. El objetivo de tales sistemas es para que las empresas liciten y ganen una concesión a un valor más alto de lo que se conseguiría utilizando un sistema de tarifa fija. Idealmente, desde la perspectiva gubernamental, las empresas licitarán las concesiones en los valores que se acercan a la curva de demanda asociada al terreno – eliminando así (o reduciendo en gran parte) la transferencia de valor del estado a las empresas.

En la práctica, los sistemas de subasta se utilizan más en las áreas de concesión de licencias de petróleo que en aquellas de minería. En minería son más apropiados para cuando hay un grado más razonable de conocimiento sobre el recurso. Por ejemplo, para donde un gobierno pudo haber llevado a cabo una campaña de exploración primaria por sí mismo, o donde un recurso conocido necesite ser reasignado, por ejemplo debido al incumplimiento o a la renuncia del concesionario previo. En la mayoría de los regímenes asociados a políticas mineras la gran parte de las licencias están asignadas bajo una base de orden de llegada, con la utilización de subastas reservada para casos especiales.

2.5.4 ¿Qué impulsa la exploración?

Una política minera activa pretende fomentar la exploración. Cuanto mayor sea el gasto en exploración, mayor será la probabilidad de encontrar depósitos minerales económicos que puedan ser desarrollados como minas. Dado esto, es altamente importante considerar los factores que determinan el gasto en la exploración – en total, por *commodity* y por país.

A partir de la información del período 1975-2012, es claro que el gasto en exploración en total es altamente cíclico. En tiempos recientes (ver gráfico) podemos ver que el gasto de la exploración llegó a su máximo en 1997, el año de la crisis financiera asiática, antes de caer a un punto bajo en el año 2002 durante la penúltima recesión. El boom chino de *commodities* de la década pasada ha sido testigo de un incremento equivalente a diez veces el gasto de exploración observado en la baja del año 2002. De nuevo, esto fue interrumpido por una gran caída causada por la Crisis Financiera

Global en 2008-09. Los ciclos en la exploración han seguido ciclos económicos, específicamente los ciclos en los mercados de *commodities*. Esto es evidente a partir del segundo gráfico de más abajo, el cual registra el gasto en la exploración de oro y muestra como está relacionado con el precio del mismo metal.

Figura 2.15: Gastos mundiales en exploración

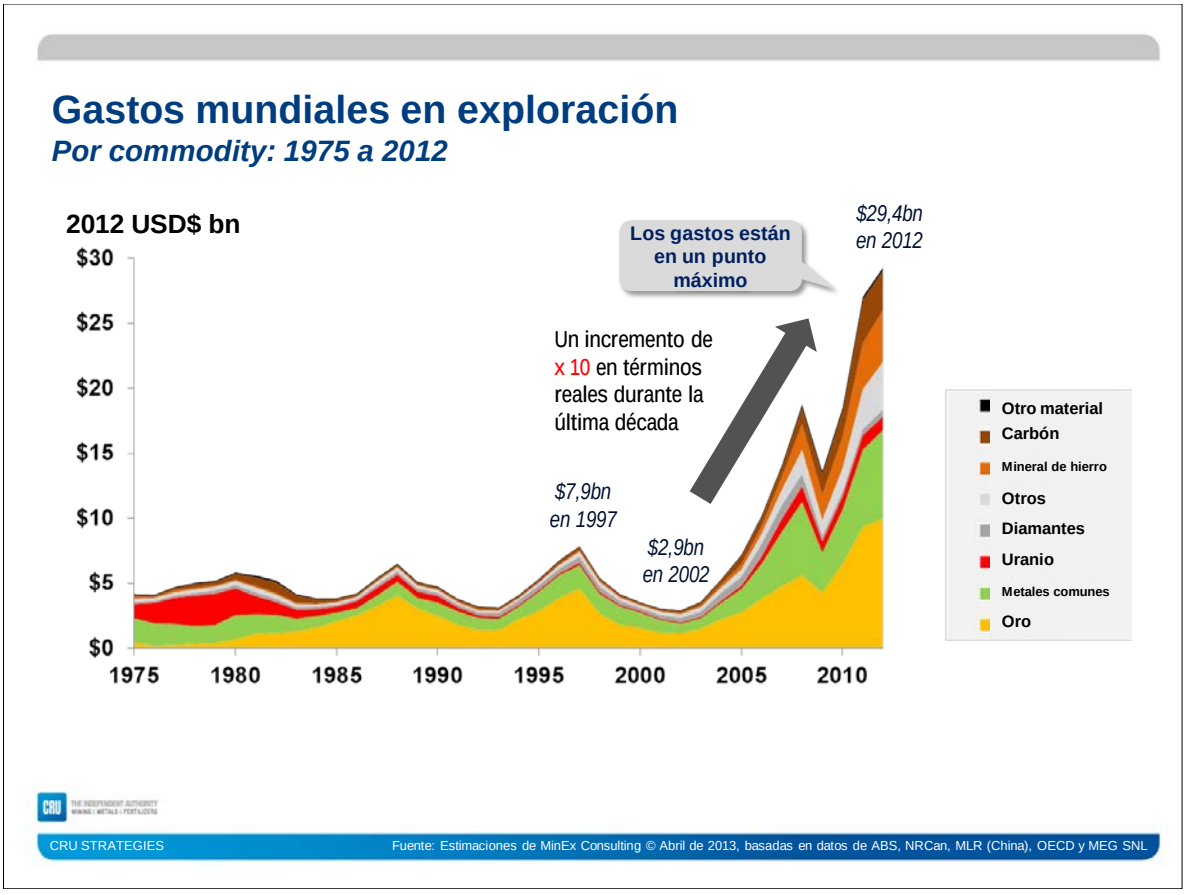
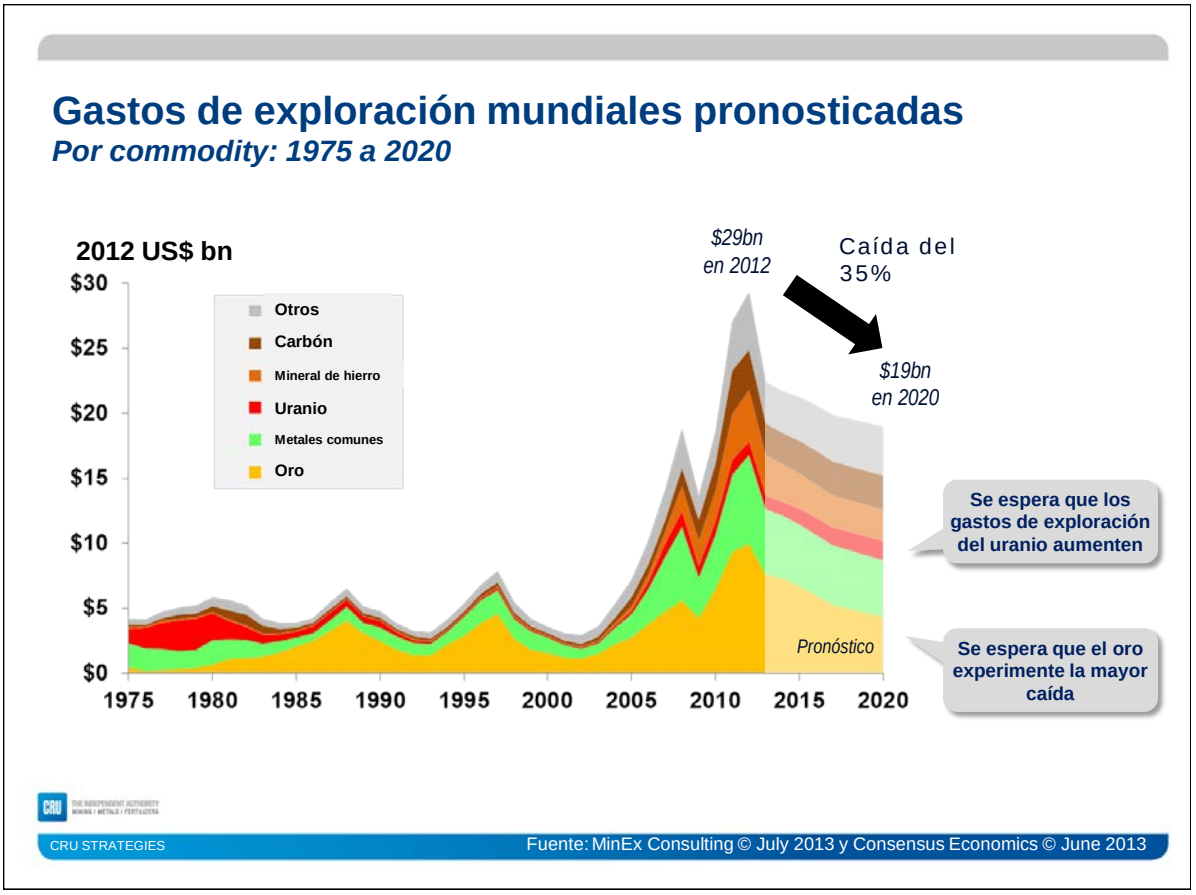


Figura 2.16: Los gastos de exploración están estrechamente relacionados con los precios de los *commodities*



El siguiente gráfico nos muestra el gasto en exploración por *commodity* junto con una previsión del gasto para el año 2020. El oro es el *commodity* más importante en cuanto al gasto en exploración, aunque como ya se ha visto es altamente cíclico.

Figura 2.17: Gastos de exploración mundiales pronosticadas

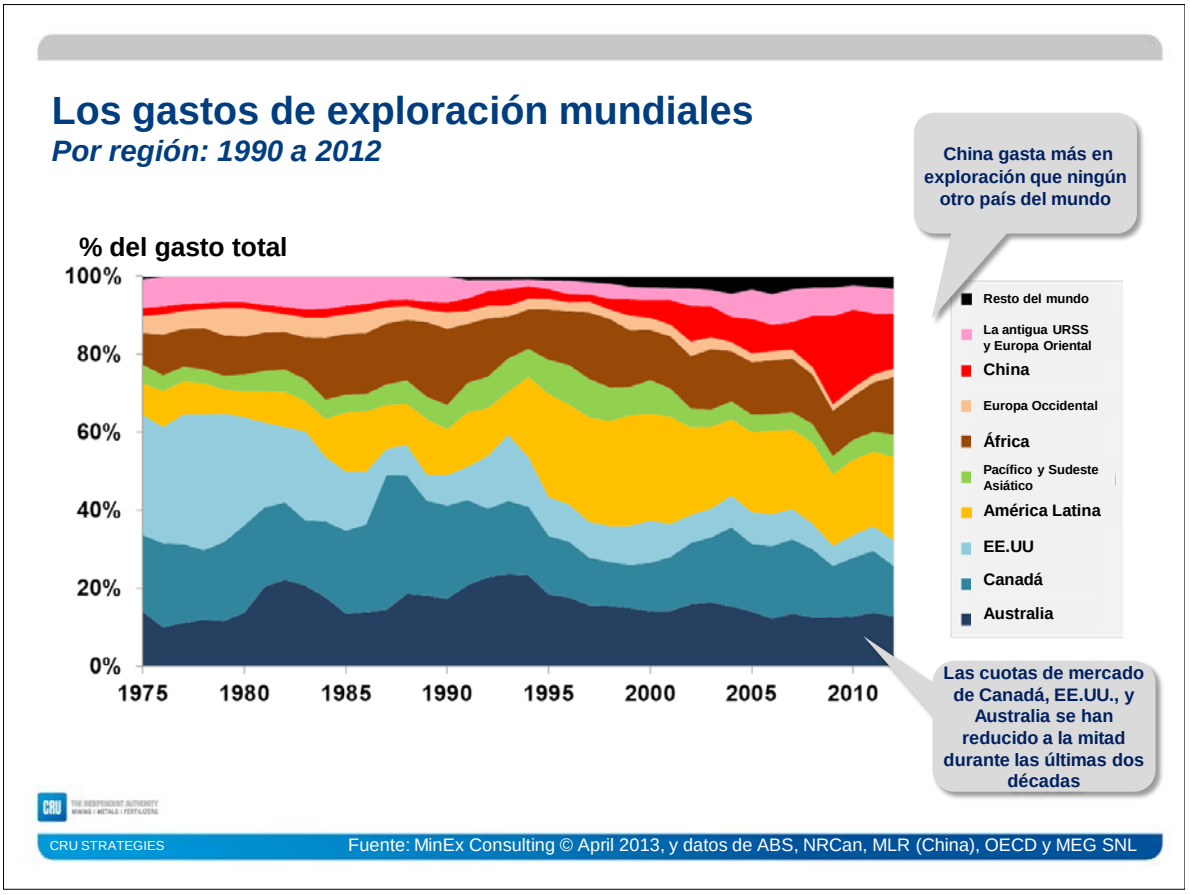


El gasto en exploración de uranio ha bajado y subido en línea con las fortunas de la industria de la energía nuclear. Fue muy fuerte en la década de los 70, pero ha disminuido después de los accidentes nucleares de la Isla Three Mile (1979) y de Chernobyl (1986). Después de llevar a cabo una recuperación lenta, Fukushima (2011) añadió otro soplo negativo a las esperanzas de la industria. La exploración para *commodities* a granel como el mineral de hierro y el carbón se ha convertido en algo más importante durante la última década gracias al apetito de China por estos minerales y como consecuencia llevó a *booms* en los precios. En términos de tendencias futuras, se espera un agudo declive en el gasto después del punto máximo del año 2012 seguido por un declive más sutil para el año 2020. Este declive ya es aparente a partir de los planes de exploración de las empresas más importantes y las mineras junior, las cuales se están enfrentando a una presión sin precedentes en términos de financiamiento. Esto es también lo que esperaríamos como reacción a la caída en los precios de los *commodities* en 2012-2013, especialmente el oro, y el declive del desempeño financiero de la mayoría de las empresas mineras. Hay una percepción creciente de que

el "súper ciclo" en los precios de los metales de la pasada década ha terminado. Los países que compiten por la inversión destinada a la exploración, por lo menos durante los próximos años, pelearán por sus respectivas porciones de una torta cada vez más pequeña. En términos de *commodities*, el oro descenderá pero el uranio debería recuperarse, mientras que los *commodities* a granel deberían permanecer relativamente sólidos.

En la sección 1.3 ya hemos considerado los factores que influyen en el atractivo de cualquier país para la exploración minera. Éstos eran el potencial geológico, riesgo de país, políticas minerales y desarrollo de la infraestructura. Por supuesto, en términos absolutos, el gasto de la exploración debe estar también relacionado con el área total de terrenos en cada país. No es una sorpresa entonces, que Canadá, Australia y EE.UU. hayan encabezado históricamente la lista sobre el gasto en exploración (ver gráfico). De todas maneras, la importancia de estas áreas tradicionales ha disminuido en términos de porcentaje, especialmente desde la década de los 90, mientras que el gasto en América Latina y China han crecido. América Latina cuenta ahora con el 21% del gasto de exploración, con Chile, Perú, Brasil y Colombia siendo los puntales más importantes. China tiene una creciente importancia debido a su área de terreno y a su creciente requerimiento interno de metales. De todas maneras, es sensato afirmar que China no compite por el presupuesto de exploración internacional ya que la mayoría de la exploración se lleva a cabo por empresas chinas.

Figura 2.18: Los gastos de exploración mundiales



2.5.5 ¿Qué países son los "competidores" relevantes para el gasto en exploración?

Hemos encuestado a 11 países en cuanto a sus leyes y regulaciones sobre exploración minera y minería. Los países han sido seleccionados sobre la base de su importancia en uno o más de los 11 *commodities* en este estudio, su importancia general en cuanto a exploración minera y su apertura hacia la exploración. Los países encuestados son:

- En Asia – China, Kazakstán, Indonesia
- En África – DRC, Ghana, Guinea, Sud África
- En Latino América – Chile, Perú, Brasil
- En Australia – Australia Occidental

Nótese que no hemos encuestado a Canadá o EE.UU. La razón es que la mayoría de las leyes y regulación en estos países están delegados al Estado o a nivel Provincial, por lo que hay múltiples jurisdicciones. De todas maneras, haremos algunos comentarios generales sobre la regulación en estos países.

2.5.6 Temas clave en la exploración y en la regulación

La información de la encuesta está contenida en la Sección 1.7. Los siguientes son comentarios generales acerca de cada uno de los ítems.

2.5.6.1 Propiedad de los minerales

En casi todos los países los minerales que se encuentran debajo de la tierra son propiedad del Estado, independiente de quién es el propietario del terreno sobre éste. Las principales excepciones se encuentran en EE.UU., el cual retiene el principio histórico de "entrada libre" para la prospección mineral en terrenos Federales, los cuales se originaron en la Europa medieval. Por otra parte, los propietarios del terreno son dueños de los minerales bajo esta tierra. Este sistema de entrada libre se extendió a muchos países (tales como Canadá y Australia) en la era colonial, pero ha sido casi completamente reemplazado por la propiedad del Estado de los minerales – en línea con la legislación moderna de la minería. Por lo tanto, las empresas mineras para explorar o explotar minerales necesitan una licencia o permiso por parte del Estado. El pago usual al Estado por este derecho es una regalía (o royalty).

2.5.6.2 Permisos de exploración, minería y otros

Hay cuatro tipos de permisos. El primero es una licencia de reconocimiento (normalmente no exclusivo), el cual es utilizado por solo unos cuantos países. El segundo es una licencia de exploración (exclusiva). El tercero es una licencia de explotación o licencia minera. Finalmente, algunos países tienen regulaciones diferentes para la minería artesanal de pequeña escala. El foco de nuestra encuesta son las dos licencias más importantes – las licencias de exploración y las licencias mineras. Nótese que en algunos países tales como Perú, las licencias de exploración y de minería se combinan en una. Una característica importante de una licencia de exploración es que el titular tiene derecho a optar a una licencia minera en caso de que se descubra un recurso económico.

2.5.6.3 Códigos o acuerdos

La mayoría de los países cuentan con regulaciones mineras normadas bajo una ley de minería general (Chile por ejemplo). Otros han intentado trabajar mediante los Acuerdos Mineros

individuales, sobre todo para proyectos importantes (notoriamente en Estados de Australia). Una tercera opción es un sistema híbrido donde la mayoría de la ley está normada, pero hay espacio para la variación mediante Acuerdos Mineros individuales. En Australia y en Papúa Nueva Guinea, los Acuerdos Mineros han tenido la fuerza de ley estando adjuntos como Programas de las Leyes del Parlamento.

2.5.6.4 Agencia Responsable y Nivel Gubernamental

La agencia responsable es usualmente el Ministro de Minería o su equivalente, o en términos generales una Agencia en su lugar. La responsabilidad de implementar regulaciones puede yacer a un nivel Nacional o puede verse delegada en su mayor parte a los gobiernos provinciales, como ha ocurrido en Canadá. A veces la jurisdicción puede estar dividida entre el gobierno nacional y el provincial.

2.5.6.5 Modo de conceder licencias

Como ya ha sido mencionado, la mayoría de los países trabajan en base a orden de llegada para la concesión de las licencias . Puede también haber un requisito asociado a una calificación previa – para demostrar así que el solicitante tiene la capacidad técnica y financiera para llevar a cabo su programa. Una alternativa es asignar licencias por medio de alguna forma de subasta, aunque ésta está normalmente reservada para casos especiales.

Licencias de Exploración. Las tablas de comparación en la siguiente sección comparan las regulaciones asociadas a licencias de exploración en base a los siguientes ítems.

- **Tarifa**: la tarifa anual por la licencia, la cual puede aumentar con el tiempo.
- **Tamaño**: tamaño mínimo o máximo del área otorgada.
- **Duración**: por cuantos años se ha emitido la licencia.
- **Renovación**: opcionalidad y cuántas veces puede renovarse una licencia.
- **Renuncia**: condiciones bajo las cuales se puede renunciar a la licencia
- Gasto mínimo, programa de trabajo. Para prevenir que los dueños de las licencias no ejecuten acciones y “se sienten” sobre sus licencias, puede haber un plan de trabajo especificado o bien un gasto mínimo como condición para permanecer como dueño de la licencia. Los planes de trabajo mínimo, gasto mínimo y tarifas incrementales son todos modos de prevención de acumulación de licencias.

- **Plan medioambiental**: una declaración de impacto medioambiental puede ser solicitada, aunque en la mayoría de las jurisdicciones esto no es normalmente necesario hasta que haya una solicitud para obtener una licencia minera.
- **Requisito social**: similar a la declaración de impacto medio ambiental, puede haber un requisito social – por ejemplo estudios de impacto social, estudios antropológicos, etc.
- **Informes**: ¿Cuáles son los requisitos de información y reportes para ser el titular de la licencia? Éstos pueden ser mínimos o extensivos.
- **Derechos del titular**: uno de los derechos más importantes es la seguridad de la tenencia y el derecho para progresar hacia un Licencia Minera en caso de que se encuentre un recurso económico.
- **Hipoteca y transferibilidad**: ¿Puede utilizarse la licencia como respaldo ante un préstamo? ¿La licencia es plenamente transferible, con o sin consentimiento del gobierno?

2.5.6.6 Permisos mineros

Los permisos mineros se tabulan bajo los mismos ítems que los permisos de exploración.

2.5.7 Resultados de la encuesta

Los resultados tabulares para los once países seleccionados están contenidos en las tablas de las páginas siguientes. Ya hemos resaltado que EE.UU. y Canadá no han sido incluidos debido a la multitud de jurisdicciones a nivel de Estado o Provincia. De todas maneras, incluimos aquí breves comentarios sobre Canadá y EE.UU.

En Canadá el derecho tradicional de “entrada libre” y la propiedad privada de los minerales bajo el terreno prevalecieron hasta principios de 1900, cuando una reforma a las leyes de minería hizo que los minerales fuera propiedad del Estado. Ahora el 90% de los derechos mineros son propiedad del Gobierno, y sólo pueden ser arrendados o manejados por el Gobierno. Las licencias mineras son de responsabilidad provincial, y por ende existen 13 jurisdicciones por separado. La única excepción donde la regla Federal prevalece es en el caso del uranio, minerales explotados fuera del continente (en el mar) y minería sobre terrenos Federales.

En la mayoría de las provincias es necesaria una licencia para explorar, aunque en algunas de ellas se pueden llevar a cabo prospecciones sin una licencia. En todos los casos, sin embargo, se requiere una licencia para afirmar derechos minerales. En todas las provincias la asignación es por orden de

llegada, con aplicación de subastas sólo en el sector del petróleo y gas. La separación física de las licencias en terreno sigue siendo común, aunque la separación mediante mapas está creciendo en popularidad. Las tarifas varían, pero usualmente hay requisitos para tener un programa de trabajo específico. Las licencias mineras son usualmente válidas durante 20-21 años.

Un ejemplo de la tendencia asociada a mayor regulación en Canadá es el caso de Ontario, el cual aprobó una nueva Ley Minera en 2009. La Ley en general impone más obligaciones a quienes ostentan los permisos, especialmente en relación a "los programas de concienciación minera" relacionados con la población aborigen y otros terratenientes. Hay más terrenos restringidos para la actividad minera, el reclamo y separación de las licencias debe estar acompañada por mediciones GPS y hay más límites sobre las muestras a granel.

En la minería de EE.UU. los terrenos Federales siguen estando gobernados por la Ley Minera de 1872, la cual esencialmente norma los sistemas de auto-regulación originados durante la fiebre del oro de 1849 en California. Esto permite la "entrada libre" para reclamar un terreno. La tarifa anual a pagar al gobierno sigue siendo, como fue en 1872, $2.50 por acre. Aparte de esta renta no hay ninguna regalía (o royalty) que aplique. Han habido muchos intentos para reformar la Ley Minera de 1872, siendo la última la Ley de Hardrock Mining and Reclamation Act de 2009, la cual ha sido rechazada en el Congreso.

Tabla 2.03: Licencias de exploración y licencias mineras por país

Información general

	Brasil	Chile	China	República Democrática del Congo	Ghana
Propiedad de los minerales	Federal / Estado	Federal / Estado	Federal / Estado	Federal / Estado	Federal / Estado
Legislación minera	Código minero / Ley	Código minero / Ley	Código minero / Ley	Código minero / Ley	Código minero / Ley
Agencia y descentralización	Federal / Estado	Federal / Estado	Federal / Estado	Federal / Estado	Federal / Estado
Manera en que se conceden las licencias	FCFS[1]	FCFS	N/A	FCFS[2]	FCFS

Licencias de exploración

	Brasil	Chile	China	República Democrática del Congo	Ghana
Terminología	"Licencia de exploración mineral"	"Concesión para explorar"	La exploración y explotación mineral son realizadas por empresas estatales o por empresas conjuntas chinas - extranjeras.	"Licencia de exploración mineral"	"Licencia de exploración"
Precalificación	El trabajo tiene que ser realizado bajo la responsibilidad de un geólogo o ingeniero certificado.				
Tarifa	R$2.02/hectárea (R$3.06 durante etapas de renovación)	Un decimoquinto de una unidad tributaria mensual/hectárea	Min. 100 Yuan/km^2 durante años 1-3. Max 500 Yuan/km^2 desde año 4 y en adelante.		Según lo previsto.
Área máxima	50-10,000 hectáreas	5,000 hectáreas	Minerales - 40 bloques básicos. Carbón - 200 bloques básicos. (bloque básico ~ 848 acres)	400km^2	750 bloques
Duración	1-3 años	2 años	3 años	4 años	2-3 años
Renovación	Se permite renovación una sola vez	Una sola renovación de 2 años	Renovaciones de 2 a 4 años	Se permite 2 renovaciones por un período de 3 años (piedras preciosas) y 5 años (otros).	Se permite renovación siempre que se reduce la cantidad de bloques a la mitad.
Renuncia				Sí	
Gasto mínimo	-	-	2000 RMB/km^2 en el primer año, 5200 RMB en el segundo y 10,000 RMB/año en adelante.		Según lo establecido en el contrato.

Fuente: Legislación gubernamental, fuentes industriales, CRU

Notas: 1. Por orden de llegada (de 'First Come First Served' en inglés).

2. El ministro de minas puede presentar una oferta en circunstancias excepcionales . prometadora

3. Se organiza una licitación si hay candidatos multiples para un área

Tabla 2.03: Licencias de exploración y licencias mineras por país (continuación)

Información general						
	Guinea	**Indonesia**	**Kazajstán**	**Perú**	**Sudáfrica**	**Australia Occidental**
Propiedad de los minerales	Federal / Estado	Federal / Estado	Federal / Estado	Federal / Estado	Federal / Estado	Federal / Estado
Legislación minera	Código minero / Ley	Código minero / Ley	Código minero / Ley	Código minero / Ley	Código minero / Ley	Código minero / Ley
Agencia y descentralización	Federal/Estado	Regional	Federal / Estado	Regional	Federal / Estado	Regional
Manera en que se conceden las licencias	FCFS[3]	Tender / Bidding	Tender / Bidding	FCFS	FCFS	FCFS
Licencias de exploración						
	Guinea	**Indonesia**	**Kazajstán**	**Perú**	**Sudáfrica**	**Australia Occidental**
Terminología	"Permiso de exploración"	"Exploración IUP" IUP = *Izin Usaha Pertambangan o* licencia minera	"Derecho de usar el subsuelo" (incluye exploración, minería, etc.)	"Concesión minera" (incluye exploración y explotación)	"Derecho de prospección"	"Licencia de exploración"
Precalificación	La entidad tiene que contar con capacidad técnica y financiera suficiente.			Ninguno	El candidato debe tener acceso a recursos financieros y capacidad técnica para llevar bien la operación.	Si el candidato no es australiano, tiene que presentar los recursos financieros disponibles y su capacidad técnica .
Tarifa				US$3/hectárea		Años 1-3 A$119/bloque (A$286.25 por 1 bloque). Años 4-5 A$185.10/bloque. Años 6-7 A$251.10. Año 8 y en adelante A$475.50 (tarifa de aplicación A$1257.55/ A$313.85 por 1 bloque)
Área máxima	500km^2 (bauxita y hierro), 500km^2 (otros)	100,000 hectares, (coal 50,000)				70 bloques. 200 bloques si están fuera de las áreas mineralógicas conocidas Bloque - 1.8553 Km^2
Duración	3 años	8 años (metal/minerales), 7 años (carbón)	6 años	20 años (tiene que ponerse en marcha dentro de 20 años)		5 años
Renovación	Se permite 2 renovaciones por un periodo de 2 años cada una, en cada una de las cuales el área se reduce a la mitad.		Hasta 2 periodos adicionales, de dos años cada uno.		3 periodos de una máximo de 2 años cada uno.	Renovación mediante 2 periodos de 2 años y luego periodos de 1 año.
Renuncia	No					
Gasto mínimo	-				Según lo establecido en el contrato.	Varía según el año del proyecto

Fuente: Legislación gubernamental, fuentes industriales, CRU

Notas: 1. Por orden de llegada (de 'First Come First Served' en inglés).

2. El ministro de minas puede presentar una oferta en circunstancias excepcionales . prometadora

3. Se organiza una licitación si hay candidatos multiples para un área

Tabla 2.03: Licencias de exploración y licencias mineras por país (continuación)

Licencias de exploración

		Brasil	Chile	China	República Democrática del Congo	Ghana
	Programa de trabajo	Tienen que realizar el trabajo exploratorio dentre de 60 días, no pueden parar el trabajo durante más de 3 meses consecutivos o 120 días no consecutivos.	Capaz de realizar todos los trabajos requeridos.Tienen el derecho de usar agua encontrada dentro del área.	Tienen que empezar y terminar la exploración dentro del período establecido en la licencia.	Tienen que empezar la exploración dentro de 6 meses.	La operación tiene que ponerse en marcha dentro de 3 meses.
	Plan ambiental				Tienen que entregar un plan de mitigación y rehabilitación (MRP por sus siglas en inglés).	
	Requisito social					
	Requisitos de presentación	Informes de trabajo detallados sobre estudios técnicos y de geología cuantativa alrededor del yacimiento y su factibilidad de desarrollo.		Tienen que preparar y entregar un informe de 'mineral resources exploration'.	Tienen que entregar una muestra duplicada de todas las muestras tomadas.	Tienen que avisar al Ministro de cualquier descumbrimiento dentro de 30 días.
	Derechos del titular	Realizar todo del trabajo y servicios de apoyo en la tierra.	Pueden cavar pozos de prueba y realizar otros trabajos exploratorios. El titular solo tiene derecho a las sustancias que extraye y sobre las cuales se puede otorgar concesiones.		Realizar exploración mineral Carry out mineral exploration work for mineral substances classified. Take samples of the mineral substances from the area for analysis.	Buscar el mineral, el cual es el sujeto de la concesión concedida. Hacer perforaciones y excavaciones. Levantar campamentos y edificios provisionales y otras actividades relevantes a la exploración.
	Transferible	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
	Hipotecable	No	No	No	No	No

Fuente: Legislación gubernamental, fuentes industriales, CRU

Tabla 2.03: Licencias de exploración y licencias mineras por país (continuación)

Licencias de exploración

	Guinea	Indonesia	Kazajstán	Perú	Sudáfrica	Australia Occidental
Programa de trabajo	Tienen que empezar el trabajo dentro de 6 meses y cumplir todas las actividades incluidos en el permiso de exploración.				Tienen que empezar la exploración dentro de 120 días.	Tienen que llenar o asegurar, en una manera juzgado satisfactorio por la autoridad competente, todos los hoyos, pozos, zanjas y otros disturbios a la superficie de la tierra.
Plan ambiental	Tienen que entregar un aviso ambiental.		Tienen que realizar un Estudio de Impacto Ambiental.	Proyectos con un máximo de 20 plataformas de perforación, y/o un área perturbada de no más de 10 hectáreas, y/o socavones con una longitud máxima de 50 metros requieren la autorización de una Declaración de Impacto Ambiental.	Tienen que entregar un EMP.	
Requisito social						
Requisitos de presentación	Tienen que preparar un informe de actividad y estados financieros.				Tienen que mantener registros adecuados y entregar informes de progreso.	Tienen que mantener registros detallados y entregar informes sobre cualquier mineral de intrés económico que descubren.
Derechos del titular	Puede disponer libremente de los productos extraidos dentro de las limitaciones del trabajo exploratorio.				Derecho exclusivo de renovación o derecho minero. Pueden disponer libremente de los minerals encontrados, usar el agua natural y realizar trabajos necesarios.	Pueden entrar la tierra, sujeta de la concesión, para buscar minerales, disponer libremente de los materiales encontrados y usar el agua natural, siempre que cumplan con la legislación vigente.
Transferible	No	No	Sí	Sí	No	Sí
Hipotecable	No	No	Sí	Sí	No	No

Fuente: Legislación gubernamental, fuentes industriales, CRU

Tabla 2.03: Licencias de exploración y licencias mineras por país (continuación)

Licencias mineras

		Brasil	Chile	China	República Democrática del Congo	Ghana
	Terminología	"Licencia minera"		La exploración y explotación mineral son realizadas por empresas estatales o por empresas conjuntas chinas - extranjeras.	"Licencia de explotación mineral"	"Concesión minera (Mining Lease en inlgés)"
	Tarifa	R$2.02/hectárea (R$3.06 durante etapas de renovación)	Un decimoquinto de una unidad tributaria mensual/hectárea	1000 Yuan/km^2		Según lo previsto.
	Área máxima	Limitada a el área de exploración.	10 hectáreas		Limitada a el área de exploración.	Limitada a el área de exploración.
	Duración	1-3 años		10 a 30 años dependiendo del tamaño.		30 años.
	Renovación	Se puede renovar una vez.				No
	Renuncia					Sí
	Gasto mínimo	-				-
	Programa de trabajo	Tiene que empezar dentro de 6 meses después de la otorgación de la concesión, sujeto a la obtención de las pertinentes licencias ambientales. Se tiene que entregar un EDP.			Los trabajos de desarrollo y construcción se tienen que empezar dentro de 3 años.	

Fuente: Legislación gubernamental, fuentes industriales, CRU

Tabla 2.03: Licencias de exploración y licencias mineras por país (continuación)

Licencias mineras

	Guinea	Indonesia	Kazajstán	Perú	Sudáfrica	Australia Occidental
Terminología	"Concesión minera" (la cual es distinta de un "Permiso de operación")	"Producción Operación IUP" IUP = Izin Usaha Pertambangan o licencia minera	"Derecho de usar el subsuelo" - incluye exploración, minería etc.	"Concesión minera" incluye exploración y explotación	"Derecho minero" (es distinto de un "Permiso Minerp" - actividades mineras de pequeña escala)	"Concesión minera (Mining Lease en inlgés)"
Tarifa				US$3/hectárea		$15.7/hectárea (tarifa de aplicación $439.65)
Área máxima	Corresponde a los limited del yacimiento.	25,000 hectáreas (carbón 15,000 hectáreas)				
Duración	25 años	20 años	6-25/45 años dependiendo del tamaño	Indefinida (tienen que lograr producción dentro de 20 años)		21 años
Renovación	Se puede renovarlo una vez o más por periodos de 10 años.	Se puede renovarlo 2 veces por un periodo de 10 años cada una.			Se puede renovarlp por periodos de 30 años.	Se puede renovarlo una vez por 21 años.
Renuncia	Sí					
Gasto mínimo						A$100 por hectárea con un mínimo de $5,000 si menos de 5 hectáreas, si no $10,000.
Programa de trabajo	Se tienen que empezar las operaciones dentro de 1 año. Se tiene que empezar la fase operativa dentro de un máximo de 5 años según el estudio de factibilidad.		Se tiene que confeccionar un documento con un conjunto de planes para el subsuelo que cubren la duración del contrato e incluyen índices generalizados y volúmenes y costos por año.	Dentro de 10 años la operación tiene que lograr una producción mínima equivalente a una unidad tributaria (US$1,377) hectárea/año para los minerales metálicos, y un 10% de una unidad tributaria(US$138) hectárea/año para los minerales no metálicos. El no pago resulta en una multa.	Se tiene que empezar las operaciones dentro de 1 año y realizar la minería de acuerdo con el programa minero.	

Fuente: Legislación gubernamental, fuentes industriales, CRU

Tabla 2.03: Licencias de exploración y licencias mineras por país (continuación)

Licencias mineras

	Brasil	Chile	China	República Democrática del Congo	Ghana
Plan Ambiental				Se tiene que entregar una Declaración de Impacto Ambiental y un Plan de Manejo Ambiental.	Una Declaración de Impacto Ambiental se exige si se considera necesario. Se tiene que obtener un Plan de Manejo Ambiental dentro de 10 meses del empiezo de la operación.
Requisito social					
Requisitos de presentación	Se tiene que informar al DNPM (Departamento Nacional de Producción Minera) sobre actividades mineras, producción y ventas.				
Derechos del titular	Realizar todo del trabajo y servicios de apoyo en la tierra.	Tiene el derecho exclusivo de explorar y minar. Es el titular de todos los minerales extraidos.	Realizar operaciones mineras para luego vender los productos, excepto los productos que el Consejo del Estado ha reseravdo para comprars unificadas; construir plantas de producción dentro del área minera; adquirir derechos de uso del suelo y otros derechos.	Entrar en la zona para realizar operaciones; construir las instalaciones e infraestructuras necesarias para la explotación minera; usar agua natural; realizar procesamiento del mineral, realizar trabajos para extender la vida de la mina.	Entrar en la zona para realizar operaciones; construir las instalaciones e infraestructuras necesarias para la explotación minera; extraer del suelo los minerales especificados y disponer de ellos según el plan previsto; apilar o botar deshechos según el plan previsto.
Transferible	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Hipotecable	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

Fuente: Legislación gubernamental, fuentes industriales, CRU

Tabla 2.03: Licencias de exploración y licencias mineras por país (continuación)

Licencias mineras						
	Guinea	**Indonesia**	**Kazajstán**	**Perú**	**Sudáfrica**	**Australia Occidental**
Plan Ambiental	Estudio Ambiental		Se tiene que realizar una Declaración de Impacto Ambiental.	Las evaluación del impacto ambiental tiene que ser aprobada.	Se tiene que entregar una Declaración de Impacto Ambiental y un Plan de Manejo Ambiental dentro de un plazo de 180 días a partir de su solicitud.	
Requisito social	Estudio de Impacto Social				Plan Social & Laboral	
Requisitos de presentación					Se tiene que entregar un informe anual según lo previsto con detalles acerca del cumplimiento.	Se tiene que informar al Ministro los detalles to todos los minerales de valor económico significativo descubiertos.
Derechos del titular	Realizar todo tipo de operación minera con respecto a las sustancias que forman parte de la concesión dentro del área estipulada, sin limitaciones de profundidad.				Entrar en la zona para realizar operaciones; construir las instalaciones e infraestructuras necesarias para la explotación minera; usar agua natural y madera, realizar procesamiento del mineral; realizar trabajos para extender la vida de la mina.	Trabajar y minar la tierra según lo previsto en el contrato de arriendo (*lease*); extraer y disponer de minerales, usar agu natural sujeto a las regulaciones.
Transferible	Sí	No	Sí	Sí	No	Sí
Hipotecable	Sí	No	Sí	Sí	No	Sí

Fuente: Legislación gubernamental, fuentes industriales, CRU

2.6 Government take

2.6.1 Introducción al *"Government Take"*

En esta sección se consideran dos elementos altamente interrelacionados en la definición de cuál es la participación que le corresponde a un gobierno como parte de una explotación minera: .

i. El régimen tributario (*tax take*), es decir cómo se compara el régimen fiscal en Colombia con regímenes tributarios en otras jurisdicciones

ii. Cómo se comparan las cargas particulares de la minería de Colombia con respecto a otras operaciones en el mundo.

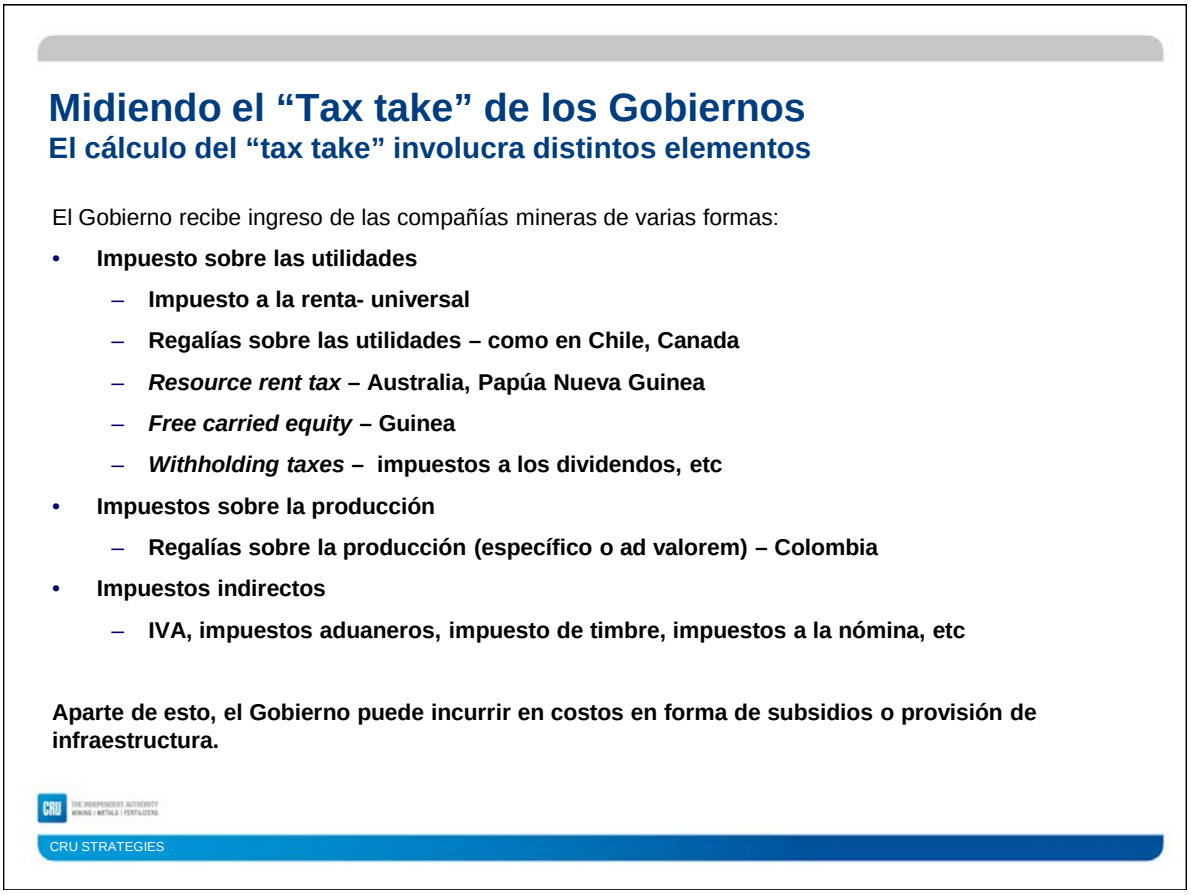
El conjunto de estos elementos requiere un balance entre la generalización requerida para poder comparar jurisdicciones diferentes, con marcos legales, económicos y técnicos particulares; y a la vez el detalle necesario para considerar no solo como única métrica el *Tax Take*, sino también otros aspectos del régimen tributario, tales como el horizonte de tiempo de los ingresos, los impactos de reputación, la neutralidad, simplicidad, progresividad, etc. En función de lo anterior, esta sección se estructura de la siguiente manera:

- La sección 2.6.2 presenta el concepto de *Government Take*, y cómo puede ser medido. Desarrollamos una métrica que permite realizar comparaciones entre países. Además de esta métrica, se sugieren otras dos que pueden ser útiles para el desarrollo de políticas.
- La sección 2.6.3 desarrolla una ilustración de la tipología de impuestos aplicados al sector minero, las complejidades de este sistema de medida y sus implicaciones.
- La sección 2.6.4 examina varios criterios usados en la evaluación de impuestos mineros, y en términos generales, los pros y contras de cada instrumento.
- La sección 2.6.5 resume las métricas que se pueden usar para comparar los regímenes tributarios entre varios países y aquellos que pueden ser usados para evaluar diferentes estructuras aplicables en Colombia.
- La sección 2.6.6 desarrolla un modelo para comparar el *Tax Take* a través de un número de países y muestra los resultados respectivos.

2.6.2 Concepto y medición de *"Government Take"*

Los gobiernos de cada país derivan sus ingresos de un proyecto minero a través de una variedad de instrumentos tributarios. Algunos ejemplos se detallan a continuación:

Figura 2.19: Midiendo el "tax take" de los Gobiernos



Por esta razón, para producir métricas comparables es necesario realizar cierto grado de simplificación. En este sentido las tres fuentes más significativas de ingresos son:

i. las regalías (basadas en la producción o la utilidad)

ii. los impuestos a la utilidad corporativa

iii. los impuestos a la renta de recursos (incluyendo la libre participación de capital).

Para el análisis se podrían incluir otros impuestos que son significativos, lo cual puede incluir impuestos por importación y exportación e impuestos de retención de pagos (*witholding taxes*), pero excluyendo la mayoría de impuestos indirectos.

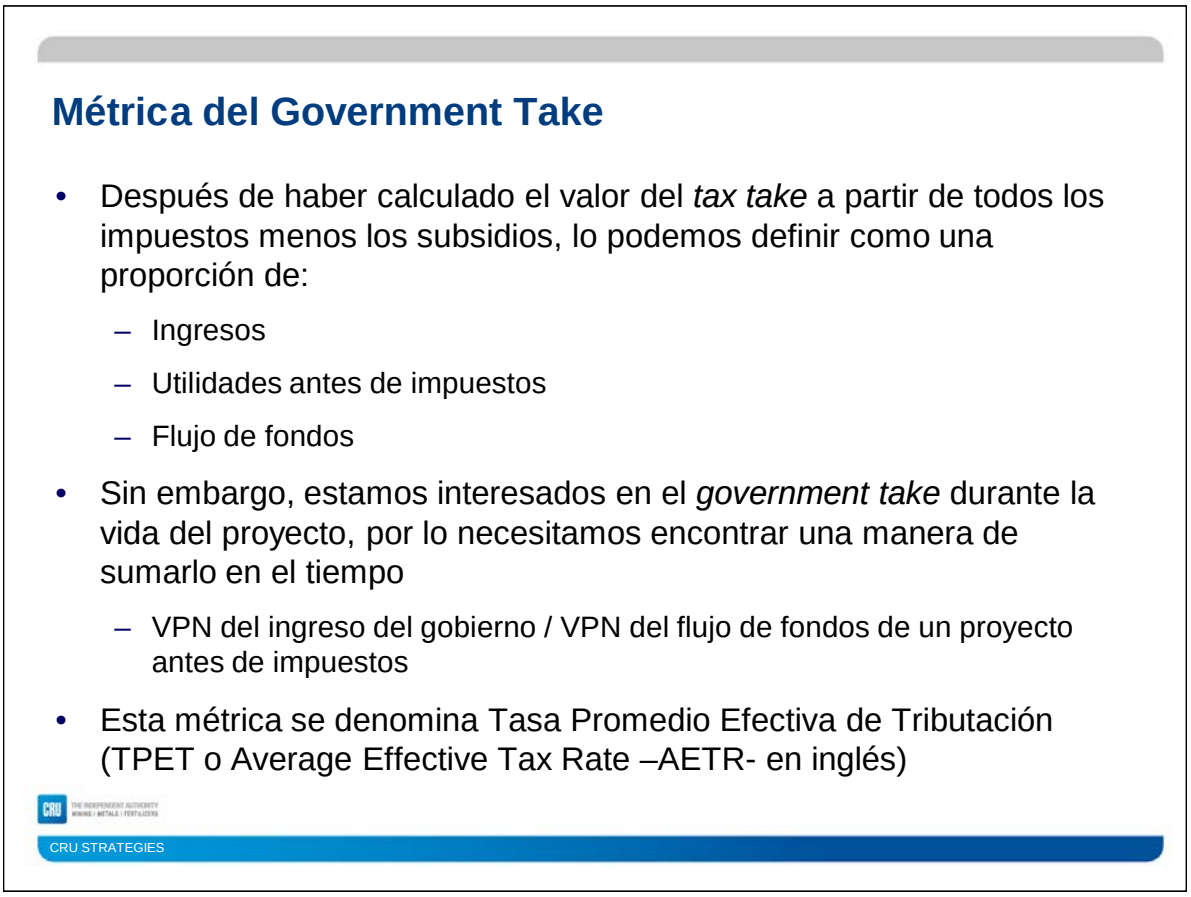
Para idear una métrica justa se necesita tomar en consideración lo siguiente:

- Subsidios: si hay subsidios significativos, como subvenciones o costos de infraestructura, entonces estos no se deberían tener en cuenta en el *Tax Take*.
- Las tasas impositivas "faciales" no pueden ser comparables sin considerar el *Tax Take*.
- La vida del proyecto: el *Tax Take* no puede ser comparado de una forma justa tomando como referencia un único periodo de tiempo, como un año. Esto es porque los diferentes regímenes fiscales afectan de manera diferente una operación económica de acuerdo a su estado de desarrollo en un perfil de tiempo. También es importante considerar el *Tax Take* durante la vida del proyecto, incluyendo la construcción y operación de manera comprensiva. Idealmente, también se debería incluir el tratamiento tributario en el cierre y desmantelamiento de la operación; pero, en este caso, se excluyen estos elementos para una mayor simplificación. La métrica considerada entonces requiere agregar los ingresos y efectos tributarios sobre múltiples periodos comparables de tiempo.
- Perfil del proyecto: no se pueden realizar comparaciones adecuadas entre *Government Take* de un proyecto A en un país X y un proyecto B en un país Y si los proyectos A y B son significativamente diferentes. Esto es porque simplemente se estaría midiendo las diferencias en rentabilidad de los proyectos. Por ejemplo, si el Proyecto A es marginal, y obtiene poca o ninguna ganancia, el *Tax Take* será bajo incluso si el país X tiene un impuesto agresivo sobre las utilidades. La métrica considerada por ende necesita comparar el *Tax Take* de proyectos similares. Esto se puede hacer de dos maneras. Se puede usar un proyecto real para realizar la comparación o se puede usar un proyecto hipotético típico. En la práctica se requiere hacer ambas – considerando una versión simplificada de un proyecto real. Notamos que se intentó realizar el análisis con datos de operaciones existentes en Colombia pero no se pudo conseguir la información necesaria por parte de las empresas del sector.

- Valor del dinero en el tiempo: para crear una métrica que incluya los ingresos durante la vida del proyecto se debe considerar el valor del dinero en el tiempo. Al respecto, la escogencia de una tasa de descuento que refleje el valor del dinero en el tiempo para el gobierno puede ser extremadamente difícil y debatible. Por ejemplo, los rankings de dos países en términos de *Tax Take* pueden ser reversados dependiendo de la tasa de descuento escogida.

Un resumen de estos puntos se presenta en la siguiente diapositiva:

Figura 2.20: Métrica del Government Take



2.6.3 Tipos de impuestos y complicaciones en la medición

Los impuestos y cargas específicos a la minería pueden ser categorizados en diferentes maneras. Por ejemplo, como impuestos directos o indirectos; o como impuestos específicos a la minería o impuestos generales. La categorización elaborada por CRU es la siguiente:

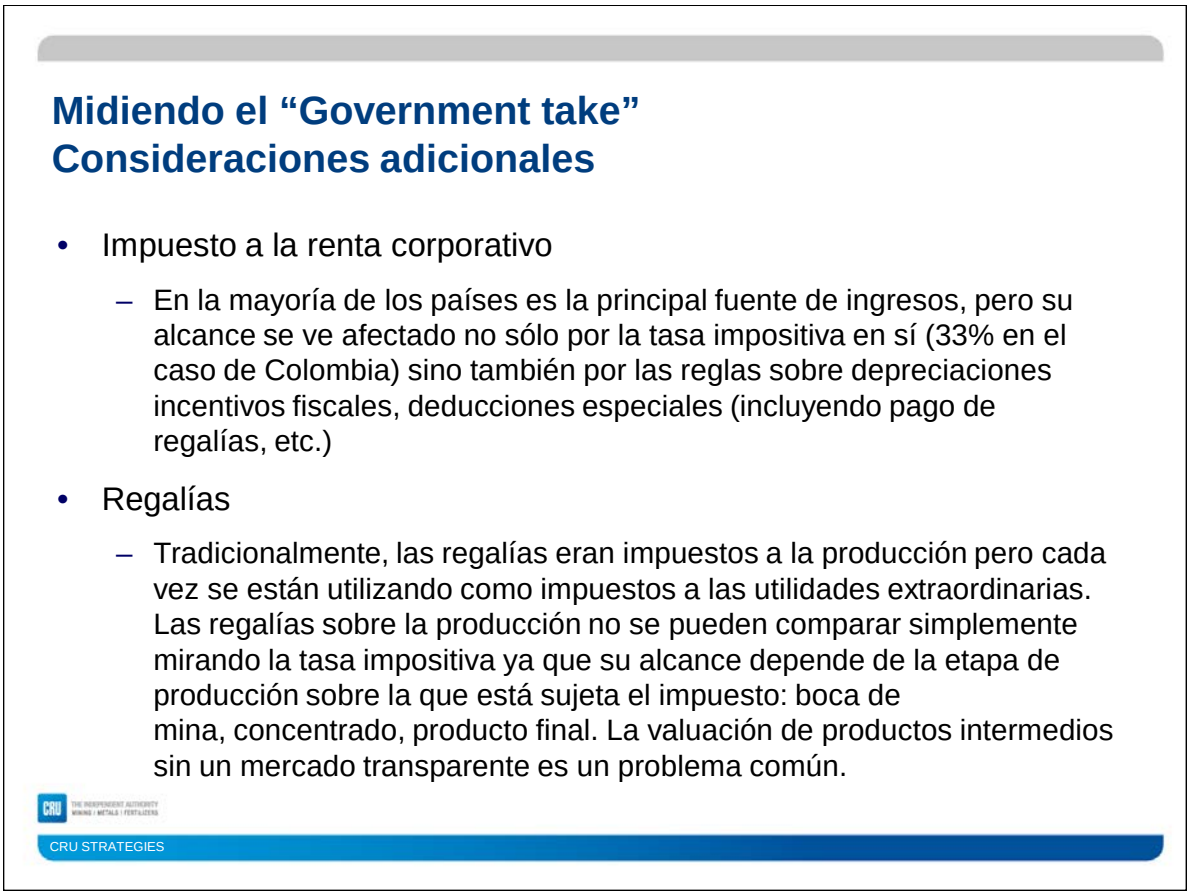
- Regalías basadas en la producción: estas pueden ser especificas (una cantidad fija por tonelada) o *ad valorem* (porcentaje del ingreso). Las regalías también pueden ser graduales, aplicando tasas impositivas más altas para precios de *commodities* más elevados.
- Utilidad basada en impuestos y regalías: esta incluye la tasa de impuestos a la renta y utilidad basada en regalías. Claramente el impuesto a la renta no es un impuesto específico de la minería -aunque algunos países aplican una tasa impositiva superior de renta para industrias extractivas (especialmente petróleo)-. Tradicionalmente el término regalía hace referencia a un impuesto a la producción. Sin embargo, cada vez más, las regalías están siendo recaudadas sobre la utilidad en lugar de sobre la producción. Es importante distinguir entre estos dos tipos, a pesar de que ambas se llaman regalías. Por ejemplo, las regalías basadas en la utilidad son cada vez más frecuentemente usadas como una forma gruesa de capturar la renta económica en Chile.
- Impuestos basados en la renta: la renta económica es un término usado para denotar una tasa de retorno de la inversión que se encuentra sobre el costo económico de desarrollar una operación comercial, incluyendo un retorno al capital invertido. Ya que en la mayoría de países los minerales del subsuelo pertenecen al Estado, por este motivo la renta económica, o por lo menos la mayor parte de ella, pertenece al Estado. El ejemplo más obvio de renta es en la industria petrolera, donde el precio del crudo excede el costo de producción en campos petroleros onshore en Arabia Saudita por un múltiplo substancial. Esta es la llamada “renta Ricardiana”. En la industria petrolera es común que los Estados capturen toda la renta por medios de propiedad estatal, o por contratos de producción compartida. La renta económica es menos obvia en minerales no combustibles, y el método de captura es usualmente por medio de impuestos. Existen varios impuestos para capturar esta renta incluyendo Impuestos a la renta de recursos (RRT por las siglas en inglés), o impuestos adicionales a las utilidades (APT). Como se mencionó previamente, la utilidad basada en regalías, especialmente en esquemas graduales, también pueden ser usada como una forma de capturar la renta económica.
- Patrimonio estatal: el Estado también puede aportar capital en un proyecto minero en términos comerciales normales, o puede estipular una libre participación de capital. En la segunda alternativa, el Estado recibe una parte de los dividendos una vez se ha superado una tasa específica. Este esquema es equivalente a un RRT.

- Otros impuestos: otros impuestos de significancia pueden incluir derechos arancelarios (los derechos de importación pueden incrementar significativamente los costos de capital) y las retenciones a los dividendos y pagos de intereses desembolsados al exterior.

Complicaciones en la medición

Es tentador, pero erróneo, comparar las tasas de las regalías en diferentes países o las tasas del impuesto a la renta. Algunos de los problemas más comunes para regalías e impuesto a la renta (CIT) son mostrados en la próxima diapositiva. Adicionalmente, se debe ser cauteloso con el hecho de que las operaciones individuales pueden haber negociado acuerdos específicos que varían del estatuto tributario aprobado en cada país, y que dichos acuerdos no son siempre de dominio público.

Figura 2.21: Midiendo el "government take" – Consideraciones adicionales



2.6.4 Criterios para evaluar impuestos y pros y contras de diferentes impuestos

2.6.4.1 Criterios para evaluar impuestos

Los siguientes son algunos de los principales criterios usados en la evaluación de esquemas impositivos, ya sea por el régimen fiscal o como un conjunto, o de un impuesto individual.

- **Potencial de crecimiento de los ingresos**. Esto puede ser medido por medios como Valor Presente Neto (VPN) o impuesto a los ingresos sobre la vida del proyecto. Así el *Government Take* puede ser comparado usando el AETR.

- **Neutralidad**. Un impuesto neutral es uno que no afecta las decisiones marginales del inversionista relacionándonos a la producción, inversiones o actividad comercial. La neutralidad es una propiedad deseable. Como ejemplo, una regalía por producción no es neutral dado que esta afecta las decisiones producción en el margen. Los impuestos neutrales y regímenes de regalías son económicamente más eficientes porque fomentan la extracción óptima de recursos condicionada a las condiciones del mercado, las características de los recursos y los costos operacionales y de capital. Los impuestos no neutrales y los esquemas de regalías pueden dar aumentos o reducción en la producción. Una sobreproducción puede incentivarse en el caso de subsidios o una subproducción puede ocurrir con impuestos o regalías a la producción por tonelajes.

  En este mismo punto, vale la pena notar que cualquier mina debe determinar el grado de corte del mineral. El material con un grado de metal superior al valor de corte es mineral que se somete a un procesamiento adicional e incurre en costos de procesamiento asociados, con el objetivo de convertirlo en un productivo comerciable. El material con un un tenor superior al valor de corte es mineral que se somete a un procesamiento adicional y se incurre en costos de procesamiento asociados, con el objetivo de convertirlo en un productivo comerciable. El material con tenor inferior al valor de corte es considerado desperdicio y no avanza a una etapa de procesamiento adicional. En algunas circunstancias puede ser almacenado en caso de que los precios y costos futuros cambien. Varios factores son tenidos en cuenta al determinar el grado de corte. Sin embargo, en general, la materia prima y los costos de procesamiento para transformar el mineral en un producto comercial deben ser menores que el valor que se obtendrá por la venta del producto. Las regalías

aplicadas al tonelaje de mineral extraído son un costo adicional y como resultado, este tipo de regalías necesariamente incrementarán el grado de corte.

Un incremento en el grado de corte significa que algo de material será tratado como desperdicio, lo cual de otra manera habría sido tratado como mineral enviado a procesamiento. Esto puede tener un impacto al disminuir las reservas de las minas, acortar la vida útil de las mismas y reducir la producción en general.

Por el contrario, la tributación aplicada a las rentas económicas no actúa de forma directa sobre los costos de producción (como tonelaje, o incluso como lo hacen las regalías basadas en el valor) y por ende minimiza o elimina el impacto distorsionador en las decisiones de la compañía relacionadas con inversión y producción.

- **Riesgo para el gobierno**. Una pregunta pertinente en todo sistema de recaudo de contribuciones es la siguiente: ¿Prefiere el Gobierno un mayor retorno con niveles superiores de riesgo, o preferiría un retorno inferior con niveles más bajos de riesgo? Esto puede ser una función de la importancia de los ingresos por minerales en el presupuesto total del gobierno.
- **Estabilidad y tiempo**. Relacionado con lo anterior se encuentran la estabilidad y momento en el tiempo en el que se generan los ingresos. La preferencia del gobierno por ingresos al principio o finalización del proyecto serán una función de la tasa de descuento (el valor del dinero en el tiempo). Esto puede afectar la decisión entre un esquema de regalías sobre la producción (recibidas tan pronto la producción comienza) y los impuestos a la utilidad, recibidos únicamente cuando se ha generado dicha utilidad. Los ingresos por RRT serán usualmente pagables, completamente, después de muchos años de producción.
- **Percepciones del inversionista**. Los problemas reputacionales también son importantes. Un inversionista puede requerir una menor tasa de retorno, manteniendo las demás variables constantes, en un país con un historial de mantener un régimen fiscal estable. Los cambios frecuentes y *ad hoc* en la tributación generarán un sobrecosto para los inversionistas, quienes a su vez incrementarán sus expectativas de retorno para invertir en el país.
- **Adaptabilidad y progresividad**. Un impuesto progresivo se incrementa a medida que la rentabilidad aumenta. Un impuesto regresivo hace lo opuesto. Las utilidades y los impuestos RRT son generalmente progresivos, mientras que las regalías basadas en la

producción son generalmente regresivas. Este elemento tendrá un impacto en la percepción del inversionista, ya que los inversionistas prefieren ser gravados solo una vez se ha generado utilidad. La adaptabilidad corresponde a la habilidad del régimen tributario para adaptarse a condiciones cambiantes, como variaciones de precio de los *commodities*. Un régimen adaptable es diseñado para ajustarse a un rango de estados del mundo y puede ser percibido como más estable que un régimen rígido.

- **Simplicidad y facilidad en la administración**. Estos factores pueden ser particularmente importantes en las economías emergentes con capacidad institucional limitada para monitorear políticas tributarias complejas y jugadores internacionales. Una ventaja citada frecuentemente de las regalías es su simplicidad y facilidad de administración. Irónicamente este no es el caso en Colombia por el método complejo para calcular el valor en boca de mina. Nuevamente, en economías emergentes donde hay una asimetría de información considerable, impuestos complejos pueden permitir que surjan oportunidades para que el inversionista "juegue" con el sistema utilizando lo que se ha llamado "una contabilidad creativa".

- ***Trade-off*s**. Al evaluar diferentes instrumentos tributarios y todo el régimen fiscal, existen inevitablemente diferentes objetivos los cuales dependen unos de otros. Por ejemplo el gobierno puede desear maximizar los ingresos a cierta tasa de descuento, pero sujeto a recibir un ingreso mínimo anual. Por esta razón se afirma frecuentemente que **es improbable que los objetivos del gobierno sean alcanzados por un único instrumento tributario**. Es por esto que en la mayoría de países encontramos una mezcla de impuestos cumpliendo múltiples funciones. Por ejemplo, la mayoría de países recauda un monto mínimo por regalías de producción (Chile es la excepción) para generar ingresos incluso en malas condiciones del mercado. Este argumento es reforzado cuando la regalía es dirigida a la comunidad local e impacta la "licencia social para operar". Nuevamente, todos los países recaudan un impuesto a la renta y la tasa de referencia tiende a agruparse en un pequeño rango (ver el siguiente cuadro). Sin embargo, para el impuesto de renta más que para las regalías, los detalles son críticos: Tasas aceleradas de depreciación, amortización de pérdidas en el futuro y créditos fiscales, exenciones tributarias temporales, y deducciones permitidas. Capturar la renta económica es una práctica menos universal, sin embargo las tasas graduales de regalías se están volviendo métodos comunes para capturar renta sin incurrir en una gran complejidad administrativa.

2.6.4.2 Ventajas y desventajas de los distintos tipos de impuestos

- **Regalías basadas en la producción**. Estas obtienen una buena puntuación en la estabilidad de ingresos y la duración de estos, y también (salvo algunas excepciones), en simplicidad. Estas regalías implican un bajo riesgo para el gobierno, pero obtienen una baja puntuación en neutralidad, flexibilidad y progresividad.
- **Impuestos a la renta**. Son más progresivos generalmente en comparación con las regalías, y más flexibles. En términos del momento en que se recibirán los ingresos, son peores que las regalías basadas en la producción pero son mejores que los RRT. Estos impuestos son basados en la utilidad, y están ligados a los precios de los *commodities*, y deberían contribuir con la estabilidad del régimen tributario. Aportan un riesgo moderado para el gobierno.
- **Regalías basadas en la utilidad**. Tienen un perfil similar al impuesto de renta.
- **RRT (Resource Rent Taxes)**. Estos se destacan en términos de neutralidad, progresividad, estabilidad y flexibilidad. El inconveniente es la demora de los ingresos, ya que esto representa un riesgo alto para el gobierno y potencialmente aumenta la complejidad para la administración y la auditoria.
- ***Carried Equity***. Tiene un impacto similar a los RRT, pero es más simple de administrar.

2.6.5 Conclusión en relación a las métricas

La métrica escogida para la realización del análisis es la Tasa Promedio Efectiva de Tributación (AETR por sus siglas en inglés) calculada como el VPN de los ingresos por impuestos como una proporción del VPN del flujo de caja antes de impuestos de toda la vida de un proyecto minero. Este análisis se hizo para los 11 minerales estratégicos cubiertos en el informe. Se debe tener en cuenta la importancia de la decisión de la tasa de descuento al hacer estas comparaciones. También se analizó la Tasa Promedio Efectiva de Beneficio (AEBR por sus siglas) que es calculada como el AETR pero ignorando el gasto de capital inicial (CAPEX). Naturalmente, el flujo de fondos calculado de esta manera (“beneficio”) es mayor justamente porque no se tiene en cuenta la inversión inicial mientras que todo el resto de gastos e ingresos se mantiene constante. Como

resultado, el AEBR muestra una tasa menor al AETR (mismo VPN de ingreso del gobierno sobre un flujo de fondos más grande).

Se debe considerar que pueden haber razones legítimas de porqué un país A tiene un AETR mayor que un país B. Estas incluyen que A puede tener un menor riesgo país, y por lo tanto puede recaudar mayores impuestos, manteniendo las demás variables constantes. Otra razón es que A puede tener inherentemente un futuro más promisorio geológicamente que el país B.

Para que el gobierno evalúe sus opciones de política económica podría ser útil tener en cuenta el flujo de caja del proyecto. Esto permitirá que el gobierno considere los retornos bajo diferentes regímenes tributarios y otras condiciones de mercado, pero también modelar el *Government Take*. Así como estimar el VPN de los ingresos del gobierno y el AETR, la autoridad colombiana también puede usar criterios adicionales, como los siguientes:

- Evaluar el perfil gráfico del horizonte de tiempo en que se recibirán los ingresos bajo diferentes regímenes y condiciones de mercado.
- Evaluar el *Government Take* después de N años, donde N es un número dado. Esto es de alguna forma análogo a la medición de la recuperación de la inversión para el inversionista privado.
- Evaluar la progresividad midiendo el AETR bajo diferentes niveles de rentabilidad.
- Evaluar la variabilidad de los retornos esperados usando simulación Monte Carlo.
- Evaluar el impacto potencial de la tributación sobre a las decisiones de inversión.

2.6.6 Enfoque del presente análisis y premisas

Utilizando los principios mencionados en las secciones anteriores, CRU Strategies ha desarrollado una metodología para evaluar y comparar una medida *indicativa* del *Government Take* en Colombia y otros países productores relevantes para los 11 minerales analizados en este estudio.

Es importante mencionar que el énfasis del ejercicio está en la *comparación relativa* entre los regímenes tributarios en los distintos países y no en la predicción de niveles absolutos de *government take* para un país y *commodity* específicos. CRU cree que este análisis es de utilidad para ilustrar un amplio número de resultados en distintos países y servir como sustento para

considerar las implicancias de distintos niveles de *government take*. A los efectos de la elaboración de política de regalías, algunas consideraciones clave son:

- Buscar un balance que asegure que el declive inevitable en los recursos minerales de un país es compensado con un ingreso monetario suficiente.
- Teniendo en cuenta lo anterior, crear un régimen fiscal que genere retornos aceptables para el Gobierno pero que sea al mismo tiempo lo suficientemente competitivo contra otros regímenes en el mundo para atraer las inversiones necesarias para el desarrollo de proyectos mineros.
- Lograr un equilibrio apropiado entre riesgo y estabilidad de flujos de fondos para el Estado.

Las métricas de *government take* que se presentan a continuación *no son una proyección* de un caso real en Colombia o en los otros países estudiados. El *government take* en la realidad va a depender de diversos factores que son particulares de una operación puntual. Los parámetros que hemos usado tienen por objeto lograr una comparación amplia o de orden de magnitud entre las distintas jurisdicciones mineras.

Para este estudio, CRU creó operaciones “teóricas” o “tipo” para cada uno de los 11 minerales analizados. Existen dos razones principales para usar minas teóricas en vez de caso reales en Colombia:

i. Varios de los *commodities* no son actualmente producidos en el país y las características de los recursos naturales son desconocidas.
ii. Para el nivel de detalle requerido para este trabajo, y teniendo en cuenta el objetivo del estudio, una operación teórica es suficiente.

No obstante lo anterior, se intentó conseguir información operacional de distintas faenas colombianas para analizar casos reales pero no se recibió respuesta a tiempo por parte de las empresas.

En términos generales, se crearon estas operaciones tipo utilizando parámetros comprendidos dentro de un rango de datos reales de proyectos asociados a cada mineral. La tabla siguiente resume las principales premisas utilizadas en el análisis:

Tabla 2.04: Premisas generales del análisis de *Government Take*

Producto	% Deuda	% Capital	Tasa de interés de la deuda	WACC	Inverión de caítal total 2013 $M	Costos de producción $/unidad de producto
Oro	50%	50%	6%	8%	300	650
Cobre	50%	50%	6%	9%	2.500	3.000
Platino	50%	50%	6%	9%	600	1.400
Cloruro de Potasio	50%	50%	6%	9%	2.000	150
Mineral de hierro	50%	50%	6%	9%	1.300	68
Uranio	50%	50%	6%	9%	300	40
Roca fosfórica	50%	50%	6%	9%	631	75
Coltán	50%	50%	6%	9%	319	50
Magnesio	50%	50%	6%	9%	175	350
Carbón metalúrgico	50%	50%	6%	9%	750	120
Carbón térmico	50%	50%	6%	9%	500	50

Fuente: CRU Strategies

En la table anterior se puede observer que el WACC (*Weighted Average Capital Cost* en inglés, o promedio ponderado del costo de capital) para el oro, en poco más del 8%, es más bajo que para el resto de los *commodities*. La razón para ello es que el mercado del oro invariablemente muestra una estructura de "contango" (donde los precios futuros son más altos que los precios actuales). Para los metales no ferrosos transados en el LME, por el contrario, el mercado tiende a estar en *backwardation* (precios actuales mayores que los precios futuros) aproximadamente un tercio del tiempo. Normalmente, la situación de *backwardation* se produce ante situaciones de gran estrechez en la oferta, momento en el que los compradores están dispuestos a pagar un precio más alto por tener acceso al *commodity* en cuestión. Por lo tanto, la particularidad del oro demuestra los inventarios relativamente altos que son mantenidos por razones monetarias y de inversión. En teoría, una compañía minera podría financiar un proyecto con un préstamo de oro, repagando el capital con una cantidad conocida de su producción futura dado que el precio a futuro siempre va a ser más alto que el precio actual. En este sentido, la minería de oro tiene un riesgo inherente más bajo que todas las otras formas de minería y, teóricamente, debería beneficiarse de un costo de capital más bajo como consecuencia. Esta dinámica, también ha sido observa empíricamente.

Se debe mencionar también, que los costos de capital y producción de nuevos proyectos pueden variar en cantidades importantes, lo cual normalmente se verifica en la realidad. Estos costos dependen de diversos factores, incluyendo:

- Las características geológicas y metalúrgicas particulares de cada depósito
- El tipo de mina: a rajo abierto o subterránea
- La necesidad de construir infraestructura de soporte, como por ejemplo líneas de transmisión de energía, rutas, puertos, etc.

Adicionalmente a las premisas mostradas para cada operación tipo, se ha asumido lo siguiente:

- Los recursos de cada operación se van agotando, con el grado o ley de mineral decreciendo en un 0.20% cada año. Este fenómeno de declinación de los grados es común a toda la industria minera y tiene un sentido económico: el valor del dinero en el tiempo, que justifica extraer primero los minerales de mejor calidad.
- Todas las operaciones tienen un período de *ramp-up* o de transición desde que se completa la producción hasta que se alcanza la capacidad total operativa. Se asumió que el primer año de operación se alcanza un 75% de la capacidad teórica, el segundo año un 90%, el tercero un 95% y un 98% desde el cuarto año hasta el final del proceso. En la práctica, las operaciones mineras nunca alcanzan una producción equivalente al 100% de capacidad todo el tiempo. Existen innumerables factores que contribuyen a esta situación como huelgas, desperfectos mecánicos, condiciones meteorológicas, etc.
- En cuanto a la distribución temporal de los gastos de capital inicial, se asumió que un 10% se desembolsó el primer año del desarrollo del proyecto, un 30% en el año dos, un 40% en el tercer año y el 20% en el año cuatro.
- Para el cálculo de depreciaciones y amortizaciones, se asumió que los gastos de capital se asignaron a las siguientes categorías: terrenos (5%), edificios (20%), activos fijos (50%) y equipamiento móvil (25%)

2.6.7 Resultados

Antes de analizar los resultados de esta evaluación comparativa es importante considerar dos comentarios. Primero, vale la pena resaltar que los inversionistas en minería pueden tolerar un régimen de *Government Take* más agresivo por diferentes razones tales como:

- El país es considerado geológicamente más atractivo que otros en su grupo de comparación.
- El país tiene un "riesgo-país" más bajo.
- El régimen tributario es estable y más predecible que en otras regiones.

En consecuencia, el hecho que un país tenga un *Government Take* alto no significa necesariamente que sea menos competitivo para atraer inversiones, pues existen otros factores que juegan un papel muy importante. Sin embargo, el régimen el tributario definitivamente es una consideración relevante.

También es importante destacar que este ejercicio de comparación fue realizado en un momento en el cual muchos gobiernos han revisado, o están por revisar, sus impuestos mineros para responder a la coyuntura de precios altos de los *commodities* de la última década. Por ejemplo Filipinas está revisando sus tasas tributarias específicas de minería; en Indonesia, la prohibición temporal de las exportaciones de níquel fue cambiada por un impuesto a la exportación de níquel en 2012. Brasil también está revisando sus impuestos de minería. En 2012 el Gobierno Federal de Australia impuso un *Resource Rent Tax* (RRT) en la extracción de minerales metálicos y de carbón. El RRT suponía ser aplicable de una manera general pero fue suavizada por la presión de los inversionistas. Perú revisó sus impuestos de minería en 2011, un poco después que Chile.

La tendencia principal en estas revisiones ha sido mover la carga desde impuestos basados en la producción hacia impuestos basados en la utilidad. Por ejemplo, las regalías sobre la producción de 1% hasta 3% en Perú fueron reemplazadas por dos impuestos basados en la utilidad cuyos niveles se incrementan progresivamente según los márgenes operativos de las minas. Chile a su vez tiene un Impuesto Especial de Minería (SMT) cuyo nivel también se incrementa según los márgenes operativos de las minas.

Aunque aún no ha pasado suficiente tiempo para evaluar la respuesta a estas medidas, en general -y de manera preliminar-, parece claro que los gobiernos experimentaron reacciones favorables por parte de las empresas mineras al mover los impuestos basados en la producción hacia impuestos basados en la rentabilidad. El efecto fue contrario para los países que simplemente subieron las regalías basadas en la producción tal como Sudáfrica.

Hechas las salvedades anteriores, a continuación se detallan los resultados del análisis de *government take*. Hacemos notar que para el propósito de este análisis, se han considerado como "regalías" a todos los ingresos del gobierno que son cobrados específicamente a una compañía dada porque participa en la minería y no en otra industria. Se hace la salvedad dado que en algunos países como Chile y Perú, existe un "impuesto minero" (y no "regalía minera") basado en las utilidades operativas. Sin embargo, esta distinción semántica no implica que la naturaleza del ingreso del gobierno sea el mismo (particular de la actividad minera) y por lo tanto se lo considera como regalía. Por otra parte, el impuesto a la renta es un gravamen general que se aplica a todo tipo de negocios.

Se detallan a continuación de cada una de las métricas presentadas para los 11 minerales estratégicos:

- Valor Presente Neto (VPN) de las regalías: valor presente neto de todos los pagos en concepto de regalías hechos al gobierno.
- VPN del impuesto a la renta: valor presente neto de todos los pagos de impuestos (excluyendo regalías) hecho sal gobierno.
- VPN antes de impuestos: valor presente neto del flujo de fondos (ingresos menos gastos, antes del pago de impuestos) correspondiente al proyecto.
- Tasa Interna de Retorno (TIR) antes de impuestos: tasa de descuento con la que el VPN antes de impuestos es igual a cero.
- VPN después de impuestos: valor presente neto del flujo de fondos (ingresos menos gastos, después del pago de impuestos) correspondiente al proyecto.
- TIR después de impuestos: tasa de descuento con la que el VPN después de impuestos es igual a cero.
- VPN de efectivo al gobierno: suma del VPN de los flujos de fondos del gobierno, vía pagos en regalías e impuesto a la renta.
- VPN de beneficios: valor presente neto de los ingresos menos gastos operativos del proyecto (antes de impuestos), excluyendo gastos de capital.
- Tasa Promedio Efectiva de Tributación (TPET o AETR en inglés): valor presente neto de los flujos de fondos del gobiernos dividido por el VPN de beneficios.
- Tasa Promedio Efectiva de Beneficio (TPEB o AEBR en inglés): valor presente neto de los flujos de fondos del gobiernos dividido por el VPN antes de impuestos del proyecto

Tabla 2.05: Resultados del análisis de *Government Take*

País	VPN de Regalías	VPN Imp. Renta	VPN del proyecto antes de impuestos	TIR del proyecto antes de impuestos	VPN del proyecto después de impuestos	TIR del proyecto después de impuestos	VPN del efectivo que recibe el gobierno	VPN de beneficios	Tasa Promedio Efectiva de Tributación	Beneficio Promedio Efectivo
Oro										
Colombia	58	102	271	26%	111	16%	160	514	59%	31%
China	41	73	271	26%	157	19%	114	514	42%	22%
Australia	45	101	271	26%	125	17%	146	514	54%	28%
EEUU	18	125	271	26%	128	18%	143	514	53%	28%
Rusia	109	51	271	26%	111	17%	160	514	59%	31%
Prom., ex-Col.	**53**	**88**	**271**	**26%**	**130**	**18%**	**141**	**514**	**52%**	**27%**
Cobre										
Colombia	322	725	1.700	16%	653	12%	1.047	3.682	62%	28%
Chile	570	340	1.700	16%	790	13%	910	3.682	54%	25%
China	162	534	1.700	16%	1.004	14%	696	3.682	41%	19%
Perú	237	608	1.700	16%	856	13%	844	3.682	50%	23%
EEUU	129	881	1.700	16%	690	13%	1.010	3.682	59%	27%
Prom., ex-Col.	**274**	**591**	**1.700**	**16%**	**835**	**13%**	**865**	**3.682**	**51%**	**23%**
Platino										
Colombia	178	507	1.439	22%	754	18%	685	1.914	48%	36%
Sudáfrica	223	391	1.439	22%	825	18%	614	1.914	43%	32%
Rusia	232	281	1.439	22%	926	18%	512	1.914	36%	27%
Zimbabue	446	296	1.439	22%	697	16%	742	1.914	52%	39%
Canadá	173	390	1.439	22%	876	19%	563	1.914	39%	29%
Prom., ex-Col.	**268**	**339**	**1.439**	**22%**	**831**	**18%**	**608**	**1.914**	**42%**	**32%**
Cloruro de Potasio										
Colombia	188	1.058	2.640	22%	1.394	17%	1.246	4.226	47%	29%
Canadá	1.446	405	2.640	22%	790	15%	1.850	4.226	70%	44%
Rusia	264	603	2.640	22%	1.774	18%	867	4.226	33%	21%
China	469	656	2.640	22%	1.515	17%	1.126	4.226	43%	27%
Bielorrusia	19	782	2.640	22%	1.839	19%	801	4.226	30%	19%
Prom., ex-Col.	**550**	**611**	**2.640**	**22%**	**1.479**	**17%**	**1.161**	**4.226**	**44%**	**27%**
Mineral de Hierro										
Colombia	499	511	1.594	24%	584	16%	1.010	2.625	63%	38%
EEUU	92	720	1.594	24%	783	18%	812	2.625	51%	31%
India	1.110	321	1.594	24%	164	11%	1.431	2.625	90%	54%
China	533	338	1.594	24%	723	17%	872	2.625	55%	33%
Brasil	222	578	1.594	24%	794	18%	800	2.625	50%	30%
Prom., ex-Col.	**489**	**489**	**1.594**	**24%**	**616**	**16%**	**979**	**2.625**	**61%**	**37%**
Uranio										
Colombia	173	192	634	28%	270	19%	365	872	57%	42%
Kazajstán	422	60	634	28%	153	15%	482	872	76%	55%
Canadá	435	70	634	28%	129	14%	505	872	80%	58%
Australia	96	196	634	28%	343	21%	292	872	46%	33%
Namibia	58	217	634	28%	360	21%	274	872	43%	31%
Prom., ex-Col.	**253**	**136**	**634**	**28%**	**246**	**18%**	**388**	**872**	**61%**	**45%**

Fuente: CRU Strategies

Tabla 2.05: Resultados del análisis de *Government Take* (continuación)

País	VPN de Regalías	VPN Imp. Renta	VPN del proyecto antes de impuestos	TIR del proyecto antes de impuestos	VPN del proyecto después de impuestos	TIR del proyecto después de impuestos	VPN del efectivo que recibe el gobierno	VPN de beneficios	Tasa Promedio Efectiva de Tributación	Beneficio Promedio Efectivo
Roca fosfórica										
Colombia	72	318	802	21%	412	17%	390	1.303	49%	30%
China	95	212	802	21%	494	18%	308	1.303	38%	24%
EE.UU.	23	362	802	21%	416	17%	386	1.303	48%	30%
Marruecos	80	156	802	21%	566	19%	236	1.303	29%	18%
Rusia	107	179	802	21%	516	18%	286	1.303	36%	22%
Prom., ex-Col.	**76**	**227**	**802**	**21%**	**498**	**18%**	**304**	**1.303**	**38%**	**23%**
Coltan										
Colombia	35	110	262	18%	116	14%	146	515	56%	28%
Mozambique	39	99	262	18%	124	14%	138	515	53%	27%
Congo	16	96	262	18%	150	15%	112	515	43%	22%
Brasil	16	111	262	18%	135	15%	127	515	48%	25%
Ruanda	16	83	262	18%	163	16%	99	515	38%	19%
Prom., ex-Col.	**22**	**97**	**262**	**18%**	**143**	**15%**	**119**	**515**	**45%**	**23%**
Magnesio										
Colombia	30	79	205	19%	96	15%	109	344	53%	32%
China	30	55	205	19%	120	16%	85	344	41%	25%
Rusia	32	46	205	19%	127	16%	78	344	38%	23%
Turquía	13	48	205	19%	144	17%	61	344	30%	18%
Austria	27	57	205	19%	122	16%	83	344	41%	24%
Prom., ex-Col.	**25**	**51**	**205**	**19%**	**128**	**16%**	**77**	**344**	**37%**	**22%**
Carbón metalúrgico										
Colombia	765	669	2.455	36%	1.020	23%	1.434	3.049	58%	47%
China	220	603	2.455	36%	1.631	29%	824	3.049	34%	27%
EEUU	1.139	602	2.455	36%	714	20%	1.741	3.049	71%	57%
India	459	904	2.455	36%	1.091	24%	1.364	3.049	56%	45%
Canadá	498	583	2.455	36%	1.374	27%	1.081	3.049	44%	35%
Prom., ex-Col.	**579**	**673**	**2.455**	**36%**	**1.202**	**25%**	**1.252**	**3.049**	**51%**	**41%**
Carbón térmico										
Colombia	342	326	1.127	28%	460	19%	667	1.524	59%	44%
China	114	283	1.127	28%	730	23%	398	1.524	35%	26%
EEUU	513	298	1.127	28%	317	16%	810	1.524	72%	53%
India	247	414	1.127	28%	466	19%	661	1.524	59%	43%
Indonesia	190	275	1.127	28%	662	22%	465	1.524	41%	31%
Prom., ex-Col.	**266**	**318**	**1.127**	**28%**	**544**	**20%**	**584**	**1.524**	**52%**	**38%**

Fuente: CRU Strategies

Figura 2.22: Tasa Efectiva de Tributación

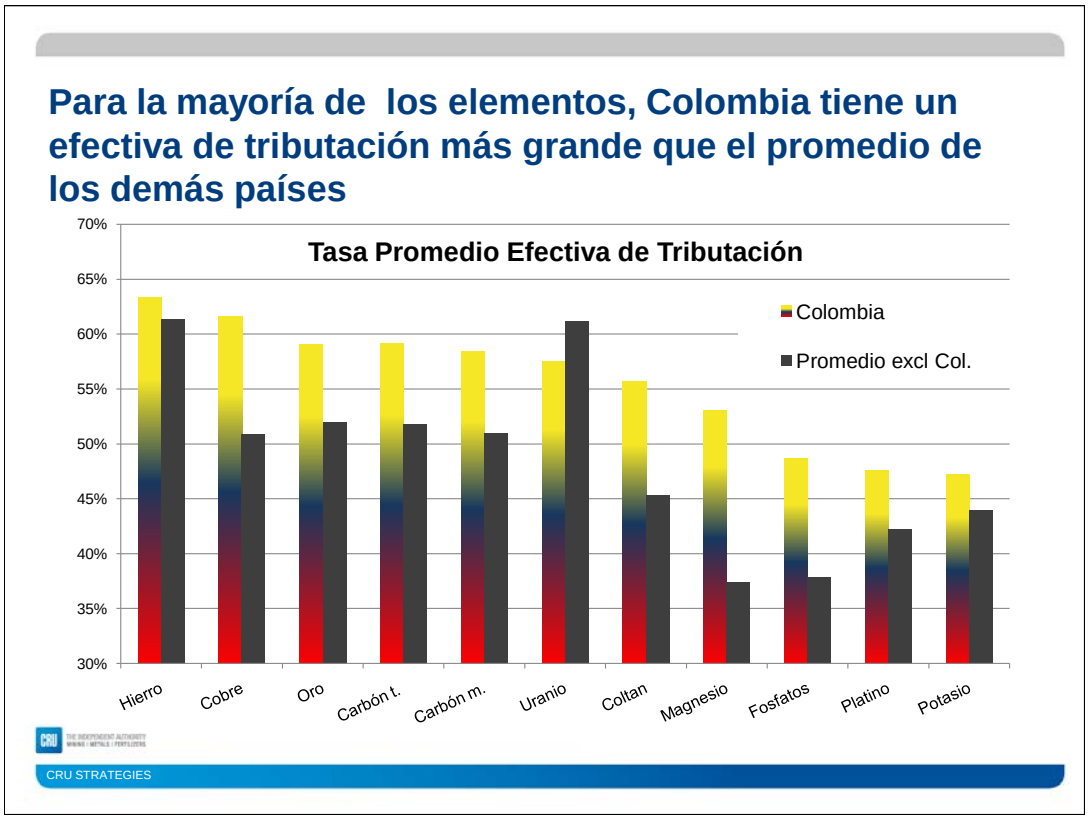
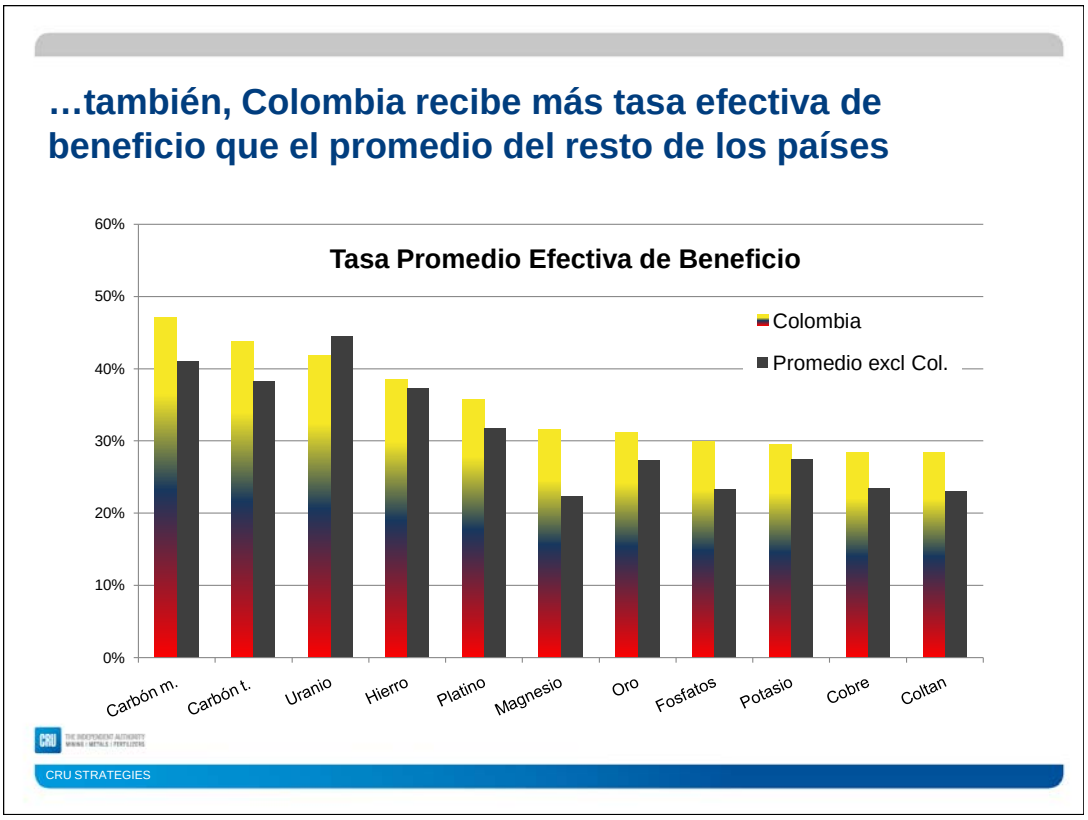


Figura 2.23: Tasa Efectiva de Beneficio



Del análisis de las diapositivas anteriores se pueden hacer las siguientes afirmaciones:

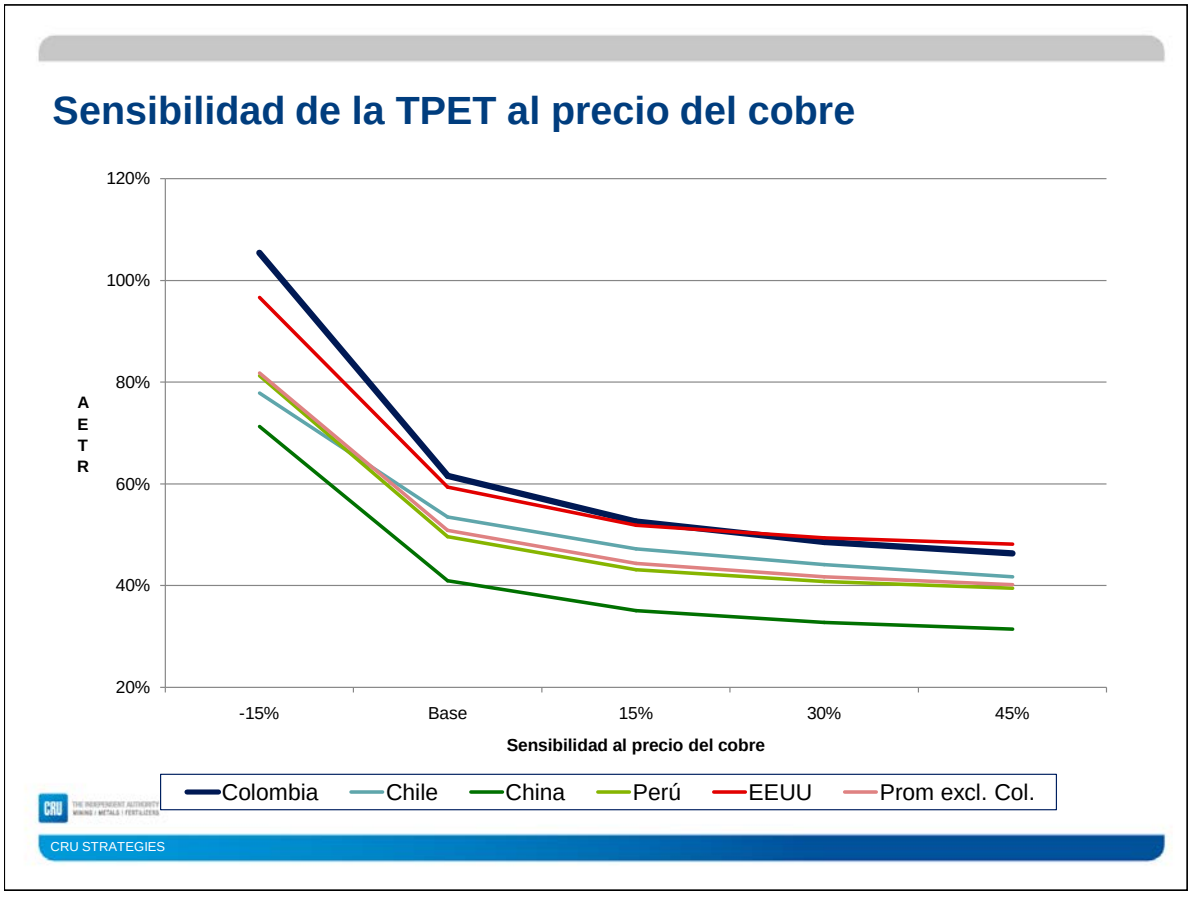
- Para todas las operaciones teóricas consideradas, con excepción del uranio, Colombia posee una TPET y TPEB mayor que el promedio de los países (excluyendo a Colombia) estudiados.
- El caso del uranio es atípico en el sentido que Kazajstán y Canadá (productores dominantes junto con Australia) poseen regalías notoriamente altas. Sin embargo, como la producción de uranio en Kazajstán es realizada por la empresa pública KazAtomProm, tanto las utilidades de la compañía como el pago de regalías e impuestos terminan eventualmente engrosando las cuentas del Gobierno.

Como mencionado anteriormente, un *government take* alto no necesariamente es bueno para un país, si esto implica desalentar inversiones potenciales. Llevado a un extremo, un *government take* de 100% sobre un ingreso de 0 (porque nadie decide invertir) definitivamente no es un escenario deseable para un país. Se ha notado que los inversionistas pueden estar dispuestos a tolerar cargas

impositivas más altas por diversas razones (por ejemplo, recursos naturales muy atractivos). Sin embargo, y tomando como base los resultados de este estudio, puede ser oportuno para Colombia revisar y discutir su régimen tributario sabiendo que su *government take* se ubica por encima del promedio de los países analizado que, justamente, son los que mayor desarrollo presentan en las respectivas industrias. En este sentido, el escaso relevamiento geológico que Colombia dispone para la mayoría de los minerales combinado con una presión impositiva mayor que aquella de los países líderes, crean un escenario alejado del ideal para los inversionistas.

Para ilustrar la manera en que el *government take* puede cambiar a raíz de fluctuaciones en los precios de los *commodities*, hemos realizado un análisis de sensibilidad tomando el cobre como ejemplo. El mismo refleja los cambios en la TPET a medida que cambia el precio del cobre con respecto a nuestro caso base. Se utilizaron para la simulación precios 15% más bajo que el original así como 15%, 30% y 45% superiores. Los resultados se encuentran en la diapositiva siguiente:

Figura 2.24: Análisis de sensibilidad



Este análisis muestra que el régimen impositivo de Colombia para el cobre es considerado regresivo, en el sentido que el porcentaje de TPET baja cuando sube la rentabilidad – esto es cierto también para los otros regímenes, aunque en menor medida. Esta conclusión también es válida para los demás minerales analizados.

En términos de teoría fiscal esto puede interpretarse como que el régimen no es neutral y afecta las decisiones marginales de producción. Esta característica tiene un efecto relevante en una explotación minera en la cual el tenor del mineral disminuye paulatinamente. Un esquema impositivo no neutral puede elevar artificialmente el grado de corte y disuadir el desarrollo de producciones marginales.

2.7 PIB minero

2.7.1 Resumen de análisis de PIB minero

Resumen de Análisis de PIB Minero

- Chile es el país en el cual la actividad minera posee la más alta importancia, aun cuando ha ido disminuyendo en el tiempo.
- La actividad minera para Colombia está en el rango de 2,6%, lo que es bajo en comparación a otros países. Sin embargo, este análisis muestra que existe una oportunidad para Colombia para que la actividad minera influencie positivamente su PIB total.
- Un PIB minero muy elevado no necesariamente es algo deseable para un país dada la dependencia y vulnerabilidad a los ciclos de precios bajos de minerales que esto puede crear. Por otra parte, la industria minera tiene un efecto positivo (“encadenamientos”) en muchos otros sectores de la economía de un país.
- Colombia tiene potencial y es sensible que fije una meta para el largo plazo que sea realizable y persiga objetivos concretos. Se debe tener en cuenta que la industria minera tiene un ciclo de desarrollo prolongado por lo tanto no se puede esperar un crecimiento acelerado del PIB minero en el corto plazo.

2.7.2 Contexto del PIB minero

La minería es una de las actividades relevantes en la economía mundial. A nivel de Latinoamérica y el Caribe, ésta representó un 6,8% del PIB en el año 2000 (moneda 2005) y las estadísticas al año 2012 muestran una baja de este indicador a un 5,4%, sin embargo el PIB minero creció un 16% durante el periodo 2000-2012.

Es importante mencionar que el PIB minero y las estadísticas de PIB por país son producidas por cada país y dependiendo del país que las genere y su metodología, pueden incluir o no ciertas actividades, razón por la cual en distintas bases de datos oficiales los valores pueden diferir. Esto es exactamente lo que ocurre al contrastar las cifras informadas por algunos países con las cifras entregadas por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), que actúa bajo la órbita de las Naciones Unidas. Las discrepancias se deben principalmente debido a que la CEPAL incorpora en esta categoría la producción de petróleo y gas lo que, en algunos países, tiene una importancia relevante en la economía. Entendemos que Colombia reporta sus estadísticas de manera separada a nivel interno, sin embargo, como una manera de poder presentar cifras que sean representativas y que permitan la comparación entre ellas a nivel de países (objetivo de esta sección), se utilizarán las estadísticas de la CEPAL.

Dado lo anterior y teniendo en consideración que para el desarrollo de esta sección la UPME ha requerido comparar y proyectar la información de Brasil, Chile, Perú, México y Colombia es que consideraremos las estadísticas proporcionadas por la CEPAL como válidas para el análisis de la evolución histórica del indicador. Entendemos que estas cifras incluyen la industria de petróleo y gas, sin embargo, dado que el propósito de esta sección es poder comparar la importancia relativa del PIB minero Colombiano, es que consideramos que las estadísticas proporcionadas por la CEPAL permiten la realización de dicho ejercicio. Las estadísticas proporcionadas por cada país serán consideradas a modo referencial según sea el caso. Utilizando esta metodología aseguraremos estar midiendo de la misma manera a cada uno de los países involucrados en este ejercicio, evitando así errores de medición o errores en la definición de cada uno de los indicadores utilizados.

De manera de poder complementar el análisis futuro, se incorporó la medición que realiza el Banco Mundial denominada Renta Minera sobre PIB, la cual no considera petróleo y gas y básicamente mide el margen de la industria minera (valor de venta menos costos total de procucción).

Consideramos que utilizar esta medición para las proyecciones hace la comparación y el modelamiento más simple y robusto.

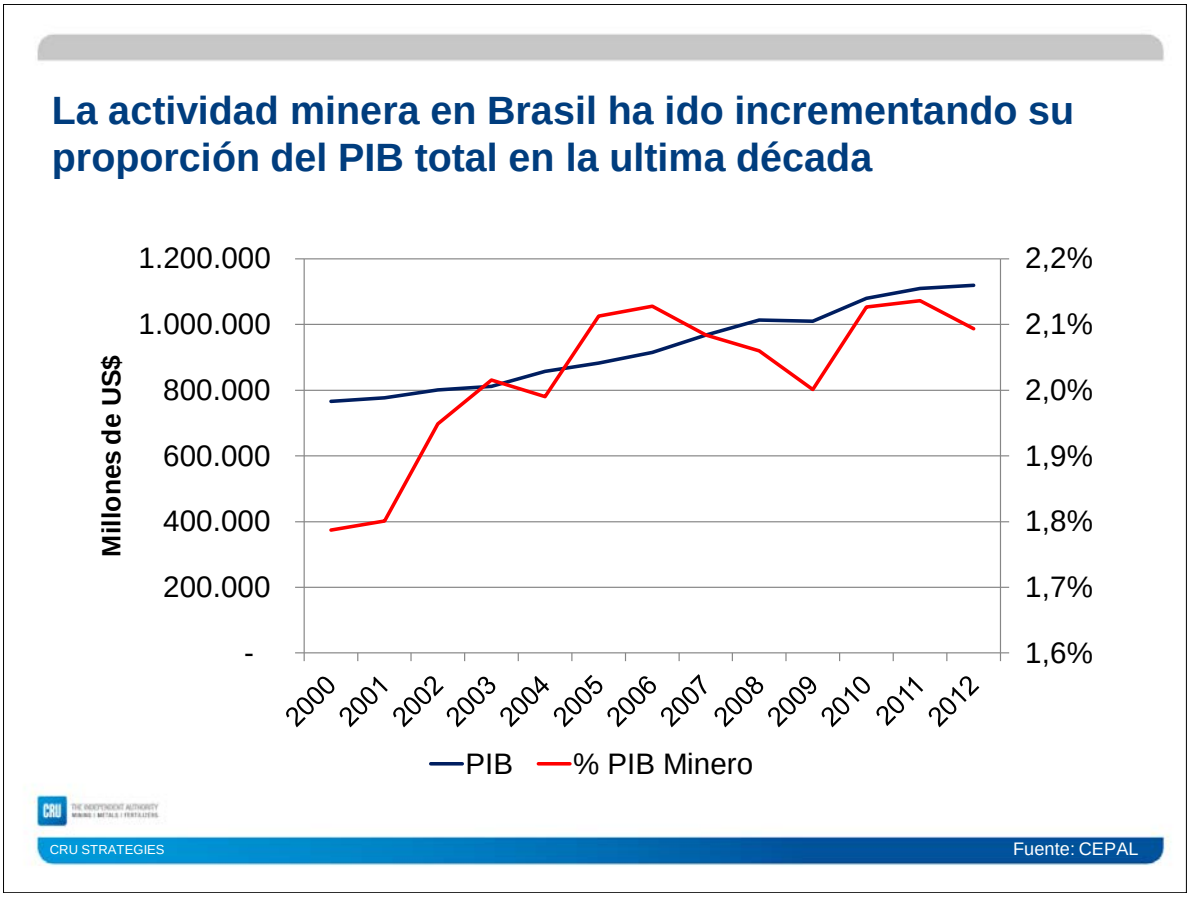
2.7.3 Evolución histórica del PIB minero por país

El PIB minero por país informado en esta sección es el que se recoge de la base de datos publicada por la CEPAL bajo la partida "Explotación de Minas y Canteras" y todos los valores están expresados en moneda de 2005.

2.7.3.1 Brasil

Brasil es un importante actor en la minería mundial, destacándose por poseer una riqueza natural variada que le permite ocupar un lugar de privilegio, entre otras, en las industrias del mineral de hierro, bauxita, niobio, tantalio, manganeso y níquel.

Figura 2.25: La actividad minera en Brasil ha ido incrementando su proporción del PIB en la última década

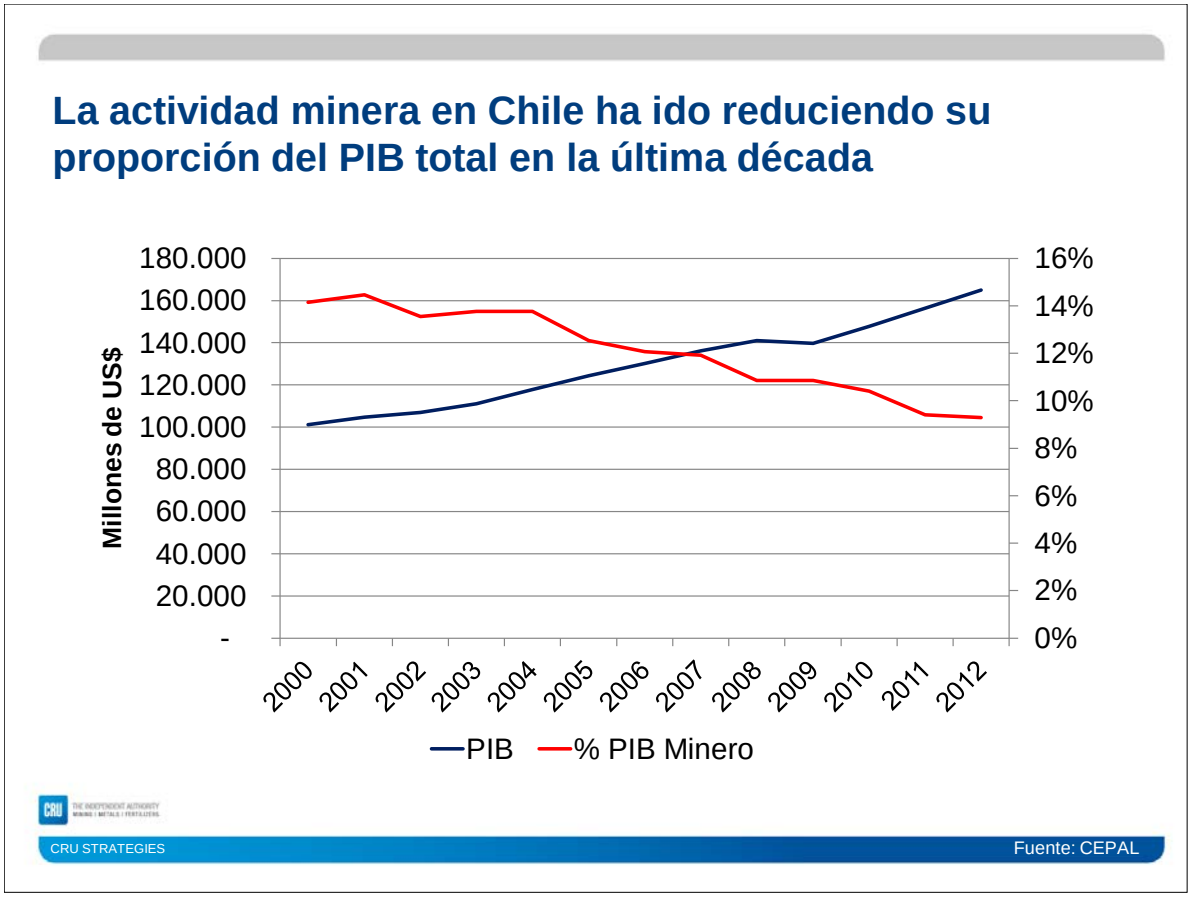


El PIB minero de Brasil ha crecido desde niveles de 1,79% del PIB total del año 2000 a niveles de 2,09% del PIB total en el año 2012. Eso ha significado no solo un crecimiento relativo en comparación al PIB total sino que un crecimiento neto de US$9.733 millones en el mismo periodo (crecimiento de 71%). La baja en el PIB minero de los años 2008 y 2009 se debe a la crisis financiera mundial, la que afectó a nivel general el precio de prácticamente todos los *commodities*.

2.7.3.2 Chile

Aún cuando Chile produce hierro, fertilizantes, oro, plata y molibdeno (entre otros minerales) el principal producto que condiciona el PIB minero del país sin lugar a dudas es el cobre. Chile es el principal productor de cobre a nivel mundial con aproximadamente un tercio del volumen total.

Figura 2.26: La actividad minera en Chile ha ido reduciendo su proporción del PIB en la última década



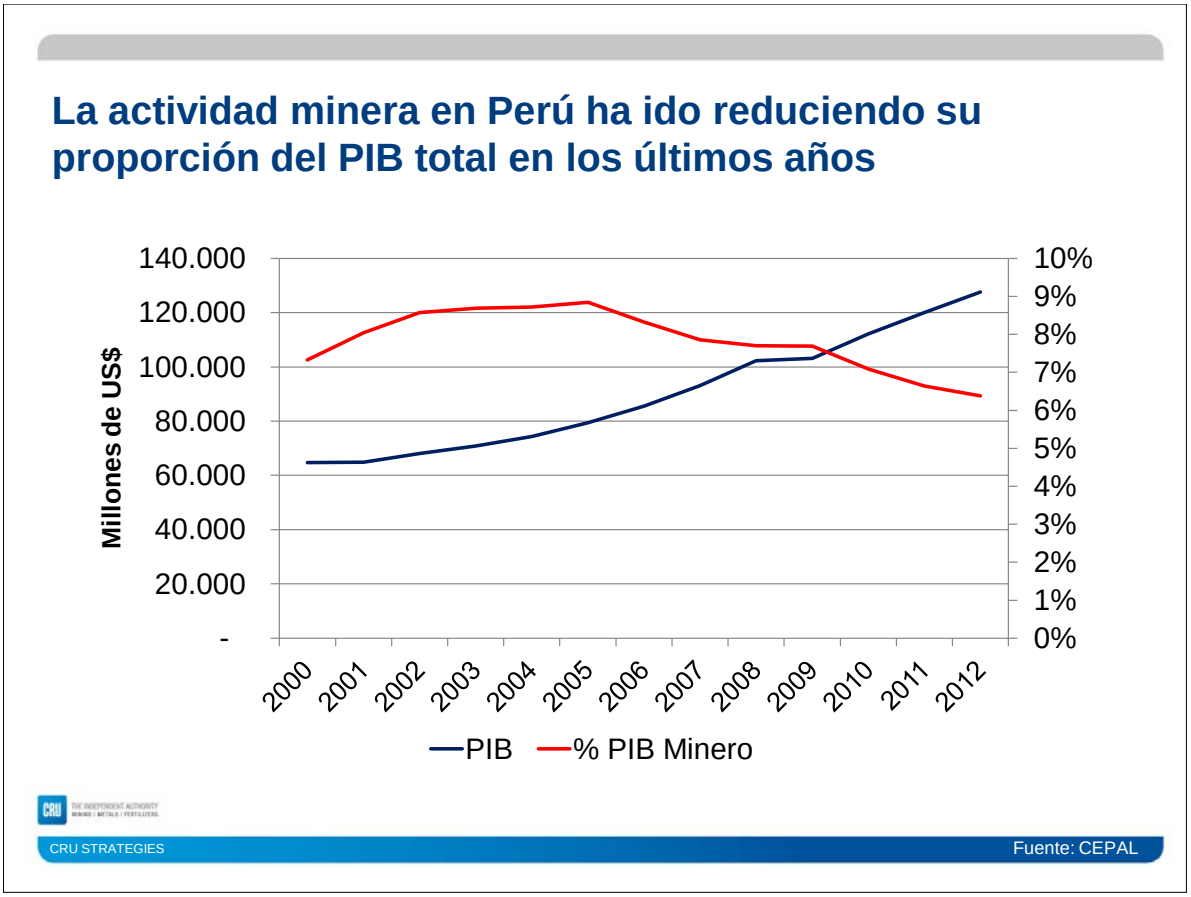
Chile se puede considerar como un país minero propiamente dicho, en el cual el cobre ha sido el principal motor de la economía por varias décadas. Esto mismo ha generado el surgimiento de otras

industrias (por ejemplo, el *retail*) que de cierta manera han reducido la importancia relativa de la minería en el contexto nacional. En términos de crecimiento, el PIB minero solo muestra un crecimiento de 0,6% anual en el periodo 2000-2012, el segundo más bajo dentro de los países de la muestra. A pesar de lo anterior, la industria minera es muy importante para el país, tal como lo refleja la lámina anterior.

2.7.3.3 Perú

Perú posee una gran variedad de productos mineros debido principalmente a que sus depósitos son polimetálicos, es decir tienen más de un mineral en un mismo cuerpo mineralizado. Este es el caso para depósitos de oro y plata y depósitos de zinc y plomo.

Figura 2.27: La actividad minera en Perú ha ido reduciendo su proporción del PIB en los últimos años



Al igual que Chile, el PIB minero de Perú representa un porcentaje relevante de su PIB total por lo menos hasta el año 2009-2010. Es más, en términos de crecimiento, el PIB minero de Perú se

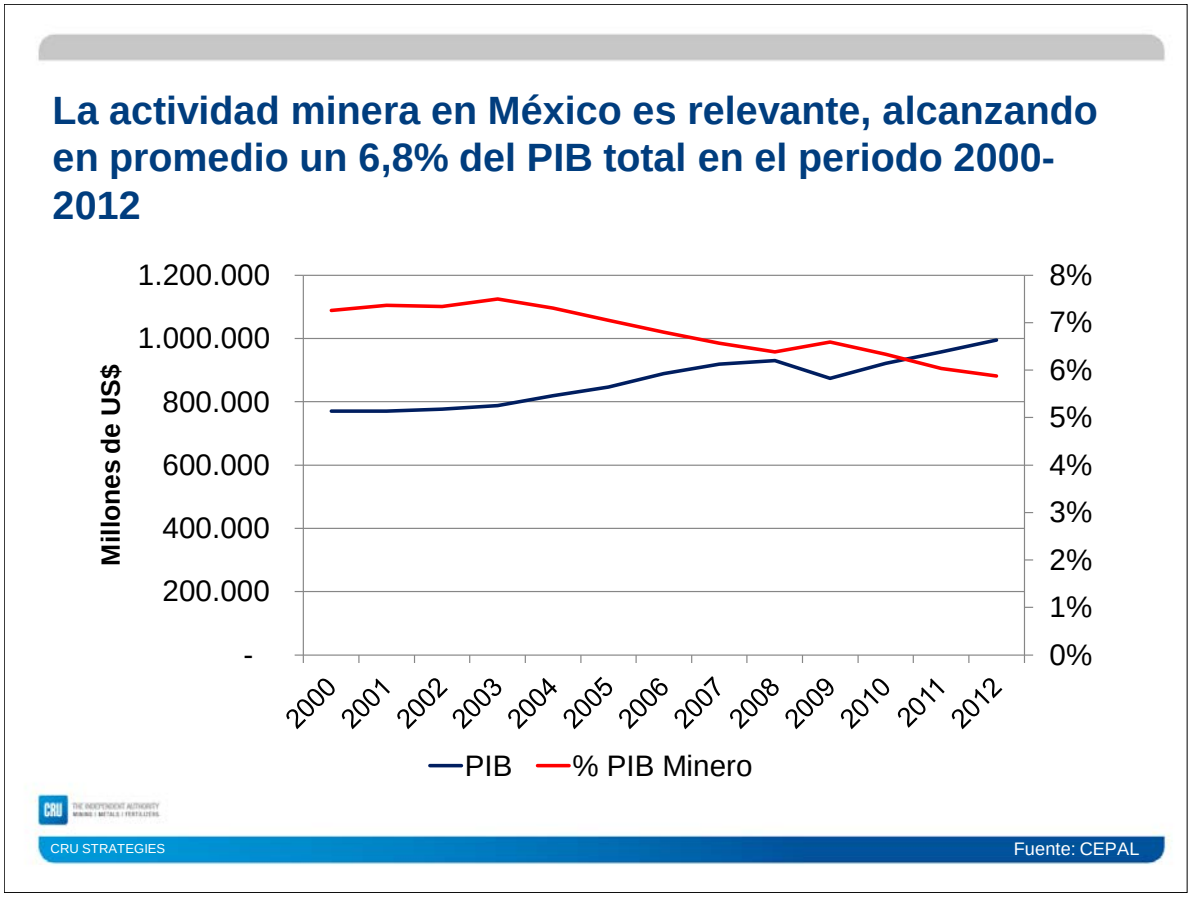
encuentra entre los que más ha crecido en la última década con un 4,6% por año. Sin embargo, en los últimos años ha disminuido su importancia relativa pero siempre mostrando crecimiento neto: ha aumentado en US$212 millones en el periodo 2009-2012.

2.7.3.4 México

La actividad minera en México es un componente importante de su economía y está influenciada principalmente por la producción de petróleo, la cual llegó a más de 1.000 millones de barriles en el año 2008 (2.74 millones de barriles por día).

Es importante mencionar que aún cuando el PIB minero de México es relevante (US$ 58.450 millones al 2012) y es el más importante en comparación a los países analizados, su crecimiento no ha sido significativo. De hecho, sólo ha crecido un 0,4% anual en el periodo 2000-2012.

Figura 2.28: La actividad minera en México es relevante, alcanzando en promedio un 6,8% del PIB total en el período 2000-2012



2.7.3.5 Colombia

En el caso específico de Colombia, el PIB minero se ve influenciado por la producción de carbón y níquel, los dos principales minerales actualmente explotados en el país.

Tal como se mencionó al inicio de esta sección, las estadísticas de la CEPAL difieren de las estadísticas informadas por Colombia y debido a que la definición que da cada país a este ítem puede ser distinta es que, para efectos comparativos, se utilizaron las estadísticas de la CEPAL. Sin embargo, dado que para el caso de Colombia contamos con estadísticas oficiales, se trabajará con ellas en vez de las entregadas por la CEPAL.

En la siguiente lámina se puede apreciar que la actividad minera de Colombia es baja en comparación a países que se podrían considerar como mineros, como el caso de Chile, en el cual el PIB minero alcanza rangos del 10%.

Por otro lado, el PIB minero Colombiano no ha crecido como porcentaje del PIB total y se ha mantenido en torno al 2,3% desde el año 2003, lo que puede considerarse como positivo en comparación a países como Chile, México y Perú en los cuales se aprecia una tendencia a la baja desde principios o mediados de la década del 2000.

Figura 2.29: La actividad minera en Colombia es baja con respecto al PIB y no ha mostrado crecimiento



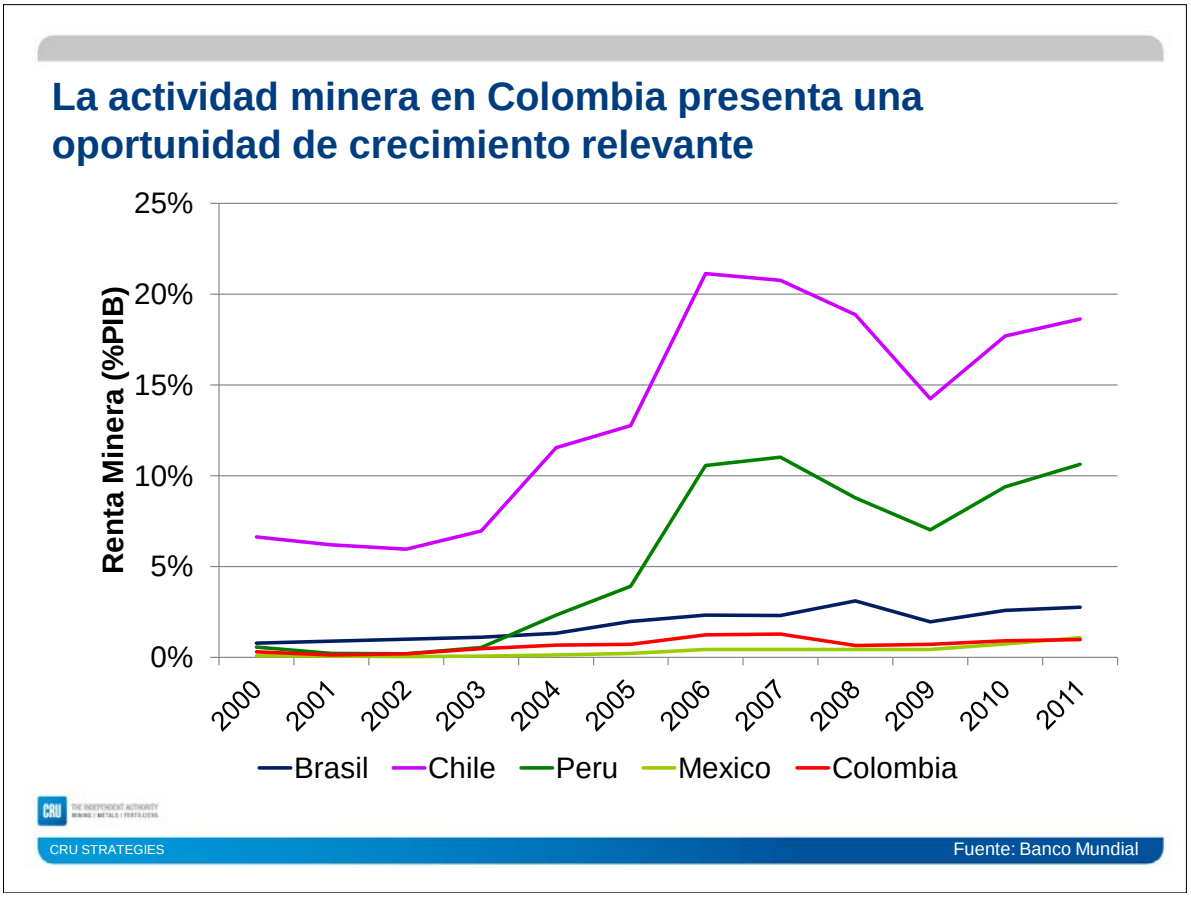
2.7.4 Proyección de PIB minero por país

Dado que las estadísticas de PIB minero entregadas por la CEPAL difieren de las entregadas por Colombia en particular, se podría extrapolar esta situación al resto de los países involucrados por lo que el comparar el %PIB minero de Colombia con el resto de los países de la muestra podría estar llevando a errores.

Para solucionar esta problemática de reporte de datos y estadísticas, utilizaremos las estadísticas informadas por el Banco Mundial bajo la clasificación de Medio Ambiente y denominada Rentas Mineras (%PIB), la que posee la siguiente definición: “La renta del mineral es la diferencia entre el valor de producción para la existencia de minerales a precios mundiales y su costo total de producción. Los minerales que se incluyen en el cálculo son estaño, oro, plomo, zinc, hierro, cobre, níquel, plata, bauxita y fosfato”. Si bien en estas estadísticas se está dejando fuera el carbón, producto importante para la minería en Colombia, creemos que el efecto comparativo tiene sentido,

ya que las rentas mineras de Colombia entregadas por el Banco Mundial, aún cuando estarían siendo conservadoras, no superan el 2%. En comparación con los altos montos cercanos al 10% y al 20% que presentan Brasil y Chile, Colombia queda en la parte inferior del grafico incluso si este valor está sub-dimensionado. La siguiente lámina muestra la renta minera de cada uno de los países de la muestra.

Figura 2.30: La actividad minera en Colombia presenta una oportunidad de crecimiento relevante

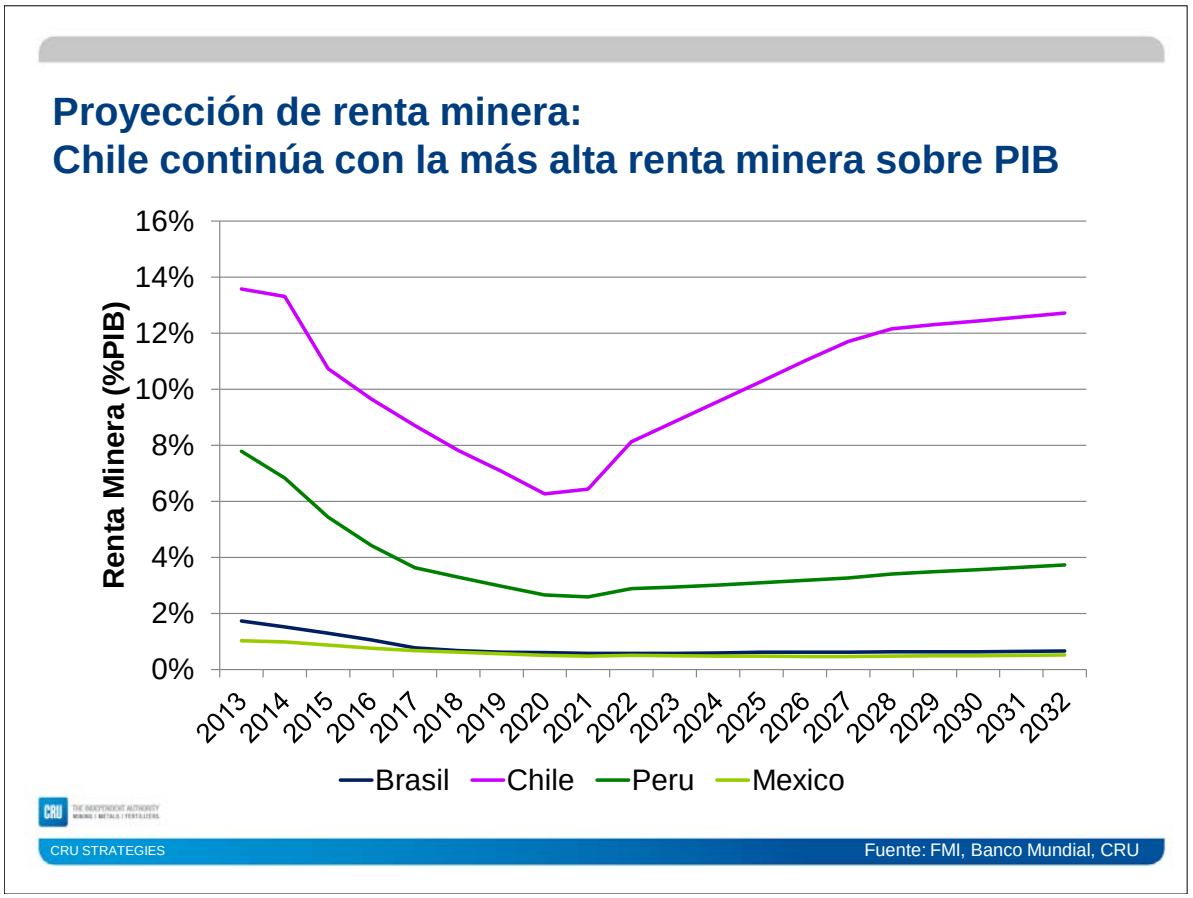


Es importante destacar que a la luz de las estadísticas existe una oportunidad para Colombia de poder llevar la relevancia de su sector minero a los niveles mostrados por Chile, Perú y en menor medida Brasil.

La siguiente lámina fue confeccionada mediante un modelo de proyección de renta minera basado en los principales productos mineros de cada uno de los países, tomando en consideración la definición del Banco Mundial y los minerales estratégicos que este estudio abarca. Es decir, se

consideró la intersección de ambos conjuntos. Para Chile se utilizó como indicador el cobre, para Brasil el hierro y para Perú y México el cobre y oro.

Figura 2.31: Proyección de renta minera



Basado en la descripción anterior, se puede concluir que la actividad minera de Chile seguirá siendo relevante y luego de una caída constante del precio del cobre hacia 2021, se debería recuperar debido a las mejores perspectivas de precio internacional.

Lo anterior sirve de referencia para Colombia, en caso que desee fijar un objetivo de crecimiento de su industria minera en el largo plazo. En este sentido, es importante destacar que no necesariamente un PIB minero demasiado elevado es algo deseable para un país dada la dependencia y vulnerabilidad a los ciclos de precios bajos de minerales que esto puede crear. Países como Chile, por ejemplo, intentan diversificar su economía desarrollando otras industrias, de manera de asegurar un crecimiento sustentable en el largo plazo. No se debe olvidar que la minería, por definición, es una actividad finita dado el carácter agotable de los recursos naturales.

Por otra parte, la industria minera tiene un efecto positivo (“encadenamientos”) en muchos otros sectores de la economía de un país, desde las empresas proveedoras hasta los comercios que se benefician del poder adquisitivo de los trabajadores y, en última instancia, su influencia se puede extender a toda la sociedad a través de la redistribución de los ingresos extraordinarios que los Gobiernos reciben.

Finalmente, CRU entiende que el Gobierno de Colombia desea establecer algún tipo de objetivo en términos de PIB minero en el mediano o largo plazo. Este estudio remarca el potencial minero que existe en Colombia por lo que se estima saludable la intención del Gobierno de desarrollar la industria. Como se señaló, si se logra un crecimiento sostenible definitivamente tiene un impacto positivo en muchos otros sectores.

Sin embargo, es importante destacar que al momento de fijar una meta, ésta sea realizable y persiga objetivos concretos. Colombia es un país con una economía importante y considerablemente diversificada y la industria minera tiene horizontes de desarrollos prolongados por lo que será difícil ver una explosión del PIB minero en el corto plazo.

Capítulo 3 – Mercado del Cobre

3.1 Resumen general del mercado

RESUMEN DEL MERCADO

- **Características claves**

  El mercado mundial de cobre alcanzó los US$157 mil millones en el año 2012, equivalentes a 19,8 millones de toneladas de cobre.

  En términos de la demanda, el cobre posee múltiples usos, dado que es un excelente conductor de calor y electricidad en su forma pura, además de ser maleable y dúctil. Sus usos principales incluyen tuberías, electrónica, ingeniería estructural, aplicaciones biomédicas y en aleaciones. Hoy en día, las industrias consumidores principales del cobre son la construcción, los bienes de consumo y la transmisión de energía eléctrica. Estos tres sectores constituyen un 61% de la demanda total. En el futuro se espera ver nuevos usos dentro del ámbito de energía renovable y dentro de aplicaciones biomédicas debido a sus propiedades germicidas.

  Por el lado de la oferta, existen dos fuentes: cobre extraído y cobre reciclado. En este momento las materias secundarias proporcionan un 18,5% de la producción refinado y se estima que esta proporción aumentará a un 25% antes del año 2032. La producción potencial futura estará concentrada en América Central y del Sur: la región proporciona un 44% de la producción de proyectos conocidos.

  En términos de precio, el año 2012 cerró con un promedio US$7.950 por tonelada. De acuerdo a los fundamentos del mercado CRU prevé una tendencia a la baja hasta 2021.

- **Cambios recientes y en desarrollo**

  La industria de cobre se encuentra finalizando de un período de precios históricamente altos: en 2011 el precio de cobre llegó a su punto máximo: más de US$10.000 por tonelada. El alza pronunciada de los precios fue provocado por una fuerte demanda de los países emergentes, combinado con un período de baja inversión en recursos de cobre hace 10 años. Actualmente, el mercado está a punto de entrar en un período de exceso de oferta y precios descendentes, ya que muchas operaciones nuevas se van a poner en marcha en los próximos 5 años, resultado de la inversión minera impulsada por los altos precios observados entre 2005 y 2008.

Otra tendencia importante dentro de la industria es el control de costos. Frente a un período de precios a la baja y la continuación de la crisis financiera, muchas de las grandes mineras han declarado que su meta no es el aumento de producción, sino la maximización de los márgenes de las operaciones existentes. Se espera que esta tendencia se mantenga en el futuro próximo.

- **Oportunidades / riesgos**

  Los recientes altos precios del cobre fueron la consecuencia de una alta demanda, especialmente de Asia, combinado con una escasez de la oferta. Sin embargo, a partir de 2015 se estima que habrá un exceso de la oferta, lo cual presionará a la baja el precio. Sin embargo, en el mediano / largo plazo se espera volver a una situación de oferta ajustada teniendo en cuenta la solidez de la demanda (principalmente China) y las dificultades de puesta en marcha de nuevos proyectos.

  Es importante destacar que el cobre ha resistido bien los efectos de la crisis financiera, lo cual es una buena indicación de su desempeño futuro y hace que sea una perspectiva de inversión favorable.

- **Acceso al mercado / Barreras de entrada**

  La principal barrera de entrada es el costo y el plazo de desarrollo de un yacimiento de cobre. Además, el procesamiento del mineral para obtener el cobre puro requiere un alto nivel de conocimiento técnico. Por estas dos razones, los proyectos de cobre tienden de ser a gran escala. Por otra parte, la industria tiene un alto nivel de integración vertical, con diez empresas grandes controlando un 50% de la producción minera y un 42% de la producción refinada.

La industria del cobre es la industria más grande de metales base del mundo. El cobre refinado es el producto final de un largo proceso que incluye exploración, extracción, procesamiento y refinación. Una vez refinado el cobre es transformado en varios productos semi-elaborados - alambre, alambrón, barras y secciones, lámina, cinta, placa y tubo – antes de su uso final en las industrias de construcción, automóviles y fabricación, y en arquitectura y otras aplicaciones.

Las propiedades principales del cobre son su maleabilidad y ductilidad. Asimismo, es un excelente conductor del calor y electricidad en su forma pura. Cobre es repelente al agua, y no se oxida en la misma manera que el acero y el hierro. Más bien, cuando está expuesto al aire forma una delgada capa de óxido (una patina verde), que puede proteger al metal durante cientos de años. Otra ventaja de esa propiedad anticorrosiva es que el cobre puede reciclarse varias veces sin perder su desempeño.

Además, el cobre es germicida y tiene la capacidad de eliminar a los agentes patógenos, destruyendo un 99,9% de las bacterias tras dos horas de exposición, por lo cual se puede utilizar para purificar agua o para fabricar superficies antimicrobianas para hospitales.

En 2012 el consumo mundial de cobre alcanzó 19,8 millones de toneladas. Si se aplica el precio promedio del mismo año ($7.950/t) a dicho consumo, el mercado alcanzó un valor de unos US$157 mil millones. El precio del cobre, como el de muchos otros metales, sigue un patrón cíclico. Cada ciclo dura entre generalmente entre 8 y 10 años, ya que el plazo de respuesta del mercado a los cambios de demanda es equivalente al tiempo necesario para desarrollar un yacimiento de cobre.

Los principales minerales extraídos de cobre son calcopirita, bornita y malaquita. El tipo de mineral determina el método de procesamiento: los sulfuros de cobre son transformados en concentrado de cobre, luego el concentrado pasa por un proceso pirometalúrgico de fundición y electrorefinación. Los óxidos de cobre, por su parte, pasan por un proceso hidrometalúrgico de lixiviación y electro-obtención. Cabe destacar que un 80% de la producción minera de 2012 procedió de sulfuros. Ver sección 1.3.3 para una explicación más detallada de los procesos.

La producción de cobre refinado llegó a 20,1 millones de toneladas en 2012 y la producción minera a 16,6 millones de toneladas. Como se puede observar en la tabla a continuación, es una industria con un alto nivel de integración vertical, dado que cinco empresas contribuyeron una proporción importante tanto a la producción de cobre refinado como a la producción minera en 2012: Codelco, Freeport McMoRan, BHP Billiton y Grupo México. Las diez empresas más grandes controlan un 50% de la producción minera y un 42% de la producción refinada.

Tabla 3.01: Proporciones de producción

Producción minera, 2012

Empresa	Producción (millones de toneladas)	% de producción total
Codelco	1.750	11%
Freeport-McMoRan	1.345	8%
BHP Billiton	1.198	7%
Grupo Mexico	699	4%
Rio Tinto	583	4%
Anglo American	554	3%
KGHM	537	3%
Glencore	530	3%
Antofagasta	503	3%
Xstrata*	502	3%
Producción minera total	**16.553**	

Producción de cobre refinado, 2012

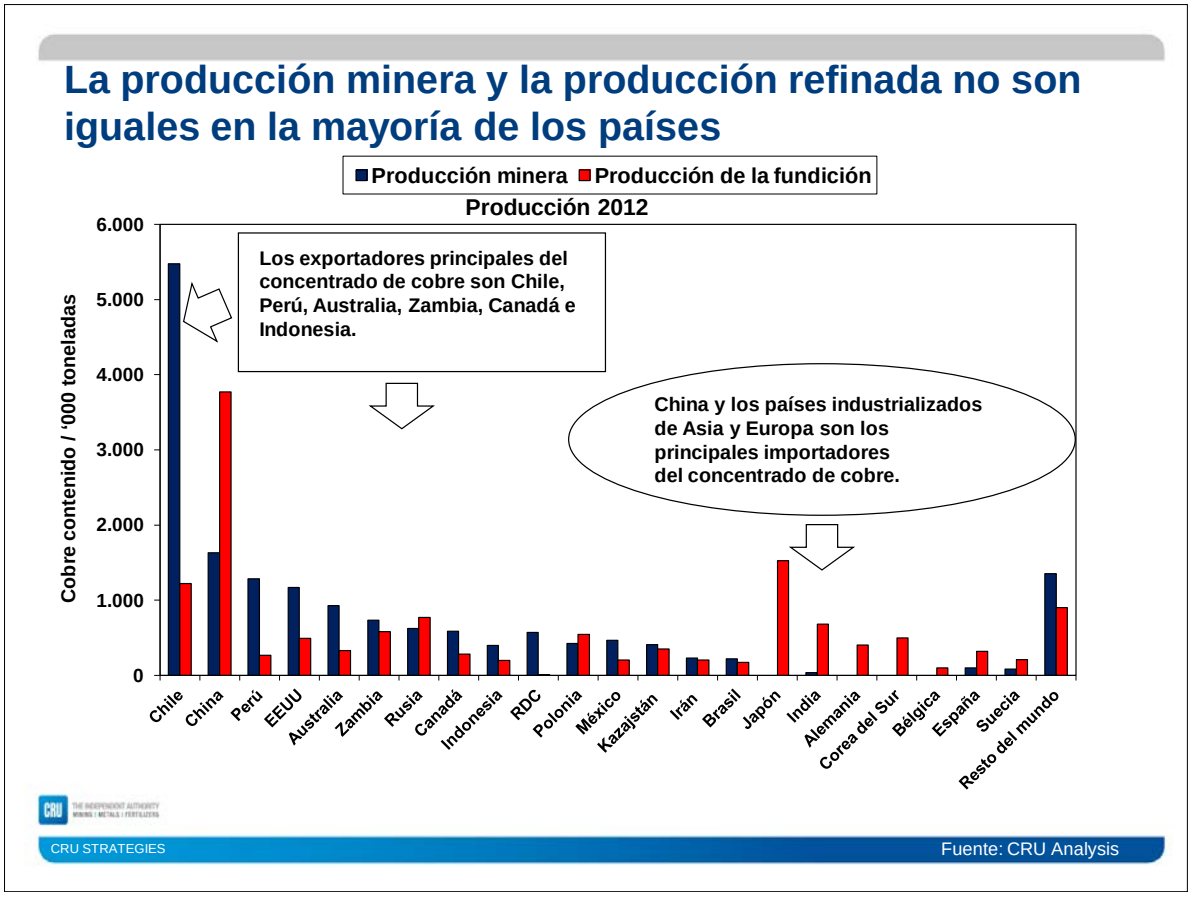
Empresa	Producción (millones de toneladas)	% de producción total
Codelco	1.493	8%
Aurubis	1.147	6%
Freeport-McMoRan	1.049	5%
Jiangxi Copper	1.026	5%
Grupo Mexico	646	3%
NICICO	608	3%
KGHM	604	3%
Tongling	592	3%
BHP Billiton	591	3%
Nippon Mining	577	3%
Producción de cobre refinado total	**19.905**	

Fuente: CRU Analysis

*** Equivalente a la participación de Xstrata en la mina menos la porción de su empresa matriz, Glencore.**

Sin embargo, el nivel de integración en el sector va bajando. En el pasado las fundiciones eran construidas en las regiones de producción, pero muchas de esas reservas ya se han agotado. Hoy en día existe la tendencia de construir las fundiciones cerca del mercado. Por ejemplo, la capacidad de fundición actual de China es cuatro veces más grande que la del año 2000, subiendo de 1,4 millones de toneladas en 2000 a 5,6 millones de toneladas en 2012. En cambio, la capacidad europea creció solo un 14% durante el mismo periodo, de 3,3 millones de toneladas en 2000 a 3,7 millones de toneladas en 2012. Como consecuencia de esta tendencia, ha existido un fuerte crecimiento en el comercio de concentrados de cobre.

Figura 3.01: La producción minera y la producción refinada no son iguales en la mayoría de países

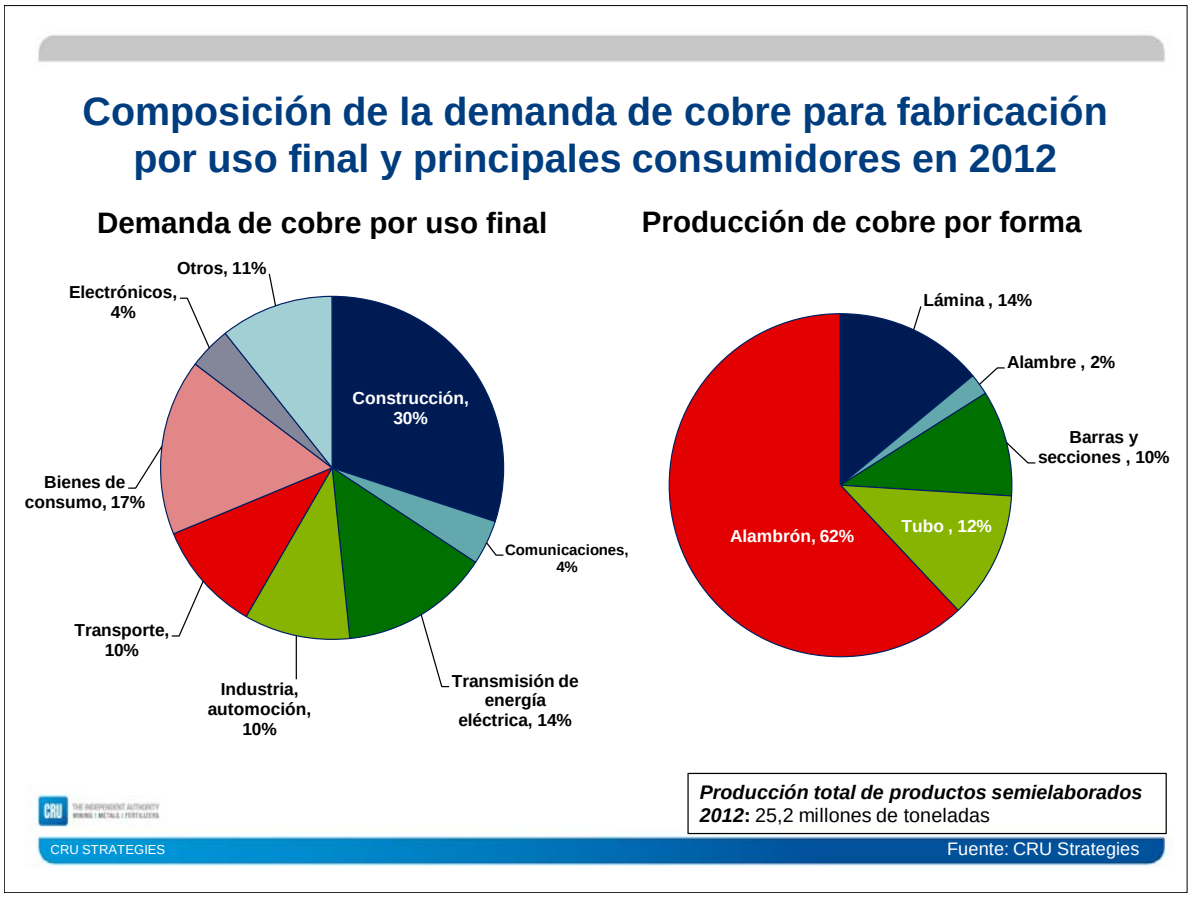


3.2 Estructura y caracterización de la demanda en Europa, Asia y Las Américas y El Caribe

3.2.1 Determinantes de la demanda

La demanda del cobre depende de varios factores: la demanda de los productos que tienen componentes de cobre; si esos componentes de cobre podrían ser fabricados a partir de otros materiales; y el precio de cobre comparado con estos otros materiales. Además, el estado de desarrollo de un país afecta mucho su consumo de cobre, ya que el proceso de industrialización requiere altas cantidades de este metal. Se espera que el uso eléctrico y electrónico de cobre sea el motor principal de la demanda en el futuro, impulsado por el uso de cobre en productos de alta eficiencia energética y la demanda asiática de productos electrodomésticos y electrónicos.

Figura 3.02: Composición de la demanda de cobre para fabricación por uso final y principales consumidores en 2012



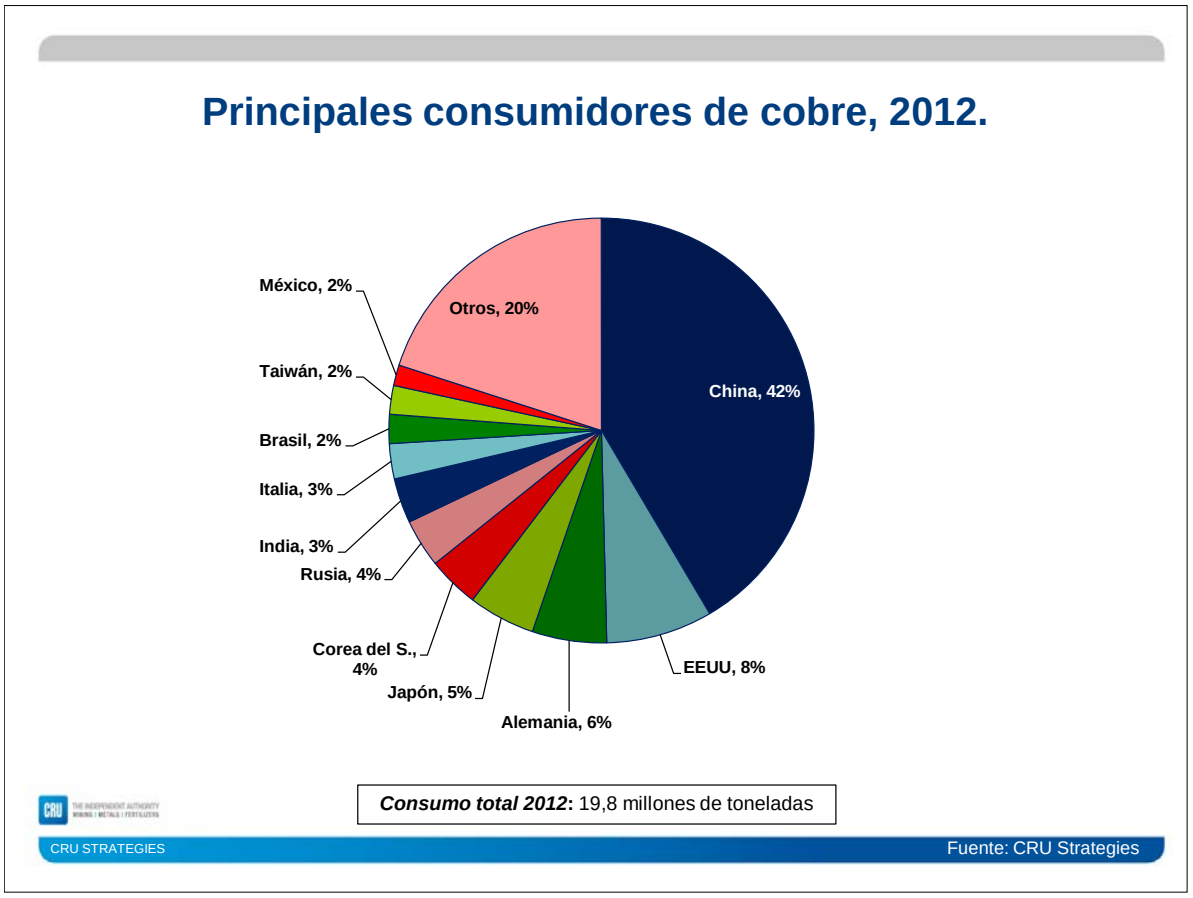
Hoy en día, gran parte de su producción proviene de la minería pero el reciclaje del cobre debería aumentar mientras más bienes con contenido de cobre sean desmantelados y reemplazados. CRU anticipa que el consumo de chatarra en fundiciones/refinerías crecerá con una CAGR (la tasa de crecimiento anual compuesto) de 3,5% entre 2010 y 2025 para alcanzar un 18,9% de la producción refinada.

3.2.2 Demanda en base de usos finales

Actualmente, los usos principales del cobre incluyen: tuberías (sobre todo en fontanería y aire acondicionado), electrónica (por ejemplo alambre de cobre, generadores y transformadores), ingeniería estructural, productos domésticos, monedas, aplicaciones biomédicas y en aleaciones como latón y bronce. Más aún, existe un uso relativamente nuevo para el cobre dentro del ámbito de la generación de energía renovable. Un automóvil a petróleo contiene 22 kg de cobre, mientras que los vehículos eléctricos, al menos, triplican esa cantidad, principalmente en alambres y otros componentes eléctricos. Los sistemas de energía renovable también dependen en buena medida del cobre para transmitir energía con máxima eficiencia y mínimo impacto ambiental. Por ejemplo, una turbina eólica incorpora más de una tonelada de cobre mientras las celdas solares también dependen del cobre.

Como se destaca anteriormente en la sección 1.2.1, las principales industrias consumidoras principales del cobre son: la construcción; los bienes de consumo; y la transmisión de energía eléctrica. Estos tres sectores constituyen un 61% de la demanda total. Antes de ser utilizado por la industria, el cobre se convierte en productos semi-elaborados (alambre, lámina, barras y secciones, tubos y alambrón). El alambrón de cobre es el producto semi-elaborado que se produce en la mayor cantidad, con un 62% de la producción total de 2012.

Figura 3.03: Principales consumidores de cobre, 2012.



Como ya se ha dicho, cuando se habla del consumo de cobre de un país, se refiere al consumo de cobre refinado para elaborar productos semi-elaborados de cobre. Es decir, si un aire acondicionado se fabrica en Japón, pero los tubos de cobre dentro del producto se fabricaron en China, el consumo de cobre ocurrió en China, cuando el cobre refinado se convirtió en tubo.

En el largo plazo, se estima que la producción de productos semi-elaborados se trasladará a los países emergentes, principalmente debido a costos de producción y mano de obra más bajos.

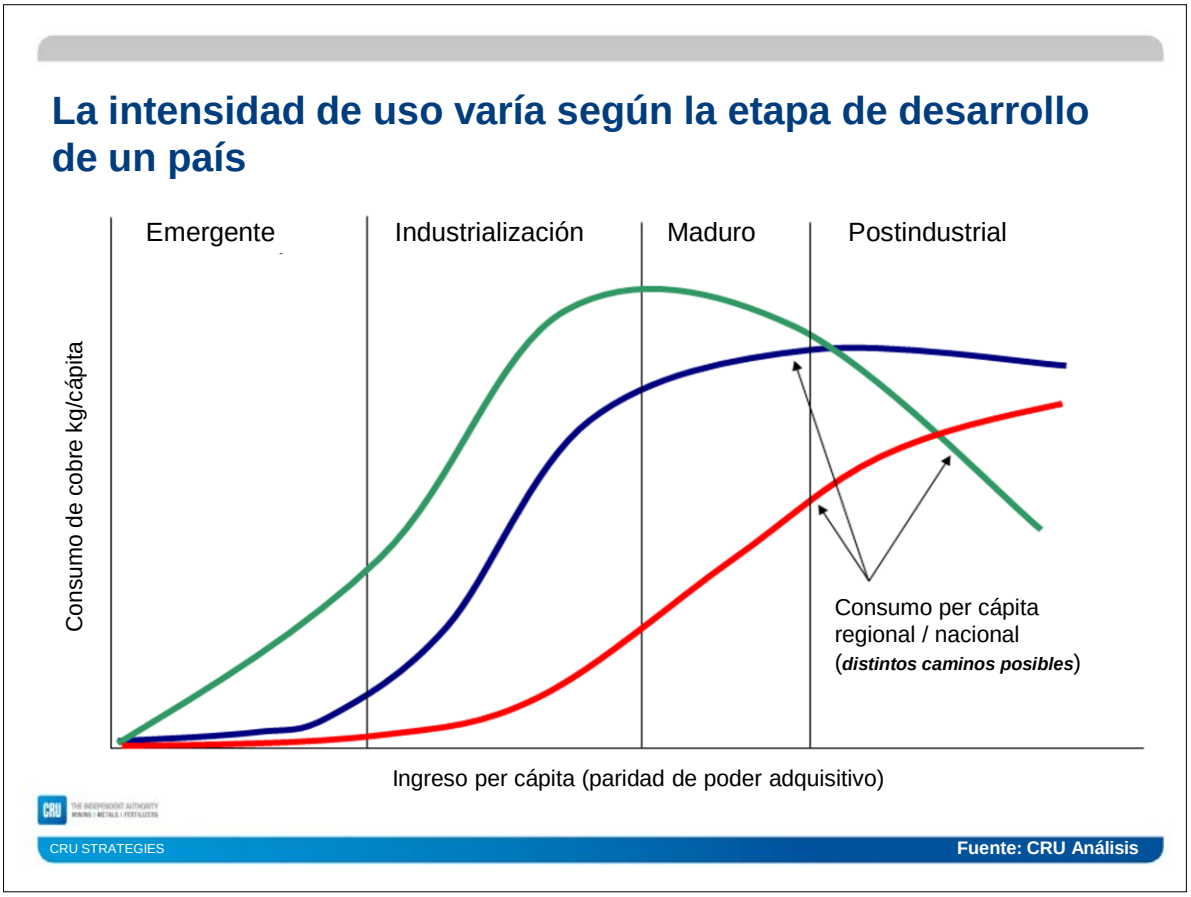
3.2.3 Intensidad de uso & el ciclo de desarrollo

Para determinar el consumo de cobre en el largo plazo tomamos en cuenta varios factores. Un factor importante es la relación entre el crecimiento del PIB y el consumo de cobre, es decir la intensidad de uso del cobre comparado con el PIB per cápita de un país (en paridad de poder adquisitivo PPA) y cómo esa relación se va modificando durante las distintas etapas de desarrollo de un país.

Si se examinan tendencias históricas, se puede ver que hay un aumento fuerte del consumo de cobre per cápita cuando un país pasa de una economía agraria a una fase industrial. La industrialización de un país exige un alto nivel de inversión en construcción e infraestructura y, en consecuencia, el uso de cobre se incrementa fuertemente (tuberías en edificios, vías férreas etc.).

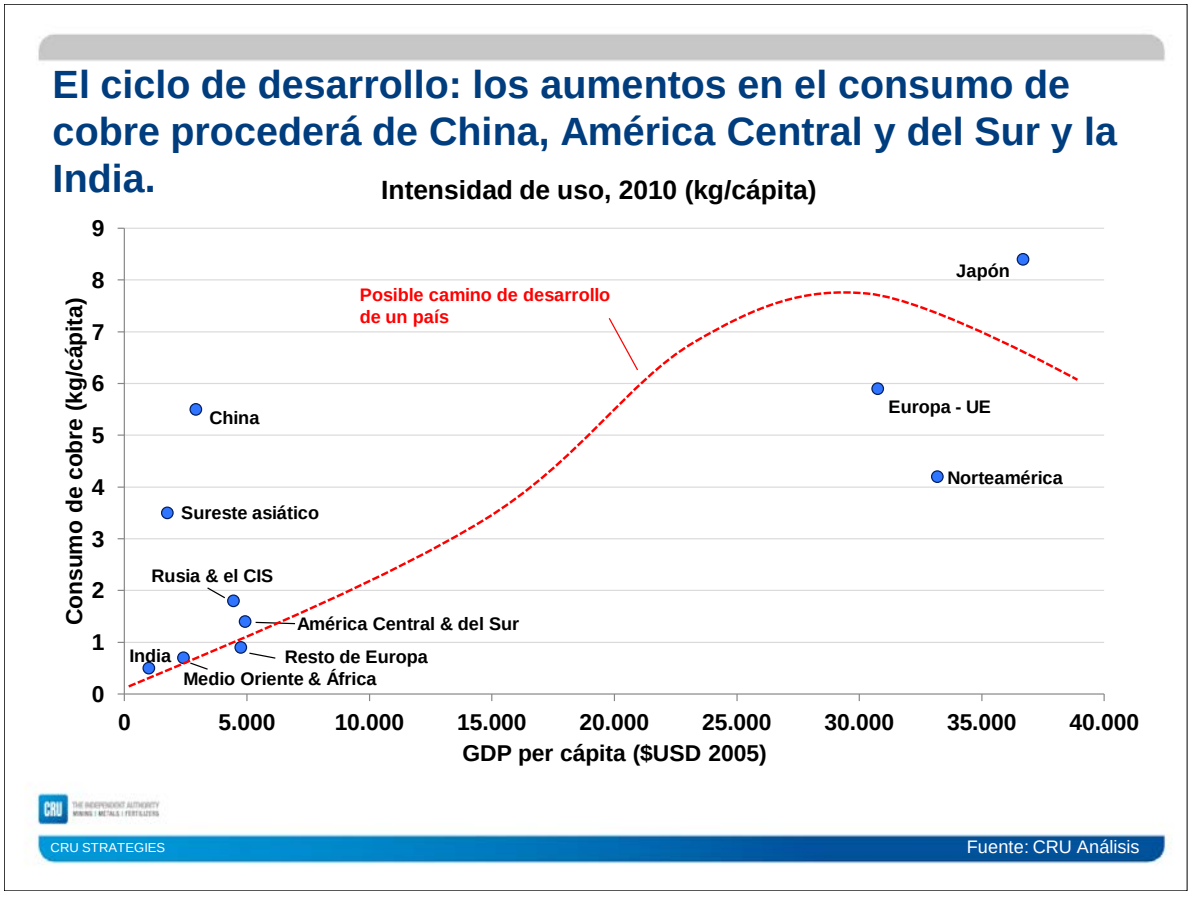
Sin embargo, el aumento de la intensidad de uso disminuye cuando una economía entra en la fase postindustrial, ya que esas economías, basadas en servicios y con un alto PIB per cápita, tienden a importar bienes manufacturados (electrodomésticos, autos etc.) de países con economías menos desarrolladas y con mano de obra más económica. Estas observaciones nos permiten determinar en qué punto del ciclo está un país y por lo tanto predecir cómo el consumo de cobre cambiará en el futuro.

Figura 3.04: La intensidad de uso varía según la etapa de desarrollo de un país



Como se puede observar en el siguiente gráfico, Japón, Europa y Norteamérica ya tienen economías bien desarrolladas (indicado por el PIB per cápita alto), por lo tanto la tasa de crecimiento de su consumo de cobre es muy bajo, y en algunos casos negativo. En cambio, las regiones emergentes, como India, América Central y del Sur tienen un ingreso per cápita y un consumo de cobre per cápita relativamente bajo. Por eso, tienen gran potencial de crecimiento, y se espera que China y Asia impulsen el crecimiento del consumo en el largo plazo.

Figura 3.05: El ciclo de desarrollo: los aumentos en el consumo de cobre procederá de China, América Central y del Sur y la India



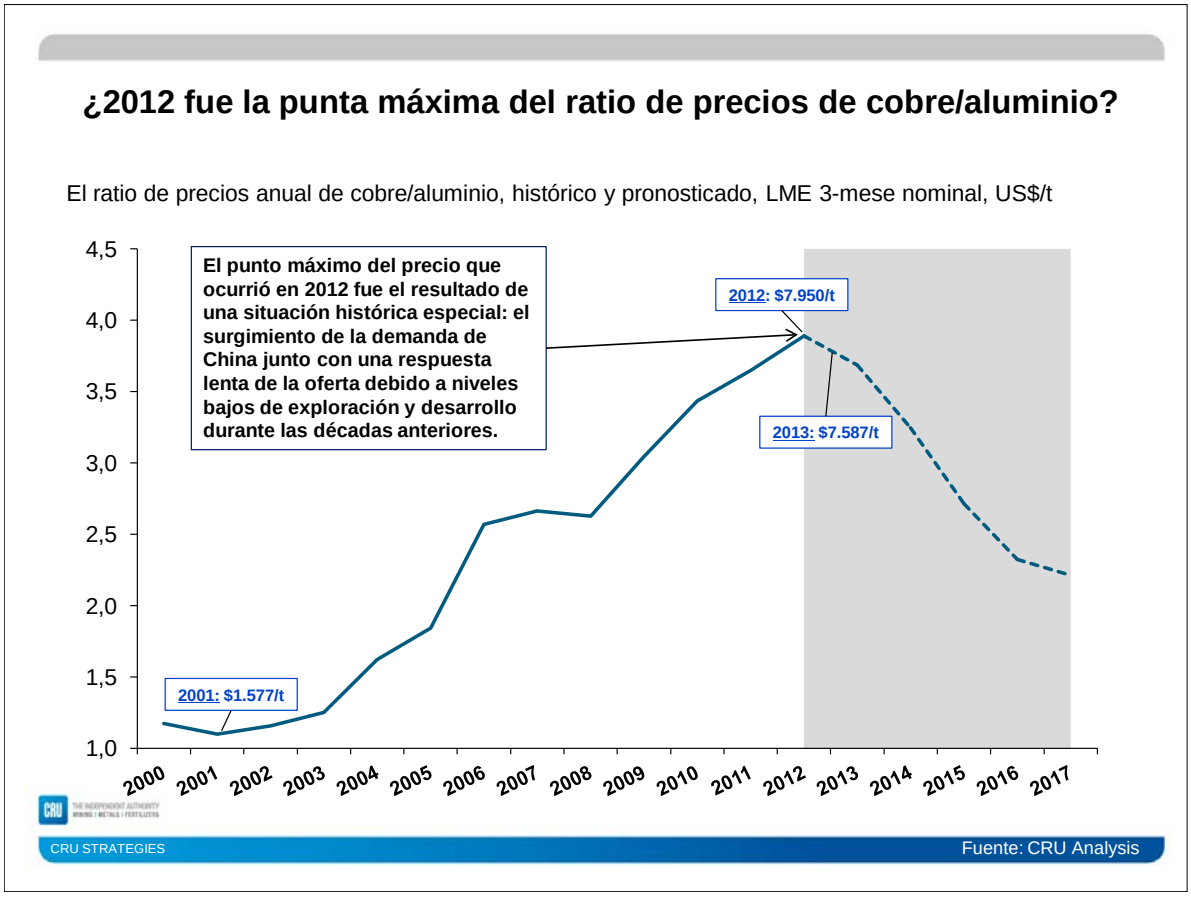
3.2.4 Sustitución & la elasticidad de la demanda

El cobre tiene varios sustitutos dependiendo de la aplicación: aluminio (en aplicaciones eléctricas e intercambiadores de calor), fibra óptica (en cables), plásticos (en tubería) y acero inoxidable (en aplicaciones médicas).

Cuando el precio de cobre es alto comparado con lo de sus sustitutos existe un incentivo más fuerte de sustituirlo por otros materiales, así que esa situación suele provocar cambios y avances técnicos. Además, la sustitución del cobre semi-elaborado se puede dar más fácilmente en aquellos casos donde el material es manipulado por técnicos en un entorno controlado, por ejemplo tubos en aire acondicionado y alambre en autos. En estos casos, las empresas pueden formar a los técnicos en el uso del sustituto y si surgen problemas será más fácil resolverlos. En cambio, la sustitución del cobre semi-elaborado en un entorno menos controlado e instalado por un grupo de técnicos con menor capacitación, por ejemplo el cable de construcción, es más difícil de implementar debido a que no se pueden controlar los riesgos de sustitución.

El aluminio es el sustituto que tendrá el mayor impacto a futuro, ya que el precio promedio relativo del cobre ha tendido al alza comparado con el del aluminio durante los últimos años: en 2012 el ratio promedio de precios de cobre y aluminio alcanzó un máximo de 3,9. Se estima que el ratio bajará a 2,2 en el corto plazo, sin embargo es una tendencia importante de largo plazo debido a la marcada divergencia de los dos precios. Es decir que la divergencia de precios seguirá en el largo plazo, la cual podría elevar la sustitución de cobre por aluminio.

Figura 3.06: ¿2012 fue la punta máxima del ratio de precios de cobre/aluminio?



El pronóstico de precios de CRU anticipa que el precio de cobre se mantendrá en un nivel elevado comparado con el de otros materiales, por lo cual es probable observar un cierto grado de sustitución de cobre por otros materiales, aunque de carácter marginal. Durante los últimos cinco años las pérdidas por razones de sustitución ocurrieron en los segmentos más vulnerables: tuberías sanitarias de cobre, cables de telecomunicaciones, grifos y válvulas de latón entre otros. Parece notarse que el nivel de sustitución en esos segmentos está bajando debido a que ya se han aprovechado todas las sustituciones 'fáciles', y por lo tanto estos mercados son ahora más pequeños y menos vulnerables.

En la actualidad el tubo de cobre (utilizado en equipos de aire acondicionado) enfrenta una amenaza de sustitución del aluminio, ya que varios fabricantes de aire acondicionados en los EEUU han invertido mucho en nuevos modelos que utilizan tubos extruidos de aluminio. Los cables eléctricos también se encuentran en una situación de vulnerabilidad (especialmente los que se utilizan en

vehículos), aunque en menor medida, porque el cobre podría ser sustituido pero con costos adicionales o con potenciales pérdidas de rendimiento.

3.2.5 Evolución histórica de la demanda

Cuando se habla del consumo de cobre de un país, se refiere al consumo de cobre refinado para elaborar productos semi-elaborados de cobre. Es decir, si un aire acondicionado se fabrica en Japón, pero los tubos de cobre dentro del producto se fabricaron en China, el consumo de cobre ocurrió en China, cuando el cobre refinado se convirtió en tubo.

3.2.5.1 Introducción

Tabla 3.02: Demanda histórica de cobre por región, 2005 – 2012 ('000t)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	CAGR 05-12 (%)
Norte América	2.870	2.684	2.632	2.387	1.843	1.943	1.981	2.069	(4,6)
S & C América	549	563	560	611	528	650	649	670	2,9
Europa	4.616	4.988	4.773	4.475	3.416	3.666	3.866	3.751	(2,9)
China	3.735	3.606	4.775	5.050	6.372	7.199	7.782	8.210	11,9
Asia ex. China	4.545	4.739	4.829	4.847	4.415	4.788	4.707	4.723	0,6
Africa	194	210	250	265	270	255	246	245	3,4
Australasia	133	136	138	134	112	117	115	111	(2,6)
Total mundial	**16.642**	**16.927**	**17.958**	**17.769**	**16.957**	**18.617**	**19.345**	**19.778**	**2,5**
cambio %	-0,9%	1,7%	6,1%	-1,1%	-4,6%	9,8%	3,9%	2,2%	

Fuente: CRU Analysis

Como se ha dicho anteriormente, el mercado de cobre se caracteriza por su volatilidad cíclica. La tecnología empleada para extraer el cobre se presta a la producción continua ya que las operaciones son muy intensivas en capital. Por eso, las mineras tienden de maximizar la producción, independientemente de lo que está pasando en el mercado. Además, las decisiones de inversión tienen un plazo de ejecución de entre 5 y 10 años, por lo tanto el tiempo de respuesta de la oferta tiene una inercia importante y no puede adaptarse fácilmente a las variaciones de la demanda y del precio.

Entre 2005 y 2012 el consumo de cobre subió en 3,12 millones de toneladas (19%), desde 16,6 a 19,8 millones. Si se analiza en más detalle los componentes de esta alza, se puede ver que hubo un aumento en la demanda china de 4,48 millones de toneladas (120%), equivalente a una tasa de crecimiento anual acumulado de casi 12% para el período. Este aumento fue parcialmente compensado por una caída en la demanda europea de 0,9 millones de toneladas y una retracción de la demanda norteamericana de 0,8 millones de toneladas. Es importante destacar que la demanda

cayó en 2008 y 2009, como consecuencia de la crisis financiera, pero luego se recuperó, y llegó a un nivel incluso más elevado que antes de la crisis en 2010 y en adelante.

3.2.5.2 Asia

Tabla 3.03: Demanda histórica de cobre en Asia, 2005 – 2012 ('000t)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	CAGR 05-12 (%)
China	3.735	3.606	4.775	5.050	6.372	7.199	7.782	8.210	11,9
India	389	406	508	512	549	623	648	673	8,1
Indonesia	173	188	210	222	202	202	208	216	3,2
Irán	127	132	137	142	129	141	145	146	2,0
Japón	1.254	1.265	1.231	1.182	930	1.065	1.019	1.005	(3,1)
Malasia	210	216	207	211	188	196	204	211	0,0
Corea del N.	37	38	36	36	35	35	35	34	(1,1)
Filipinas	35	36	36	38	37	38	40	40	2,1
Arabia Saudita	179	180	186	195	194	205	225	237	4,1
Corea del S.	771	827	802	810	881	886	810	774	0,1
Taiwán	638	643	608	583	496	533	459	431	(5,5)
Tailandia	257	276	287	286	216	236	235	249	(0,4)
Turquía	282	286	295	274	249	265	266	272	(0,5)
EAU	25	30	35	69	95	123	154	165	31,0
Vietnam	56	78	86	95	83	94	109	115	10,8
Otros	112	139	167	194	132	145	152	154	4,7
Asia	**8.280**	**8.346**	**9.604**	**9.897**	**10.787**	**11.987**	**12.489**	**12.932**	**6,6**
cambio %	*11,1*	*4,2*	*3,6*	*5,0*	*5,5*	*5,5*	*5,4*	*4,8*	
Asia ex. China	**4.545**	**4.739**	**4.829**	**4.847**	**4.415**	**4.788**	**4.707**	**4.723**	**0,5%**
cambio %	*(1,2)*	*4,3*	*1,9*	*0,4*	*(8,9)*	*8,4*	*(1,7)*	*0,3*	

Fuente: CRU Analysis

En el año 2012 la demanda asiática llegó a 12,9 millones de toneladas, con una CAGR de 6,6% entre 2005 y 2012. La mayor parte de este crecimiento provino de China, cuya demanda aumentó en 4,5 millones de toneladas; en 2005 representaba un 45,3 % de la demanda de la región y en 2012 su proporción subió a un 65,5%. Es importante destacar que Asia nunca dejó de crecer.

El consumo de cobre chino empezó a crecer fuertemente a partir de la segunda mitad de la década 1990, tanto que en la presente década la tasa de crecimiento del consumo de cobre refinado superó el incremento promedio del PIB. El salto en el consumo de cobre en China fue impulsado por una combinación de tres factores: un gasto enorme en infraestructura, una mayor producción doméstica de productos de cobre semi-elaborados y la alta demanda de productos semi-elaborados por fabricantes de bienes de consumo duradero, para exportación.

3.2.5.3 Europa

Tabla 3.04: Demanda histórica de cobre en Europa, 2005 – 2012 ('000t)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	CAGR 05-12 (%)
Bélgica	278	306	322	283	231	256	240	211	(3,9)
Finlandia	105	113	74	61	46	44	47	49	(10,3)
Francia	491	477	345	333	250	193	189	178	(13,5)
Alemania	1.109	1.268	1.375	1.322	1.053	1.194	1.182	1.123	0,2
Grecia	97	105	111	112	84	63	60	55	(7,6)
Italia	704	839	768	650	514	573	554	532	(3,9)
Holanda	57	58	57	52	46	47	48	46	(3,1)
Polonia	270	275	300	237	203	260	252	265	(0,3)
Rusia	634	687	669	691	386	445	714	725	1,9
España	300	320	288	285	230	236	223	205	(5,3)
Suecia	196	205	196	179	151	166	158	165	(2,5)
Reino Unido	209	165	48	43	32	33	32	32	(23,5)
Ex Yugoslavia	21	21	23	23	20	21	22	22	0,8
Otros, Europa Ocidental	36	36	36	35	27	30	31	31	(2,2)
Otros, Europa Central y Oriental	110	112	161	171	143	107	113	113	0,4
Europa	**4.616**	**4.988**	**4.773**	**4.475**	**3.416**	**3.666**	**3.866**	**3.751**	**(2,9)**
cambio %	*(1,7)*	*8,1*	*(4,3)*	*(6,2)*	*(23,7)*	*7,3*	*5,4*	*(3,0)*	
Europa Occidental, total	*3.602*	*3.914*	*3.643*	*3.377*	*2.684*	*2.854*	*2.786*	*2.649*	**(4,3)**
Europa Central y Oriental, total	*1.014*	*1.074*	*1.130*	*1.098*	*732*	*812*	*1.080*	*1.102*	**1,2**

Fuente: CRU Analysis

Los mayores consumidores de cobre en la región son: Alemania, Rusia, Italia, España, Polonia, Bélgica y Francia. Además, la demanda europea representó un 19% de la demanda mundial en 2012. Como se puede ver en la tabla anterior, todos estos países, con la excepción de Rusia y Alemania, sufrieron una contracción de demanda durante los últimos siete años. La contracción es la consecuencia de dos factores: primero; la economía europea ha madurado y se encuentra en una etapa de desarrollo económico dominado por el sector de servicios y segundo; la crisis financiera mundial golpeó fuertemente la región y la recuperación de la crisis ha sido lenta. El consumo cayó en 2008 y aún no se ha recuperado. Dentro de la región, el panorama económico es más positivo en Europa del Norte y Este: Rusia, Alemania y la ex Yugoslavia son los únicos países de la región que han visto un aumento en el consumo durante el periodo.

3.2.5.4 Las Américas y el Caribe

Tabla 3.05: Demanda histórica de cobre en América, 2005 – 2012 ('000t)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	CAGR 05-12 (%)
Canadá	280	277	196	164	131	133	145	160	(7,7)
México	395	337	318	328	247	230	267	310	(3,4)
EEUU	2.196	2.069	2.119	1.895	1.465	1.579	1.568	1.599	(4,4)
Norteamérica	**2.870**	**2.684**	**2.632**	**2.387**	**1.843**	**1.943**	**1.981**	**2.069**	**(4,6)**
cambio %	*(6,9)*	*(6,5)*	*(1,9)*	*(9,3)*	*(22,8)*	*5,4*	*2,0*	*4,4*	
Norteamérica ex. México	**2.476**	**2.347**	**2.314**	**2.059**	**1.596**	**1.713**	**1.714**	**1.759**	**(4,8)**
cambio %	*(8,4)*	*(5,2)*	*(1,4)*	*(11,0)*	*(22,5)*	*7,3*	*0,1*	*2,6*	
Argentina	35	42	43	44	40	37	38	38	1,3
Brasil	335	339	330	375	316	435	424	437	3,9
Chile	104	104	106	109	98	105	111	115	1,4
Perú	57	59	60	61	55	54	57	60	0,6
Venezuela	5	6	6	6	5	5	5	5	2,8
Otros	13	13	14	15	14	14	15	14	1,7
América Central y del Sur	**549**	**563**	**560**	**611**	**528**	**650**	**649**	**670**	**2,9**
cambio %	*2,0*	*2,6*	*(0,5)*	*9,1*	*(13,6)*	*23,1*	*(0,1)*	*3,2*	

Fuente: CRU Analysis

El consumo de cobre en Norteamérica (incluyendo México) alcanzó su punto máximo en 2000 (3,6 millones de toneladas) y desde entonces ha seguido una tendencia decreciente, bajando a 1,84 millones de toneladas en 2009, durante el punto álgido de la crisis financiera. Sin embargo, durante los últimos tres años el consumo de esta región se ha recuperado un poco, debido al deseo de la sociedad de mejorar la eficiencia energética: la fabricación de conductores más eficientes, más grandes y con un voltaje más alto requiere el uso de alambre y cable con un alto porcentaje de cobre. No obstante, la recuperación ha sido lenta, y el consumo aún no ha llegado a niveles anteriores a la crisis.

Dentro de América Central y del Sur, Brasil tiene el consumo más alto, llegando a 437.000 toneladas en 2012, un 65% del consumo total de la región. Esto no es una sorpresa, ya que Brasil es el país con la economía más grande y la mayor población de la región. Chile también tiene un consumo importante, llegando a 115.000 toneladas en 2012, y los dos países juntos representan más de un 80% del consumo de la región. El consumo de la región bajó en 2009 a 528.000 toneladas, pero ya se recuperó, y sigue creciendo.

El consumo brasileño es la consecuencia de un alto nivel de inversión, tanto en infraestructura como en industria. No obstante, no todos los efectos de la inversión son positivos: una de las consecuencias de las grandes cantidades de inversión fue un alza en la disponibilidad de crédito y un aumento en la tasa de inflación, lo cual impulsó un sobrecalentamiento de la economía. Para

controlar la economía el gobierno brasileño endureció las políticas monetarias, pero esas políticas desaceleraron demasiado el crecimiento de la economía y en 2012 el gobierno las revocó.

3.2.6 Evolución pronosticada de la demanda en el corto plazo

3.2.6.1 Metodología

Para el pronóstico de demanda en el corto plazo se consideran: un promedio de la actividad económica relacionada con el cobre; los efectos de inventarios y el ciclo económico, e; información específica relacionada con cambios en la producción y la capacidad de producción de productos semi-elaborados.

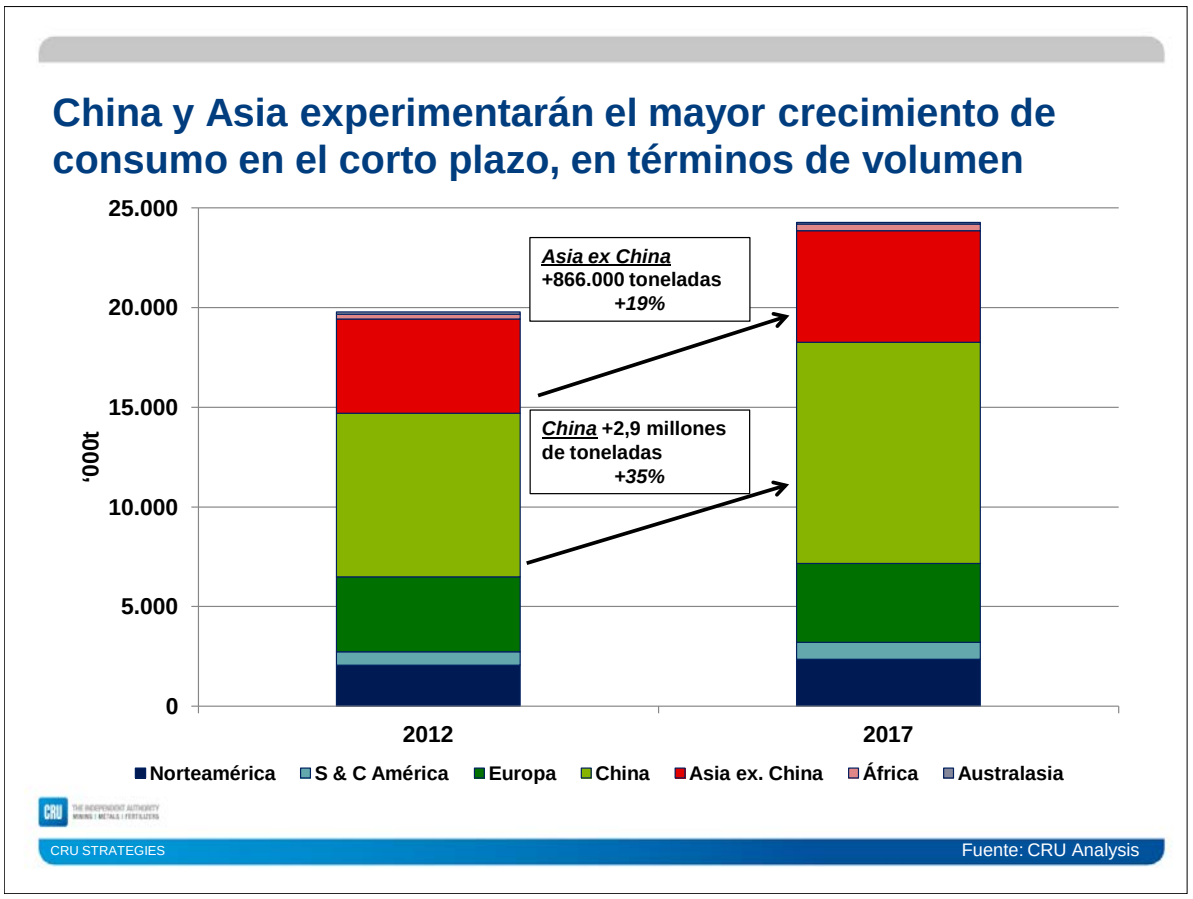
3.2.6.2 Introducción

Tabla 3.06: Demanda pronosticada por región, 2012 – 2017 (‘000t)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	CAGR 12-17 (%)
Norte América	2.069	2.070	2.137	2.209	2.284	2.358	2,6
S & C América	670	710	741	777	809	841	3,4
Europa	3.751	3.747	3.799	3.869	3.914	3.972	1,2
China	8.210	8.719	9.285	9.886	10.515	11.080	4,9
Asia ex. China	4.723	4.855	5.032	5.224	5.408	5.609	2,9
Africa	245	264	279	300	313	322	4,1
Australasia	111	106	102	98	95	91	(3,1)
Total mundial	**19.778**	**20.470**	**21.377**	**22.363**	**23.337**	**24.274**	**3,5**
cambio %	2,2	3,5	4,4	4,6	4,4	4,0	

Fuente: CRU Analysis

Figura 3.07: China y Asia experimentarán el mayor crecimiento de consumo en el corto plazo, en términos de volumen



Después de los malos indicadores económicos que han sido conocidos a comienzos de 2013 hay poco optimismo en cuanto a la recuperación de la economía europea en el corto plazo. La situación económica de casi todos los países europeos sigue empeorando y los políticos de la región aún no dan muestras de tener respuestas definitivas para resolver la crisis. Los gobiernos han implementado políticas monetarias contractivas sin mucho éxito y entre ellos existe un desacuerdo sobre cómo recuperar la economía de la región. Se espera que la recuperación en el corto plazo sea limitada, con una CAGR de consumo de cobre de sólo 1,2% entre 2012 y 2017.

Por otro lado, los indicadores de Norteamérica son más positivos, ya que los sectores industrial y de construcción van recuperándose poco a poco. Además, la construcción soportará el consumo de cobre refinado no sólo en Norteamérica sino también en China y Japón. Diversas fuentes coinciden en pronosticar un período con altos niveles de construcción en esas regiones.

India también tiene mucha potencial debido a su gran población y la falta de infraestructura en el país. Sin embargo, las barreras a la inversión extranjera, ineficiencias dentro del gobierno (las cuales retrasan la toma de decisiones sobre inversiones) y períodos de inflación alta trabajan en contra del crecimiento del consumo de cobre.

3.2.6.3 Asia

Tabla 3.07: Demanda pronosticada de cobre en Asia, 2012 – 2017 ('000t)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	CAGR 12-17 (%)
China	8.210	8.719	9.285	9.886	10.515	11.080	6,2
India	673	702	750	804	852	903	6,1
Indonesia	216	227	239	251	263	276	5,0
Irán	146	153	160	167	173	179	4,1
Japón	1.005	1.020	1.043	1.063	1.078	1.105	1,9
Malasia	211	221	231	243	254	264	4,6
Corea del N.	34	34	33	32	31	30	(2,8)
Filipinas	40	42	44	45	47	48	3,7
Arabia Saudita	237	248	253	261	268	275	3,1
Corea del S.	774	771	789	814	838	866	2,3
Taiwán	431	427	420	413	409	402	(1,4)
Tailandia	249	261	272	280	289	297	3,5
Turquía	272	283	300	321	342	365	6,1
EAU	165	177	191	204	218	233	7,1
Vietnam	115	126	136	146	156	167	7,8
Otros	154	163	172	181	190	200	5,3
Asia	**12.932**	**13.573**	**14.318**	**15.110**	**15.923**	**16.689**	**5,2**
cambio %	*3,6*	*5,0*	*5,5*	*5,5*	*5,4*	*4,8*	
Asia ex. China	**4.723**	**4.855**	**5.032**	**5.224**	**5.408**	**5.609**	**3,5**
cambio %	*0,3*	*2,8*	*3,7*	*3,8*	*3,5*	*3,7*	

Fuente: CRU Analysis

Las perspectivas para China siguen siendo favorables con un incremento esperado en la demanda de cobre de 6,2% promedio anual entre 2012 y 2017, a pesar de que la tasa de crecimiento del PIB irá desacelerándose. El mercado inmobiliario sigue débil, pero el aumento del consumo será sostenido por una fuerte demanda de la infraestructura energética, lo que se evidencia en el crecimiento del gasto en la infraestructura de las redes: un aumento de 44% en enero y febrero de 2013 con relación al mismo período en el año anterior. El mercado chino de exportaciones ha bajado como resultado de la menor demanda europea y norteamericana, lo cual representa un riesgo para el consumo de electrónicos, que es fuertemente dependiente de las ventas externas. Se espera que el consumo chino de cobre llegue a 11,1 millones de toneladas en 2017.

El consumo indio sigue creciendo y se estima que alcanzará 903.000 toneladas en 2017, con una CAGR para el período 2012-2017 de 6,1%. La inversión en infraestructura energética podría

contribuir a un aumento en el consumo de cobre. Sin embargo, los proveedores de energía estatales han sufrido grandes pérdidas por causa del robo de electricidad, lo que a su vez ha afectado a su capacidad de atraer nuevas inversionistas. Asimismo, la falta de fuentes de energía dentro del país ha desalentado inversión en nuevas redes de distribución. En el corto a medio plazo el 12° plan quinquenal, 2012-2017, debería estimular el consumo de cobre: el gobierno quiere instalar otros 87GW de capacidad energética y 4.000km de vías férreas. Además, fijó una meta de obtener un 16% de la energía del país de fuentes renovables antes de 2030.

La economía japonesa sigue recuperándose después del maremoto de 2011 y la crisis financiera mundial. Se espera que el consumo de cobre japonés de cobre crezca en el corto plazo, pero con una CAGR de sólo 1,9%, llegando a 1.1 millones de toneladas en 2017. La controversia territorial con China, más el elevado costo de mano de obra y aumentos en el costo de energía han reducido la competitividad de productos que exigen un uso intensivo de energía para su elaboración, como por ejemplo lámina de cobre.

Con respecto a Corea del Sur, se espera que el consumo de cobre disminuya en 2013 comparado con 2012, debido a un mercado doméstico estancado de alambrón de cobre. Desde 2014 el consumo aumentará de nuevo, llegando a 866.000 toneladas en 2017.

3.2.6.4 Europa

Tabla 3.08: Demanda pronosticada de cobre en Europa, 2012 – 2017 (‘000t)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	CAGR 12-17 (%)
Bélgica	211	212	218	221	225	228	1,5
Finlandia	49	49	50	50	51	51	0,9
Francia	178	171	168	168	170	171	(0,8)
Alemania	1.123	1.129	1.149	1.185	1.224	1.253	2,2
Grecia	55	54	54	54	54	54	(0,5)
Italia	532	519	525	538	551	565	1,2
Holanda	46	46	46	46	47	47	0,7
Polonia	265	262	270	277	281	285	1,5
Rusia	725	739	741	730	698	688	(1,0)
España	205	199	203	212	218	225	1,9
Suecia	165	167	171	177	181	185	2,3
Reino Unido	32	32	33	33	34	35	1,6
Ex Yugoslavia	22	22	23	23	24	25	2,7
Otros, Europa Ocidental	31	31	31	32	32	32	0,9
Otros, Europa Central y Oriental	113	116	119	123	125	128	2,6
Europe	**3.751**	**3.747**	**3.799**	**3.869**	**3.914**	**3.972**	**1,2**
cambio %	*(3,0)*	*(0,1)*	*1,4*	*1,8*	*1,2*	*1,5*	

Fuente: CRU Analysis

La economía europea no muestra señales de recuperarse en un futuro próximo. La crisis financiera ha afectado mucho a los países de Europa Occidental, de modo tal que se espera una recuperación mínima del consumo de cobre entre 2013 y 2017. Los países más afectados son Francia, Italia y España. Dentro de estos países la demanda de cobre de los sectores de construcción y automóviles han bajado mucho. Por otra parte, al nivel mundial la industria de cobre de estos países es poco competitiva. El panorama económico de Alemania es levemente más optimista ya que se espera que el consumo de cobre aumente durante 2013 comparado con 2012, pero solo en un 0,5%. Se espera que el consumo de cobre de Europa Occidental sea 2,9 millones de toneladas en 2017, sólo un 8% más que en 2012.

Se estima que el consumo de Europa Central y Oriental aumentará hasta 2014 y luego experimentará una contracción de demanda entre 2015 y 2017. El crecimiento de la demanda en Rusia durante los próximos dos años será impulsado por una demanda más fuerte del sector de alambrón y cable de cobre. Sin embargo, desde 2014 empezará una contracción de la demanda rusa, a causa de la eliminación de un impuesto ruso sobre exportaciones de cátodos, la cual debería reducir la producción de alambrón y aumentar las exportaciones del mismo.

3.2.6.5 Las Américas y el Caribe

Tabla 3.09: Demanda pronosticada de cobre en América, 2012 – 2017 (‘000t)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	CAGR 13-17 (%)
Canadá	160	162	163	165	167	169	1,1%
México	310	319	339	356	370	385	4,8%
EEUU	1.599	1.589	1.635	1.687	1.746	1.804	3,2%
Norteamérica	**2.069**	**2.070**	**2.137**	**2.209**	**2.284**	**2.358**	**3,3%**
cambio %	*4,4*	*0,1*	*3,3*	*3,3*	*3,4*	*3,2*	
Norteamérica ex. México	**1.759**	**1.750**	**1.798**	**1.852**	**1.913**	**1.972**	**3,0%**
cambio %	*2,6*	*(0,5)*	*2,7*	*3,0*	*3,3*	*3,1*	
Argentina	38	39	41	42	43	44	3,0%
Brasil	437	467	489	515	538	560	4,6%
Chile	115	121	128	134	140	147	4,9%
Perú	60	62	64	66	68	69	2,8%
Venezuela	5	6	6	6	6	6	2,8%
Otros	14	15	14	14	14	14	-0,7%
América Central y del Sur	**670**	**710**	**741**	**777**	**809**	**841**	**4,3%**
cambio %	*3,2*	*6,0*	*4,4*	*4,8*	*4,1*	*4,0*	

Fuente: CRU Analysis

Se estima que la demanda norteamericana crecerá con una CAGR de 3,3% entre 2013 y 2017 que llegará a 2,3 millones de toneladas en 2017.

Los indicadores económicos de los EEUU son positivos y se espera un consumo de 1,8 millones de toneladas de cobre en 2017, con una CAGR para el período de 3,2%. Durante el primer semestre de 2013 la demanda de cobre de los sectores de autmóviles y municiones será sólida y parece que la industria en general se ha reactivado, incluyendo el sector de construcción. Por otra parte, la reconstrucción después del huracán Sandy aumentará la demanda de cobre refinado: el estado de Nueva York ha reservado $7,5 mil millones de dólares para la reconstrucción y ya ha recibido solicitudes para proyectos de construcción y energía por un valor de $2 mil millones de dólares.

La perspectiva para México también es positiva. La tasa de crecimiento del costo de mano de obra en México se ha quedado atrás de la de China. Como consecuencia, se espera ver más inversión en el sector industrial mexicano. Además, los sueldos mexicanos son más bajos que los de los EEUU, y por lo tanto se anticipa que cualquier reactivación del sector industrial norteamericano tendrá un efecto positivo sobre su par mexicano. Por eso la CAGR de consumo de cobre del país a corto plazo es 4,8%, la más alta de la región.

En cuanto a Sudamérica, Brasil va a seguir siendo el motor más importante del consumo para la región. Se espera que su consumo de cobre alcance 560.000 toneladas en 2017, con una CAGR para el período de 4,6%. El crecimiento al corto plazo será el resultado de la reversión de una política monetaria demasiado contractiva, la cual permitirá la recuperación de la industria y construcción. Desde 2014 el crecimiento del consumo de cobre vendrá de varios proyectos de infraestructura: redes de distribución de energía, energía hidroeléctrica y parques eólicos.

3.2.7 Evolución pronosticada de la demanda en el largo plazo

3.2.7.1 Metodología

Para pronosticar el consumo de cobre en el largo plazo tomamos en cuenta varios factores determinantes de la demanda, y el efecto que tienen sobre la intensidad de uso del cobre;

- **El ciclo de desarrollo**: históricamente se puede observar que la intensidad de uso (kg de cobre per cápita) aumenta marcadamente cuando un país se industrializa. Una vez que la economía se ha madurado la intensidad de uso baja, ya que se importan productos de afuera, de países con costos de producción más bajos.
- **Chatarra de cobre**: a lo largo del tiempo el uso directo de la chatarra también cambia. En general, el movimiento se presenta desde un uso directo para la producción de productos semi-elaborados hacia una utilización como materia prima en la producción de cobre

refinado. Este fenómeno tiene lugar cuando la producción industrial de un país va subiendo en la cadena de valor y por lo tanto requiere productos semi-elaborados de mejor calidad, lo cual significa que ya no se puede utilizar chatarra de cobre y en cambio la chatarra se utiliza para producir cobre refinado. Además, el alto precio del cobre impulsa el uso de chatarra en lugar de cobre extraído.

- **Sustitución y otros cambios estructurales**: se estima que el precio de cobre se mantendrá alto, por lo tanto se verá una sustitución limitada del cobre por otros materiales. Ver sección 1.2.4 para más detalle.

3.2.7.2 Introducción

Se espera que el consumo mundial de cobre refinado llegue a más de 31,5 millones de toneladas en 2032 con una CAGR de 2,4% entre 2012 y 2032. Como se menciona anteriormente, en el largo plazo la etapa de desarrollo de cada país juega un rol importante y en gran medida determina su consumo de cobre. La tasa de crecimiento del consumo chino seguirá acelerándose hasta 2014, para comenzar un período de desaceleración con posterioridad. No obstante, China estará impulsando el consumo en el largo plazo, con su proporción del consumo mundial creciendo a un máximo de 47,7% en 2025.

Figura 3.08: Intensidad de uso en el largo plazo (kg cobre/cápita)

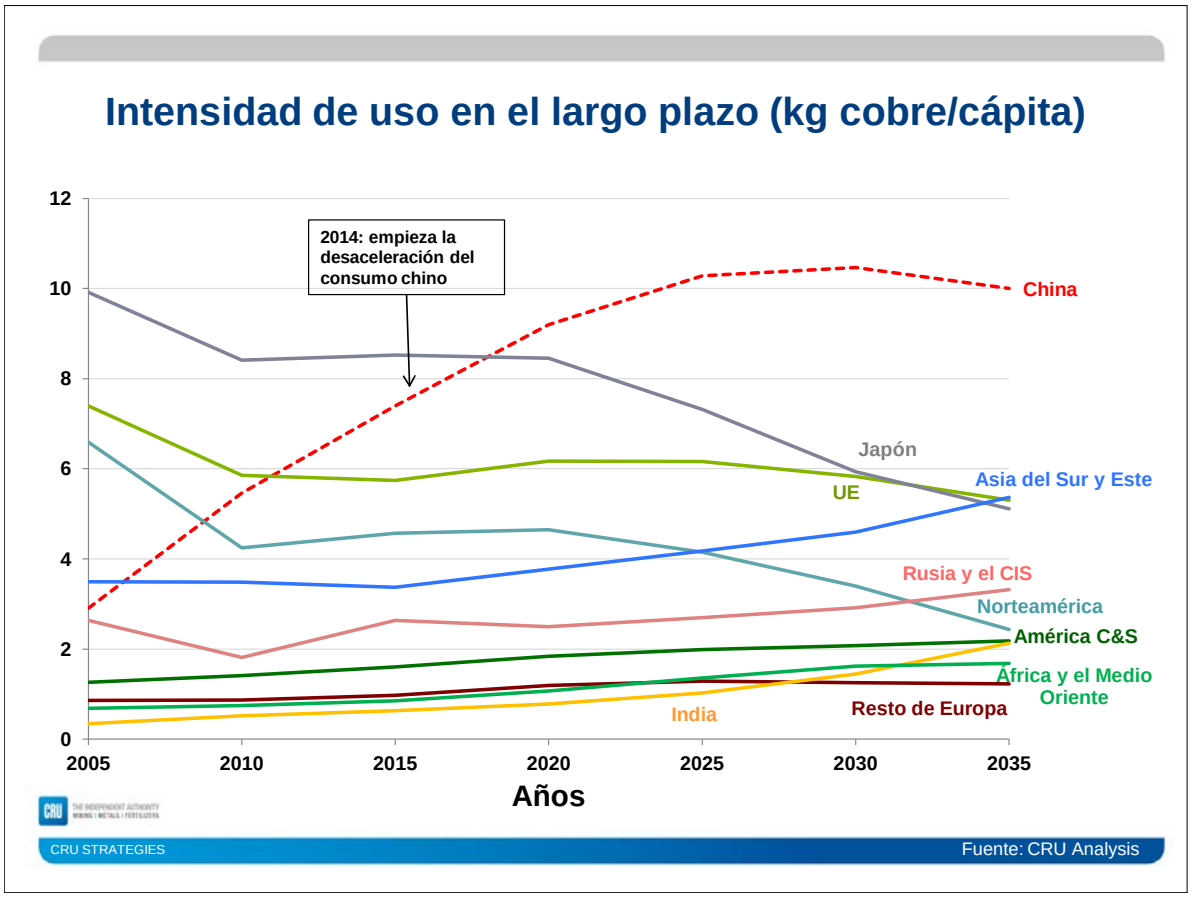


Tabla 3.10: Demanda pronosticada de cobre por región en el largo plazo, 2018 - 2035 (‘000t)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Norte América	2.350	2.339	2.325	2.308	2.285	2.260
S & C América	881	909	938	966	992	1.017
Europa (UE)	3.372	3.394	3.414	3.435	3.456	3.476
Resto de Europa	693	706	718	730	743	755
China	11.733	12.142	12.548	12.950	13.319	13.599
Asia ex. China	4.698	4.807	4.918	5.031	5.143	5.257
Africa	1.515	1.637	1.765	1.901	2.049	2.207
Australasia	50	26	-	-	-	-
Total mundial	**25.292**	**25.958**	**26.626**	**27.321**	**27.987**	**28.572**
cambio %	*3,6*	*2,6*	*2,6*	*2,6*	*2,4*	*2,1*

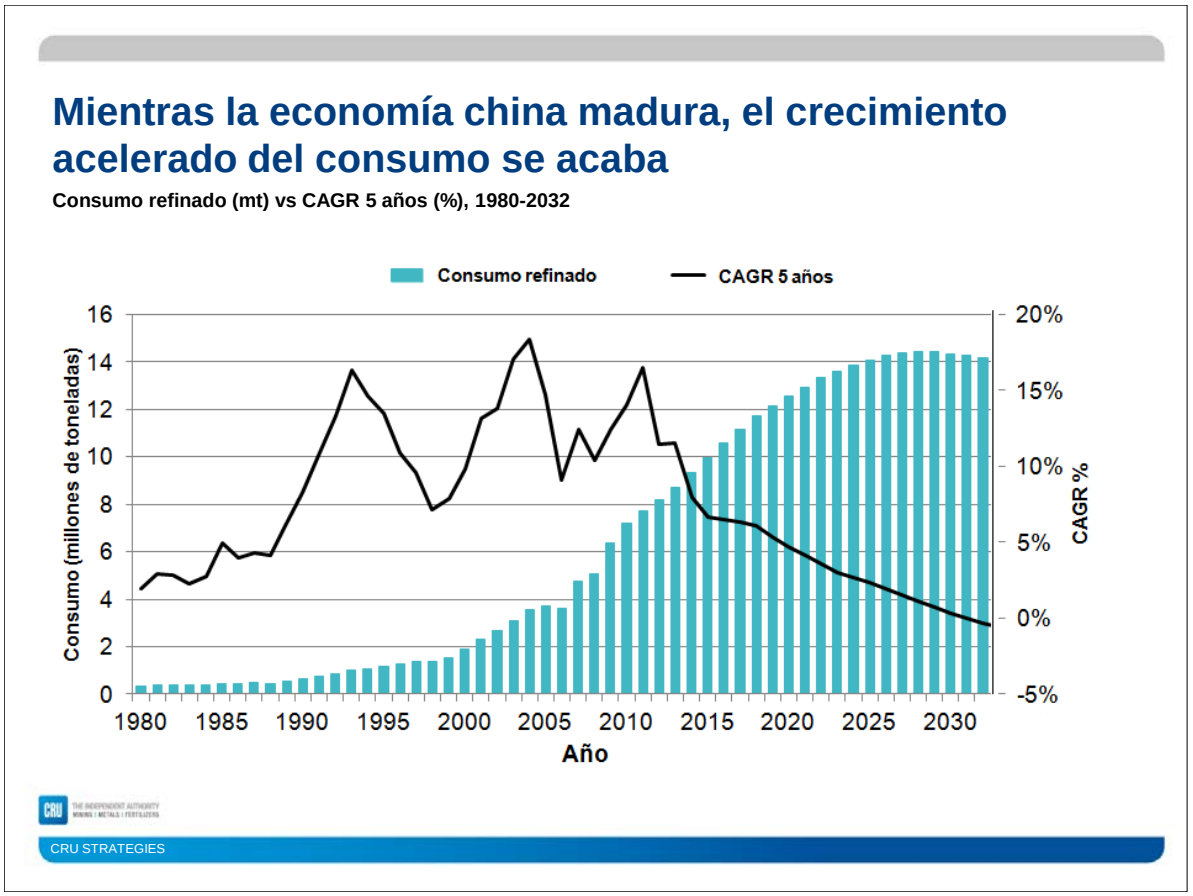
	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Norte América	2.208	2.153	2.094	2.031	1.965	1.895
S & C América	1.037	1.056	1.075	1.094	1.111	1.127
Europa (UE)	3.455	3.433	3.404	3.374	3.336	3.297
Resto de Europa	765	774	785	796	807	818
China	13.868	14.095	14.272	14.386	14.415	14.408
Asia ex. China	5.412	5.576	5.748	5.930	6.120	6.321
Africa	2.334	2.468	2.608	2.754	2.905	3.062
Australasia	-	-	-	-	-	-
Total mundial	**29.079**	**29.554**	**29.985**	**30.364**	**30.659**	**30.929**
cambio %	*1,8*	*1,6*	*1,5*	*1,3*	*1,0*	*0,9*

	2030	2031	2032	CAGR % 12-32
Norte América	1.821	1.736	1.646	(1,1)
S & C América	1.143	1.162	1.180	2,9
Europa (UE)	3.256	3.201	3.143	0,3
Resto de Europa	829	849	870	1,0
China	14.330	14.259	14.151	2,8
Asia ex. China	6.533	6.841	7.169	3,1
Africa	3.225	3.310	3.394	5,9
Australasia	-	-	-	
Total mundial	**31.137**	**31.358**	**31.554**	**2,4**
cambio %	*0,7*	*0,7*	*0,6*	

Fuente: CRU Analysis

3.2.7.3 Asia

Figura 3.09: Mientras la economía china madura, el crecimiento acelerado del consumo se acaba



El consumo chino experimentó una fuerte expansión durante la última década, debido en gran medida a varios proyectos de infraestructura: carreteras, vías férreas, redes telefónicas y sistemas de distribución de energía, más un alta demanda de productos semi-elaborados para la fabricación de bienes de consumo durables para exportación. En la presente década, se espera ver un empujón final hacia la urbanización. El foco será en expandir las ciudades actuales más que en construir nuevas. Por lo tanto, se estima que la nueva inversión se enfocará en construcción inmobiliaria, sistemas de transporte y redes de distribución de electricidad: todos con una proporción alta de cobre. Hacia la última parte del periodo (2025-2032) se verá una tasa crecimiento negativo de consumo. Los determinantes de la demanda van a cambiar, la demanda doméstica de bienes durables más la industria china de productos semi-elaborados impulsarán la demanda de cobre desde 2025 en adelante.

Japón, una economía madura, seguirá viendo una reducción en su consumo de cobre mientras la fabricación de productos semi-elaborados se traslada a países emergentes con un costo de producción más bajo. Se puede observar una situación parecida en las otras economías maduras de la región: Corea del Sur y Taiwán. Exportaban una gran cantidad de productos semi-elaborados a China, quien hoy en día es el mayor productor de esos productos y, por lo tanto, no tiene necesidad de importarlos.

Dentro de la región, India verá un importante crecimiento de consumo. CRU estima que India tiene alto potencial de crecimiento de consumo debido a su inmensa población, los bajos costos de producción y su proximidad al mercado de Oriente Medio. Sin embargo, no crecerá tan rápido como creció China por causa de su falta de infraestructura y un gobierno que demora mucho en formular políticas. El consumo indio de cobre actual representa un 3,5% del consumo mundial y se espera que llegue a un 8,5% en 2032.

El en resto de la región, se espera un incremento fuerte en demanda de los otros países emergentes: Indonesia, Tailandia, Malasia y Vietnam aunque alcanzando niveles absolutos significativamente inferiores a las economías líderes de la región.

3.2.7.4 Europa

El consumo de Europa, otra economía madura, va a seguir bajando. La CAGR entre 2012 y 2032 es ligeramente positiva, 0,3%.Actualmente la demanda se ha contraído como resultado de la crisis financiera mundial, pero se espera que en el medio plazo se recupere levemente. En el largo plazo, la eliminación del impuesto ruso sobre la exportación de cátodos favorecerá el consumo europeo, ya que una porción del cátodo que era convertido en alambrón dentro de Rusia, por causa del impuesto, será vendido a otros países europeos para la fabricación de alambrón, lo cual llevará a un aumento del consumo europeo entre 2015 y 2019. A partir de entonces la tasa de crecimiento se desacelerará, porque la industria va a favorecer centros de producción fuera de Europa con costos más bajos, especialmente las empresas que fabrican alambrón de cobre.

3.2.7.5 Las Américas & El Caribe

Brasil lleva 40 años como el mayor consumidor de cobre de la región, superando a Chile en los años 60. En el futuro Brasil y Chile seguirán impulsando la demanda sudamericana, mientras que los otros países de la región mostrarán una tasa de crecimiento de consumo baja o incluso negativa. Se espera que la proporción del consumo que proviene de estos dos países, actualmente un 83% de

la demanda regional, llegue a más de un 90% en 2032. Este aumento será el resultado de dos factores: primero, el crecimiento económico de Brasil y los proyectos de infraestructura planeados y; segundo, el crecimiento de la oferta doméstica chilena, que fomentará una competitiva industria transformadora.

Brasil tiene un Plan de Aceleración de Crecimiento (PAC 2) con un presupuesto de US$526 mil millones, lo cual incluye varias metas de infraestructura, y ha reservado otro US$319 mil millones para proyectos de energía después de 2014. Además, tiene que invertir un mínimo de US$33 mil millones para construir campos de deporte para Los Juegos Olímpicos de 2016 y La Copa Mundial de 2014. En este momento la industria brasileña de productos semi-elaborados sirve sólo el mercado doméstico, sin embargo en el largo plazo se estima que empezará a exportar sus productos a otros países de Sudamérica y del mundo.

Se espera que Chile, frente al crecimiento de la industria de fundición china, exporte más concentrados y también consumirá una mayor parte de sus cátodos domésticos. Chile tiene acceso a millones de toneladas de cobre, lo cual estimulará la fabricación de productos semi-elaborados dentro del país en el largo plazo.

3.3 Dimensionamiento y caracterización de la oferta

3.3.1 Características generales

El cobre es uno de los pocos metales que se pueden encontrar en la naturaleza en estado "nativo", es decir, sin combinar con otros elementos, por eso fue uno de los primeros metales utilizado por la humanidad. Se han encontrado utensilios de cobre nativo alrededor del 7000 A.C en Irak. Asimismo, el metal puro y su aleación con estaño, el bronce, eran tan importantes que dos períodos históricos tienen su nombre, la Edad del Cobre y la Edad del Bronce. Aunque perdió su importancia relativa con el desarrollo de la siderurgia (el descubrimiento del hierro), el cobre y sus aleaciones siguieron siendo utilizados en la Edad Media para hacer objetos decorativos y objetos que precisaran de una materia no corrosiva y duradera: monedas, campanas, cañones entre otros. A partir del siglo XIX, con la invención del generador eléctrico en 1831, el cobre adquirió importancia nuevamente porque era la materia prima de cables e instalaciones eléctricas. Durante el siglo XIX Gran Bretaña fue el mayor productor mundial de cobre, pero su importancia como conductor eléctrico y térmico impulsó la exploración y explotación minera en otros países, especialmente en EEUU y Chile, además de la apertura de minas en África.

En EEUU, hacia finales del siglo XIX, el desarrollo de una técnica de extracción más eficaz, la flotación (detallado en sección 1.3.3.1), permitió la explotación de grandes yacimientos de baja ley, principalmente en Arizona, Montana y Utah y como consecuencia EEUU se convirtió en el primer productor mundial de cobre. Sin embargo, la producción minera bajó a partir de 1929 por causa de la Gran Depresión y en 1941 el país se convirtió por primera vez en importador neto de cobre.

En Chile, la situación se cambió al principio del siglo XX, cuando la nueva técnica de extracción llegó al país, iniciando la explotación de los recursos chilenos. Un momento importante para el cobre chileno fue la fundación de la Corporación Nacional de Cobre de Chile (Codelco) en 1976 para gestionar las grandes minas locales. A partir de entonces la producción chilena de cobre subió fuertemente, pasando del 14%[3] de la producción mundial en 1960 al 33%[4] en 2012. Hoy en día la cuprífera estatal, Codelco, es la minera más grande del mundo, con un 8% de la producción mundial en 2012.

3.3.2 Geología

El cobre es un elemento abundante en la naturaleza, pero las fuentes minerales para la extracción comercial son malaquita, calcopirita y bornita. Cabe destacar que un 80% de la producción minera de 2012 procedió de sulfuros. Al principio del siglo XX existían yacimientos de cobre con un contenido de cobre de más de 2%. Hoy en día es poco probable encontrar un recurso con más de 1% de cobre.

Los lugares donde se encuentran los yacimientos de cobre dependen de los procesos geológicos que han ocurrido en ese lugar. Los recursos de cobre se relacionan con la presencia de intrusivos, que son rocas ígneas y material magmático que se introdujo a gran temperatura y presión en la corteza terrestre hace miles de años. Estos intrusivos aportan a las rocas circundantes los minerales que contienen. De acuerdo a las condiciones en que este fenómeno ocurre, se forman dos tipos de material mineralizado: los súlfuros (calcopirita y bornita) y los óxidos (malaquita). La presencia de éstos en un yacimiento define dos zonas que tienen características distintas, las que a su vez determinan la manera de procesar el mineral.

[3] Fuente: International Copper Studies Group

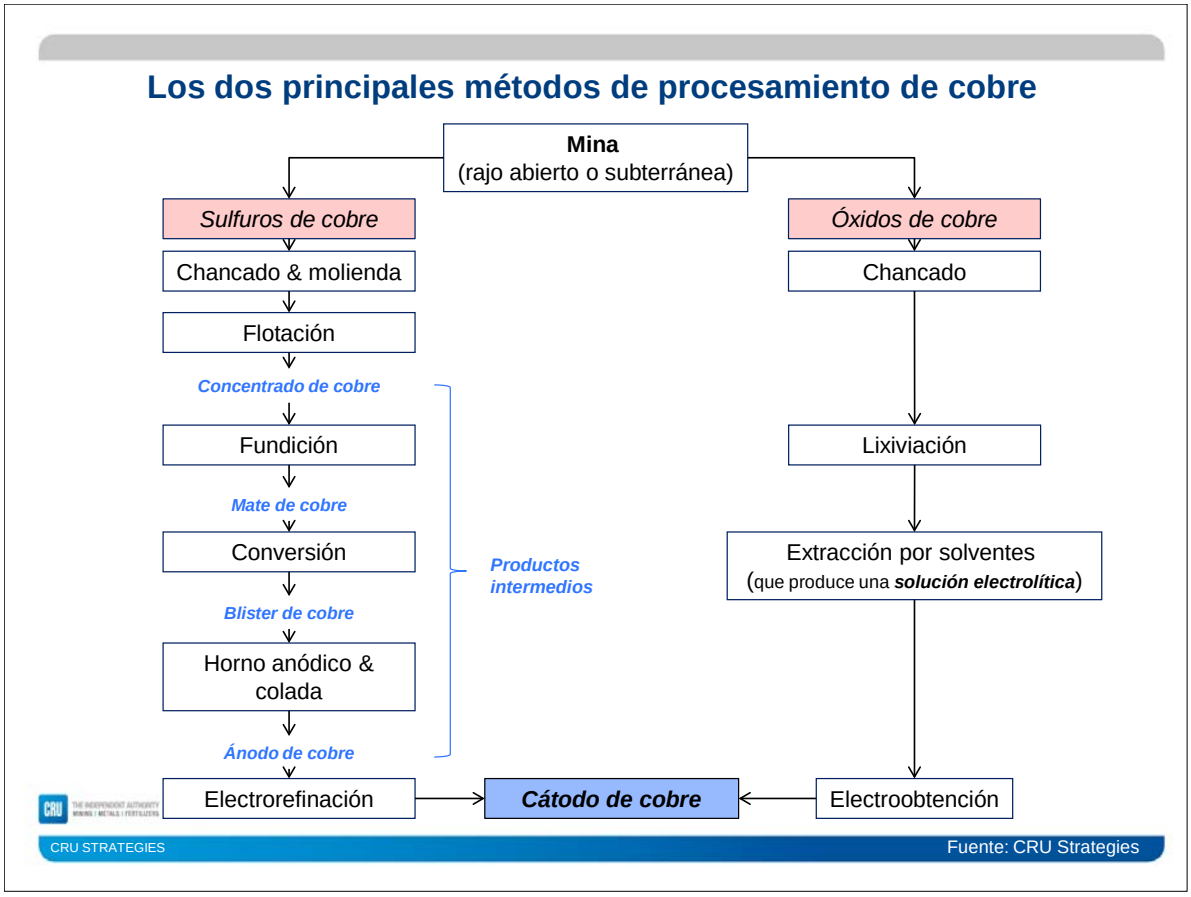
[4] Fuente: CRU Analysis

3.3.3 Extracción y procesamiento

Como se ha dicho anteriormente, la mineralogía de un yacimiento determina la manera de procesarlo.

- Los súlfuros se convierten en concentrado de cobre y luego pasan por un proceso pirometalúrgico de fundición y electrorrefinación.
- Los óxidos pasan por un proceso hidrometalúrgico de lixiviación y electro-obtención.

Figura 3.10: Los dos principales métodos de procesamiento de cobre



3.3.3.1 Rutas de procesamiento: sulfuros

Para obtener concentrado de cobre el mineral sulfurado se tiene que someter a tres procesos: chancado, molienda y flotación. En el proceso del chancado se utiliza la combinación de tres equipos en línea (chancadoras) que van reduciendo el tamaño de las rocas en etapas, hasta obtener un tamaño uniforme de ~$^{1}/_{2}$ pulgada (~1,27cm). La molienda continúa reduciendo el tamaño de las

partículas que componen el mineral (~0,18mm) y permite la liberación de la mayor parte de los minerales de cobre en forma de partículas individuales. Además, en esta etapa se le agregan agua a las partículas en cantidades suficientes para formar un fluido lechoso y los reactivos necesarios para la flotación. La flotación es un proceso físico-químico que facilita la separación de los minerales sulfurados de cobre y los otros elementos, como molibdeno (productos secundarios), del resto de los elementos que componen la roca original. El fluido de la molienda se introduce en celdas de flotación. Se hace burbujear aire desde la base de las celdas y la mezcla se mantiene en constante agitación para que el proceso sea intensivo. Las burbujas suben y arrastran con ellas los minerales sulfurados. Rebasan por el borde de la celda hacia canaletas que las conducen hacia estanques especiales. El proceso se repite varios veces para producir un producto cada vez más concentrado. El producto final es **concentrado de cobre** (*producto intermedio*) con un contenido de cobre de hasta un 31% aproximadamente. El concentrado es secado, antes de ser sometido al proceso de fundición.

El objetivo de la fundición es cambiar el estado del concentrado de sólido a líquido para separar el cobre de los otros elementos contenidos en el concentrado. El cambio de estado se logra sometiendo el concentrado a altas temperaturas (1.800°C). Cuando se convierte en líquido los elementos que componen los minerales presentes en el concentrado se separan según su peso: los más livianos quedan en la parte superior del fundido mientras el cobre, que es más pesado, se acumula en la parte baja. De este modo, es posible separar el cobre de los otros elementos, vaciando las dos partes por distintas vías. El producto cuprífero se llama **mate de cobre** (*producto intermedio*) y tiene entre 40% y 45% de cobre. El mate puede ser solidificado y vendido a refinerías.

Luego, en el proceso de conversión los productos obtenidos de la fundición se tratan para obtener cobre de alta pureza: es un proceso cerrado que produce **cobre blíster** (*producto intermedio*) con una pureza de 96% de cobre. El cobre blíster puede ser solidificado y vendido a terceros. La pureza del cobre se aumenta aún más mediante pirorrefinación en un horno anódico. El horno elimina el oxígeno presente en el cobre blíster, llegando a concentraciones de 99,7% de cobre. El producto se denomina RAF (refinado a fuego) y está moldeado en placas gruesas, de forma de **ánodos de cobre**. Los ánodos pasan al proceso de electrorrefinación o se venden como producto intermedio.

La electrorrefinación transforma los ánodos de cobre a cátodos de cobre electrolítico de alta pureza. Los ánodos se colocan en celdas electrolíticas con cátodos, en forma alternada, en una solución de

ácido sulfúrico y agua. Cuando se pasa una corriente eléctrica por la solución el cobre del ánodo se deposita en el cátodo. El producto final es **cátodo de cobre** con una pureza de 99,99%.

3.3.3.2 Rutas de procesamiento: óxidos

Los minerales oxidados también tienen que pasar por el proceso del chancado para conseguir un producto de tamaño adecuado para la lixiviación (1,5 a $^{3}/_{4}$ pulgadas). Luego, el proceso de obtención de cobre se realiza en tres etapas: lixiviación, extracción por solventes y electroobtención.

La lixiviación es un proceso hidrometalúrgico. El material chancado se coloca en pilas (de entre 6 y 8 metros de altura). Sobre esta pila se instala un sistema de riego por goteo y aspersores que cubren toda el área expuesta con una solución de ácido sulfúrico. La solución se infiltra en la pila y disuelve el cobre contenido en los minerales oxidados, formando una solución de sulfato de cobre. Debajo de las pilas se instala previamente un sistema de drenaje que atrapa la solución de sulfato de cobre y la lleva al segundo paso del proceso. El riego de las pilas se mantiene generalmente por 45 a 60 días. La solución de sulfato de cobre ($CUSO_4$) obtenida del proceso se llama PLS (*Pregnant Leach Solution* en inglés) y tiene una concentración de cobre de hasta 9 gramos por litro (gpl).

La extracción por solventes elimina la mayoría de las impurezas del PLS y concentra su contenido de cobre, pasando de 9gpl a 45gpl, mediante una extracción iónica.

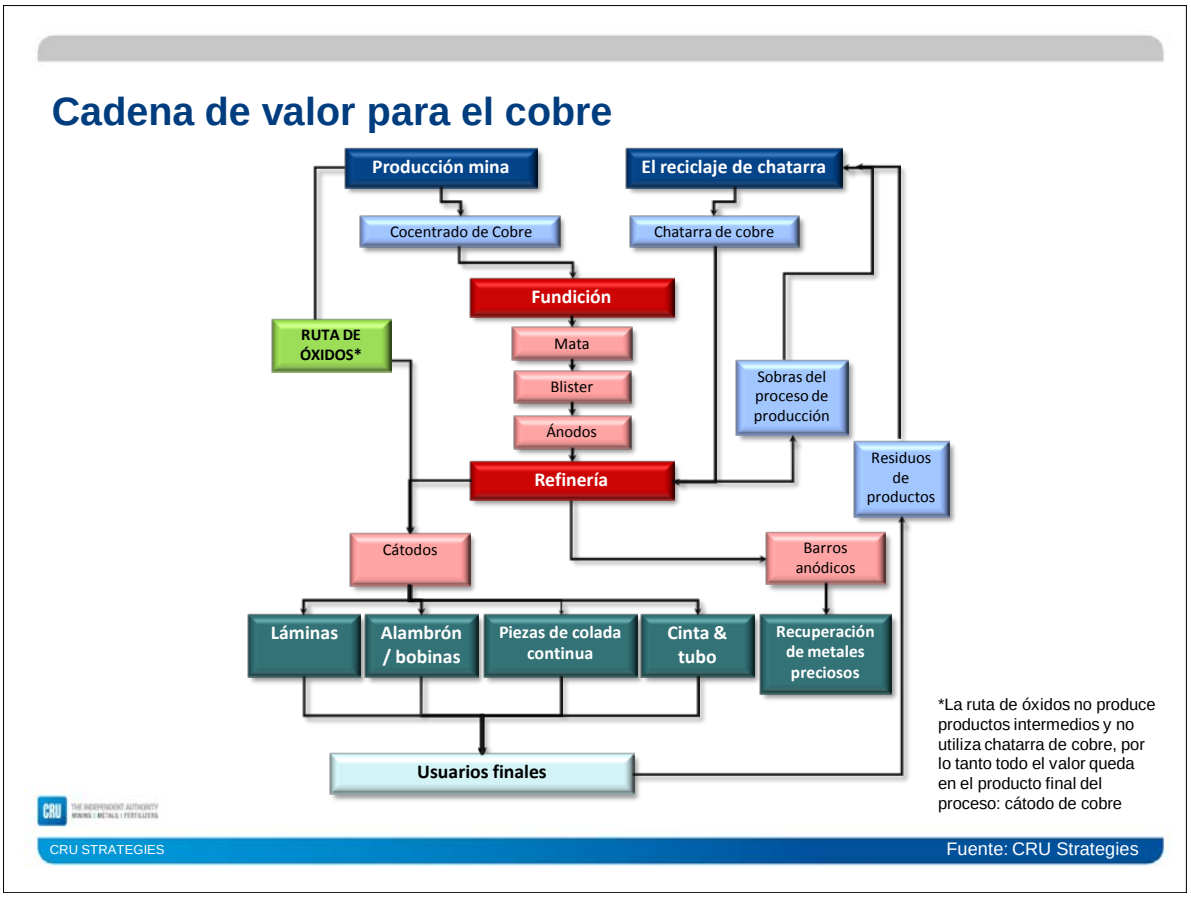
La última etapa del proceso es la electroobtención. El PLS se coloca en celdas que son estanques rectangulares. Sumergidas en la solución se colocan unas placas metálicas que corresponden alternadamente a un ánodo y un cátodo. Todas las placas son conectadas para conformar un circuito. Se pasa una corriente eléctrica continua de baja intensidad por la solución (entra por los ánodos y sale por los cátodos). El cobre en solución es atraído por el polo negativo del cátodo de manera que se deposita en su superficie. El proceso toma entre 6 y 7 días y el producto final es un **cátodo de cobre** con una pureza alta de 99,99%.

Cabe destacar que a diferencia de los sulfuros, este proceso no produce productos intermedios, solo cátodos de cobre, tampoco produce residuos como relaves.

3.3.3.3 Cadena de valor

La cadena de valor del cobre, desde la materia prima proveniente tanto del mineral como del reciclaje, se presenta en la figura a continuación.

Figura 3.11: Cadena de valor para el cobre



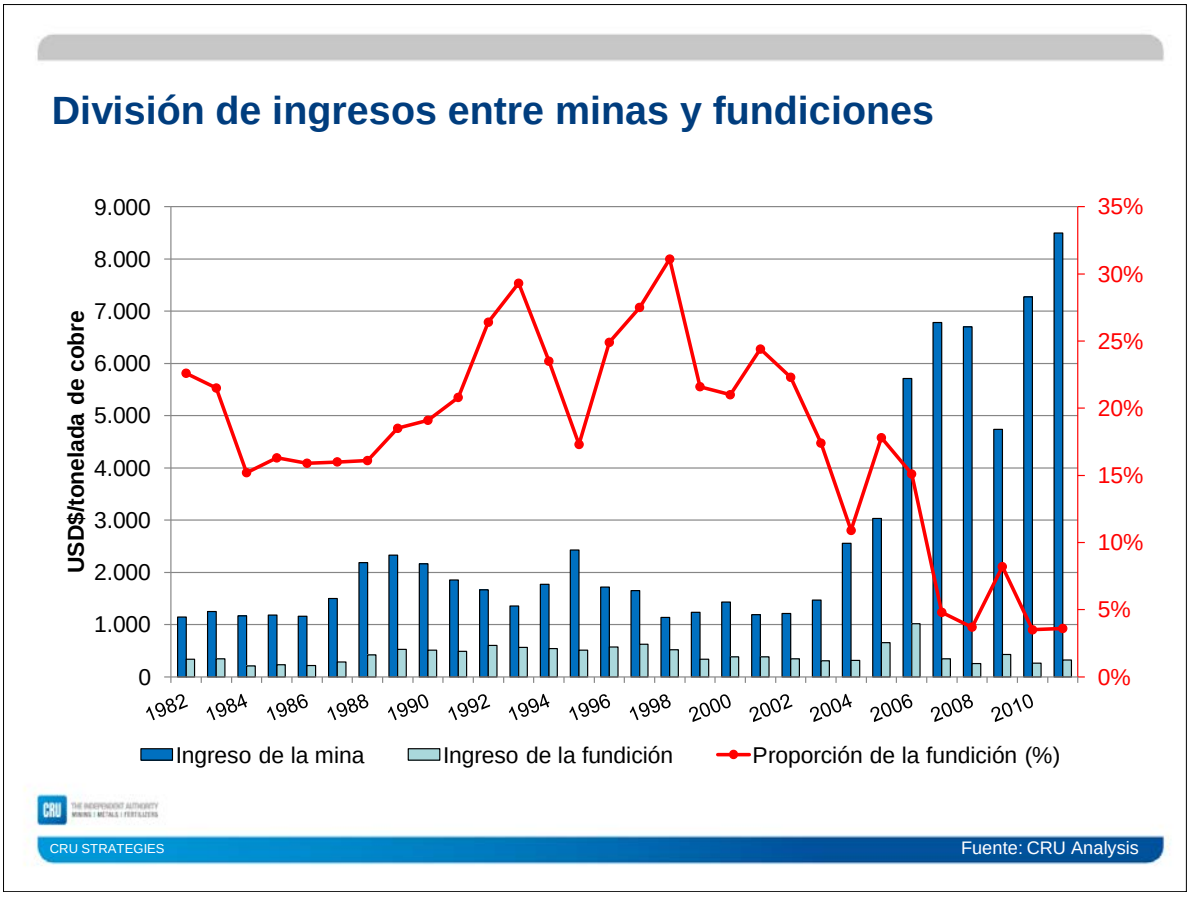
El siguiente gráfico expone las cantidades de cobre contenido en las varias etapas de producción para el año 2012. Como se dijo anteriormente, la mayor parte de la producción de cobre viene del lado de los sulfuros.

Figura 3.12: Un resumen de la producción mundial de cobre de 2012 mediante las principales etapas de producción (cobre contenido)



Hoy en día la mina recibe la mayor parte de los ingresos de cobre. Existe un exceso de capacidad de fundición y por lo tanto las mineras tienen una sólida posición negociadora cuando venden concentrado de cobre a fundiciones. En 2010/2011 la proporción del precio de cobre que recibieron las fundiciones fue entre 3% y 4%. En conclusión, fueron las compañías mineras y no las fundiciones, las grande beneficiadas por el auge en el precio del cobre.

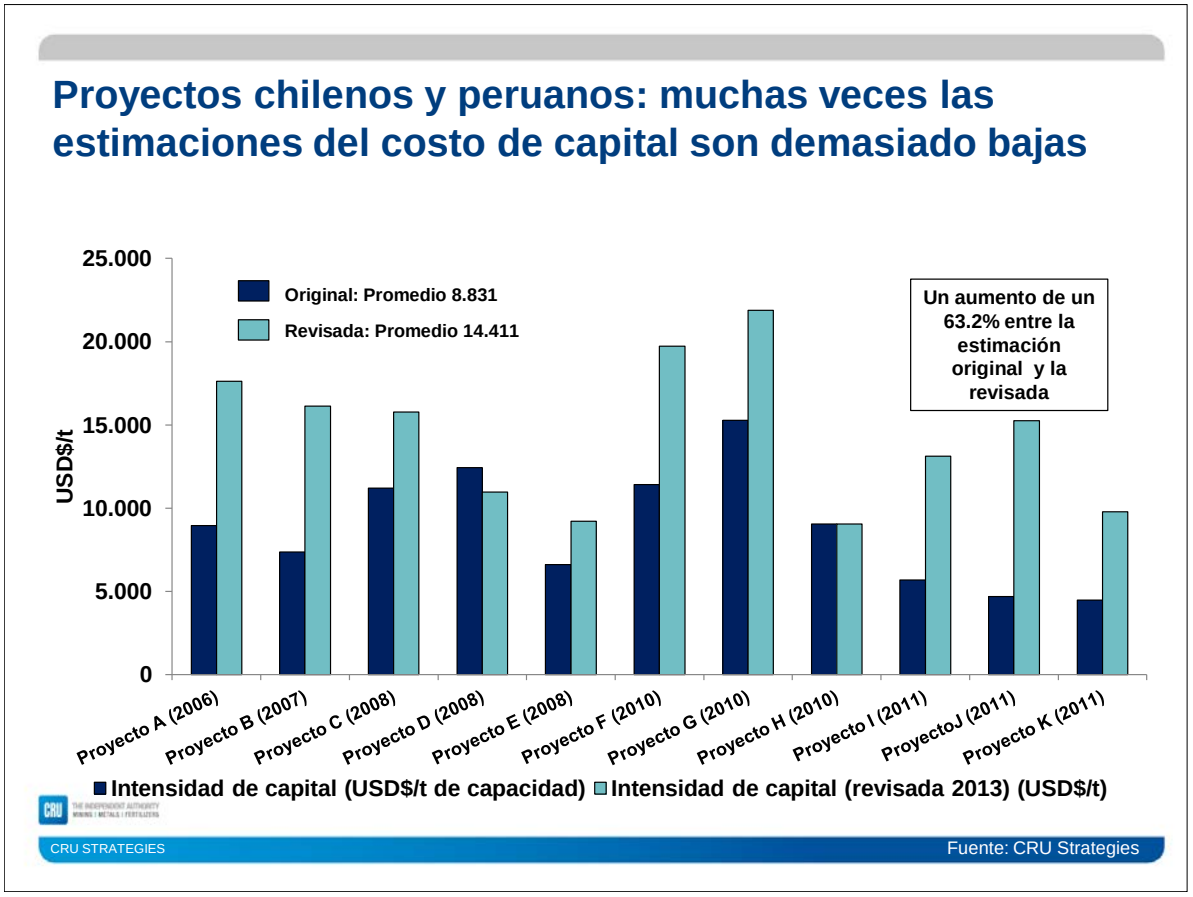
Figura 3.13: División de ingresos entre minas y fundiciones



3.3.3.4 El costo de capital y demoras

El costo de capital de un proyecto (CAPEX) es una estimación que se reevalúa en cada etapa del proyecto (pre-factibilidad, factibilidad, terminación etc.), por lo tanto es una cifra que cambia durante la vida del proyecto. El siguiente gráfico compara la intensidad de capital (USS por tonelada de capacidad) estimada al inicio del proyecto con la intensidad actual, es decir cuando se cumplió el proyecto o a una etapa de desarrollo más adelantada analizando casos actuales en Chile y Perú.

Figura 3.14: Proyectos chilenos y peruanos: muchas veces las estimaciones del costo de capital son demasiado bajas



El gráfico demuestra que la estimación de la intensidad de capital al inicio de un proyecto muchas veces está por debajo de la intensidad de capital final, tal que el costo final o revisado es, en promedio, un 63% más alto que las estimaciones iniciales. Este ejemplo solo incluye proyectos chilenos y peruanos, sin embargo es un fenómeno global y un desafío para la industria minera. Últimamente las accionistas de las grandes mineras, notablemente BHP Billiton y Anglo American, se han quejado de la falta de control de costos internos, tanto que se cambiaron los directores generales. Hoy en día las mineras están mucho más enfocadas en maximizar los márgenes de las operaciones existentes que en crecer la producción mediante adquisiciones o nuevos proyectos.

En cuanto a los retrasos – demoras, también tienen un impacto sobre la productividad de una operación minera. Para determinar la producción perdida cada año por causa de retrasos realizamos un análisis de los diez mayores países productores. Elegimos los 50 mayores proyectos, según su capacidad de producción, y comparamos la estimación de su fecha de inicio original con la

estimación actual o su fecha de inicio final. Calculamos la demora en meses de cada proyecto y luego lo multiplicamos por la producción anual del proyecto para llegar a una medida anual de la producción perdida. Además, clasificamos cada retraso dentro una de las siguientes categorías.

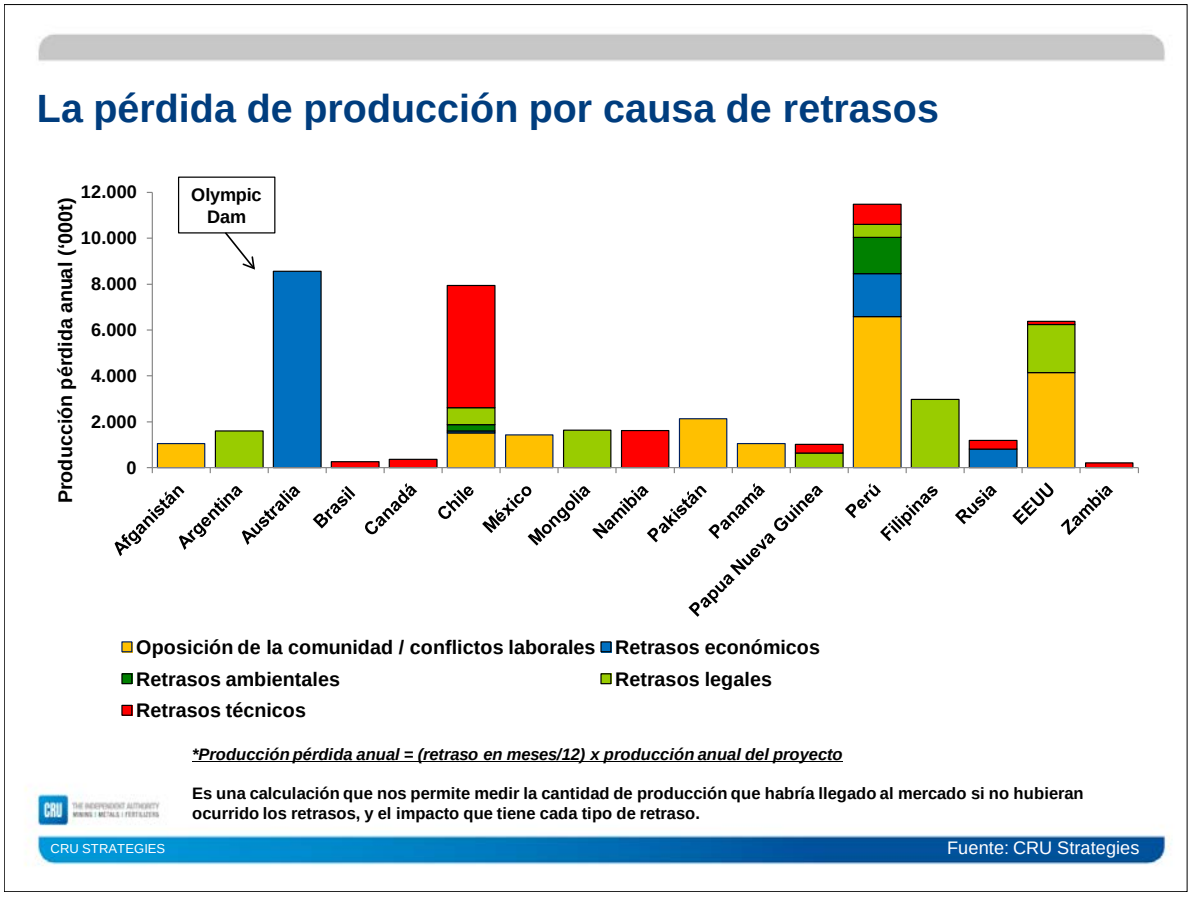
Tabla 3.11: Clasificación de retrasos

Tipo de trastorno	Ejemplos
Communidad / conflictos laborales	La oposición de la communidad local, huelgas / paros, y violencia y disrupciones en la mina
Ambiental	La representación de permisos ambientales y retrasos en la aprobación de permisos ambientales
Económico	El incio del proyecto está atrasado por causa de la crisis financiera global, la caída de los precios de cobre, el aumento de costos
Legal	Un cambio de las leyes tributarias, un cambio en el proceso de aprobación de los permisos ambientales, retrasos en la emisión de permisos mineros
Técnico	Estudios de ingenería adicionales, dificultad en conseguir suministros de energía y agua

Fuente: CRU Strategies

Como se puede ver en el siguiente gráfico las causas principales de los trastornos son conflictos laborales y la oposición de la comunidad local. En el caso de Colombia, la oposición de la comunidad local es un asunto importante, ya que Colombia tiene varias comunidades indígenas y muchos de los yacimientos de cobre están cerca de estas comunidades. Es imprescindible que cada proyecto de cobre cuente con el soporte de la comunidad local desde su inicio porque su oposición no sólo causa retrasos, sino también puede poner fin al proyecto.

Figura 3.15: Oposición de la comunidad y conflictos laborales provocan la mayor parte de los retrasos



3.3.4 Comercialización (exportaciones e importaciones)

Como mencionamos anteriormente, no sólo se comercializa el cobre refinado, sino varios productos intermedios también. En esta sección se exponen las importaciones de cobre refinado y concentrado de cobre. Fabricantes de productos semi-elaborados compran cobre refinado de refinerías para fabricar alambre, alambrón, barras etc., mientras las fundiciones compran concentrado de cobre directamente de las minas para producir cobre refinado. Por eso, se espera que los flujos comerciales del concentrado correspondan a los mayores países productores de cobre. Además, hoy en día la tendencia es de construir las fundiciones cerca del mercado, como consecuencia se estima que los flujos comerciales del concentrado se moverán hacia los países emergentes, especialmente China. Por otro lado, los flujos comerciales del cobre refinado tienen mucho que ver los países productores de productos semi-elaborados.

Es importante destacar que los datos sobre importaciones son de Global Trade Information Services (GTIS), por lo tanto, en el caso de concentrado de cobre, la cantidad no representa el cobre contenido sino el peso total del concentrado importado, que tiene entre un 25% y un 31% de cobre contenido.

Además, cabe mencionar que para los países europeos solo se consideran las importaciones con procedencia fuera de la Unión Europea, y las exportaciones con un destino fuera de la misma.

3.3.4.1 Asia: concentrado de cobre

De las tres regiones, Asia es por lejos el mayor importador del concentrado de cobre, importando casi 17 millones de toneladas en 2012. China y Japón fueron los importadores principales, China con 7,8 millones de toneladas y Japón con 5,1 millones de toneladas. Por otra parte, India y Corea del Sur importaron cantidades elevadas de concentrado en 2012, casi 2 millones de toneladas cada uno. Las fuentes principales de todos estos países son Chile y Perú, más contribuciones de Australia, Indonesia y Mongolia.

Entre 2007 y 2012 las importaciones hacia Asia subieron un 25% de 13,8 millones de toneladas a 17,0 millones de toneladas. Casi todo el crecimiento es de China como consecuencia del desarrollo económico y el creciente sector industrial del país.

Figura 3.16: China y Japón compusieron un 76% de las importaciones asiáticas de concentrado en 2012 (13 millones de toneladas)

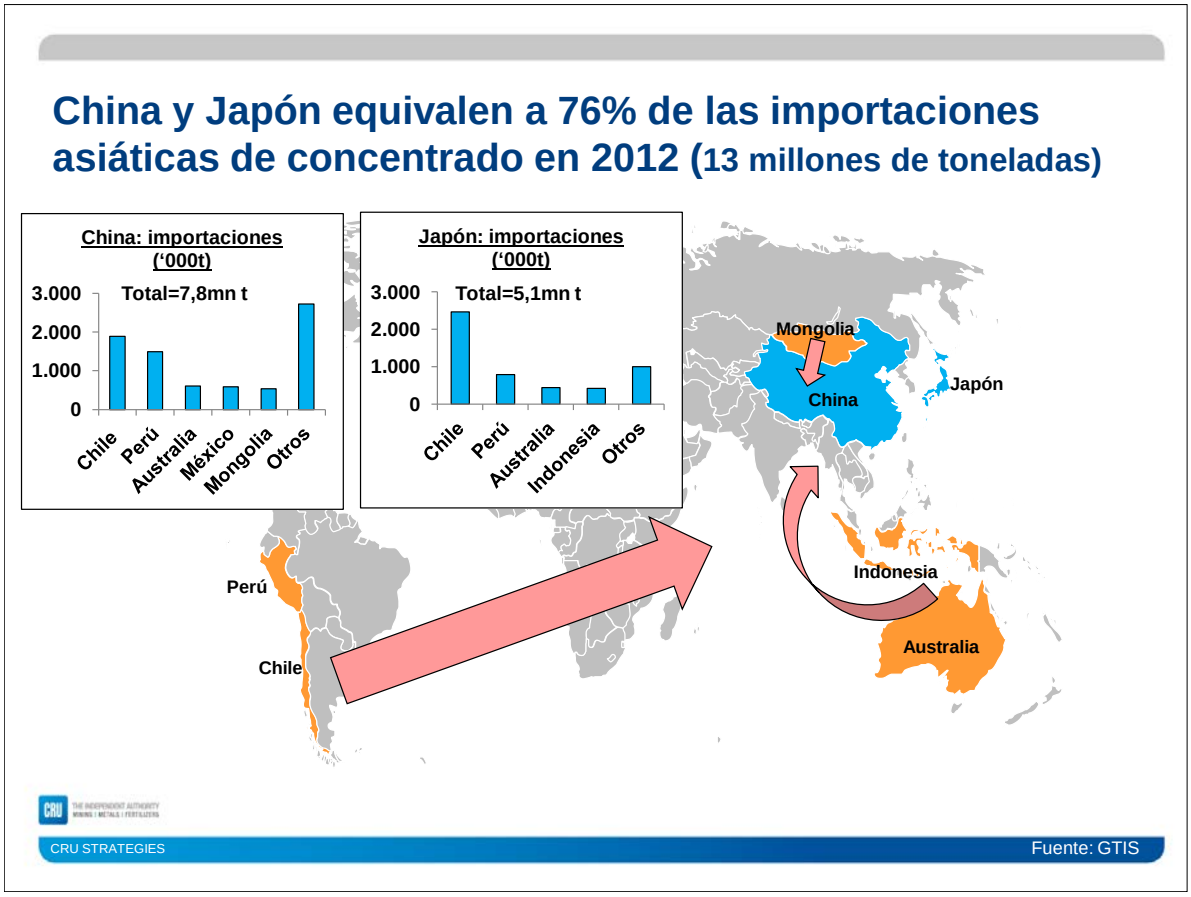


Tabla 3.12: Comportamiento histórico del comercio de concentrado de cobre en Asia, 2007-2012 ('000t)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
China	4.516	5.192	6.132	6.468	6.376	7.827
Japón	5.051	4.941	4.776	5.355	4.387	5.136
India	2.101	2.071	2.323	2.069	1.940	1.927
Corea Del Sur	1.403	1.484	1.597	1.728	1.733	1.683
Filipinas	600	622	698	639	456	336
Otros	173	430	157	120	161	52
Importaciones	**13.844**	**14.740**	**15.683**	**16.379**	**15.052**	**16.961**

Fuente: GTIS, CRU Analysis

Las importaciones de Las Américas son las que están alimentando las fundiciones chinas. Como comentamos anteriormente, han construido muchas fundiciones en el país para fomentar la industria, sin embargo China no produce una cantidad de concentrados suficiente para todas las fundiciones, y tiene que importar concentrado de cobre: como consecuencia es un importador neto del concentrado de cobre.

Tabla 3.13: Importaciones de concentrado de cobre de China por país de origen, 2007-2012 ('000t)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Chile	1.330	1.520	1.380	1.809	1.419	1.884
Perú	1.017	940	974	894	1.016	1.489
Australia	351	552	705	560	579	608
México	88	221	284	339	461	588
Mongolia	552	532	516	515	509	535
Otros	1.178	1.427	2.272	2.352	2.391	2.723
Total Importaciones	**4.516**	**5.192**	**6.132**	**6.468**	**6.376**	**7.827**
Total exportaciones	**1**	**2**	**0**	**0**	**0**	**1**

Fuente: GTIS, CRU Analysis

Japón posee varias fundiciones, pero no cuenta con un suministro domestico de concentrado de cobre. Por lo tanto, importa concentrado de Chile, Perú, Australia y Indonesia entre otros, y es un importador neto del cobre. Durante el período las importaciones hacia Japón no cambiaron muchos, sin embargo, cabe destacar la caída de 5,4 millones de toneladas en 2010 a 4,4 millones de toneladas en 2011, como consecuencia del terremoto en marzo de 2011, lo cual provocó el cierre temporal de varias fundiciones.

Tabla 3.14: Importaciones de concentrado de cobre de Japón por país de origen, 2007-2012 ('000t)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Chile	2.148	2.045	1.724	2.113	2.085	2.471
Perú	708	768	774	777	634	795
Australia	458	391	412	370	402	444
Indonesia	714	741	984	1.173	363	427
Otros	1.023	996	882	922	903	999
Total Importaciones	**5.051**	**4.941**	**4.776**	**5.355**	**4.387**	**5.136**
Total exportaciones	**-**	**0**	**-**	**-**	**0**	**-**

Fuente: GTIS, CRU Analysis

Más de la mitad de las importaciones de concentrado de cobre hacia Asia tiene su punto de origen en Sudamérica.

Tabla 3.15: Importaciones de concentrado de cobre de Asia por país de origen, 2007-2012 ('000t)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Chile	4.962	4.796	4.201	5.061	4.695	5.937
Perú	1.927	2.042	2.051	2.009	1.992	2.550
Australia	1.464	1.764	1.813	1.789	1.751	1.774
Indonesia	1.469	1.230	2.094	2.164	1.224	926
Argentina	344	291	338	205	209	242
Mongolia	552	532	516	515	509	535
Otros	2.954	3.657	4.524	4.519	4.552	4.992
Importaciones 7 Paises*	**13.673**	**14.311**	**15.538**	**16.262**	**14.933**	**16.958**
Participacion 7 Paises	99%	97%	99%	99%	99%	100%

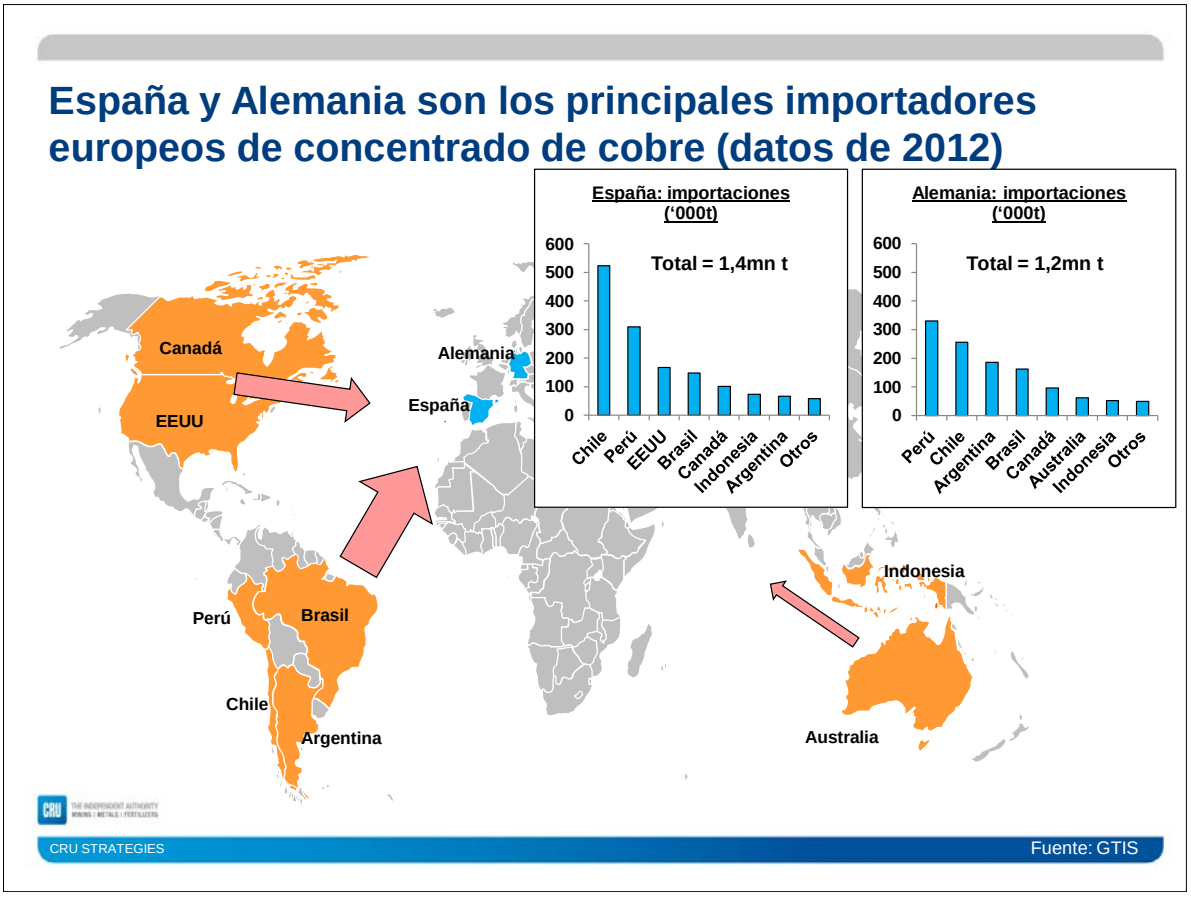
Fuente: GTIS, CRU Analysis

***7 paises: China,Japon,India,Corea del Sur,Filipinas,indonesia y Hong Kong**

3.3.4.2 Europa: concentrado de cobre, 2007-2012

En 2012 Europa importó 3,5 millones de toneladas de concentrado: los dos principales importadores fueron España y Alemania, con 1,4 millones de toneladas y 1,2 millones de toneladas respectivamente. La fuente principal de los dos países es Sudamérica, sobre todo Chile y Perú, luego Canadá y EEUU, más pequeñas cantidades de Australia e Indonesia. Durante el período entre 2007 y 2012 las importaciones de concentrado bajaron en casi todos los países con la excepción de España.

Figura 3.17: España y Alemania son los principales importadores europeos de concentrado de cobre (datos de 2012)



Como se puede ver de la siguiente tabla, la Unión Europea es un importador neto del concentrado de cobre, ya que aun posee varias fundiciones, pero no hay poca producción minera dentro de la región.

Tabla 3.16: Comportamiento histórico del comercio de concentrado de cobre en la Unión Europea, 2007-2012 ('000t)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
España	833	1.002	1.113	1.147	1.395	1.446
Alemania	1.266	1.076	1.215	1.106	1.095	1.191
Finlandia	354	378	244	314	301	309
Bulgaria	502	590	629	476	201	260
Suecia	270	282	237	240	235	258
Otros	82	74	96	49	60	42
Importaciones	**3.307**	**3.401**	**3.533**	**3.331**	**3.287**	**3.506**
Exportaciones	**136**	**144**	**237**	**210**	**316**	**412**

Fuente: GTIS, CRU Analysis

Las importaciones españolas de concentrado van a la única fundición del país, que está ubicada en Huelva, en la costa atlántica. La fundición requiere unas 300.000 toneladas de cobre contenido en forma de concentrado al año. Entre 2007 y 2012 las importaciones aumentaron en un 74% de 833.000 toneladas en 2012 a 1,4 millones de toneladas en 2012, sin embargo la producción de la fundición se mantuvo estable. Es más probable que el aumento de importaciones estuviera relacionado a la calidad del concentrado importado. Las fuentes principales de concentrado son Chile y Perú.

Tabla 3.17: Importaciones de concentrado de cobre de España por país de origen, 2007-2012 ('000t)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Chile	159	215	259	272	376	523
Perú	10	192	193	269	374	309
EEUU	-	-	-	0	52	167
Brasil	21	92	109	129	140	148
Canadá	22	37	11	57	115	100
Indonesia	493	324	431	276	209	74
Argentina	55	75	71	75	60	67
Otros	72	68	39	69	70	58
Importaciones	**833**	**1.002**	**1.113**	**1.147**	**1.395**	**1.446**

Fuente: GTIS, CRU Analysis

Las importaciones alemanas de concentrado de cobre bajaron levemente durante el período, de 1,3 millones de toneladas en 2007 a 1,2 millones de toneladas en 2012. Alemania tiene una sola fundición en Hamburgo, la cual consume las importaciones de concentrado. Las fuentes principales están todas en Sudamérica: Perú, Chile, Argentina y Brasil.

Tabla 3.18: Importaciones de concentrado de cobre de Alemania por país de origen, 2007-2012 ('000t)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Perú	291	268	289	285	261	330
Chile	349	374	441	188	237	255
Argentina	206	144	233	201	219	185
Brasil	155	96	96	162	160	162
Canadá	70	124	65	66	63	95
Australia	0	0	23	65	51	62
Indonesia	84	-	44	88	66	52
Importaciones	**1.266**	**1.076**	**1.215**	**1.106**	**1.095**	**1.191**

Fuente: GTIS, CRU Analysis

Como se puede ver en la siguiente tabla, la mayoría de las importaciones hacia Europa proceden de Sudamérica, con una contribución importante de Indonesia.

Tabla 3.19: Importaciones de concentrados de la Unión Europea por país de origen, 2007-2012 (‘000t)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Argentina	603	660	548	693	715	953
Chile	541	798	779	919	878	905
Indonesia	1.000	1.094	1.101	736	767	887
Perú	265	295	326	317	357	363
Brasil	321	229	304	302	295	273
Otros	577	324	475	364	275	125
Importaciones	**3.307**	**3.401**	**3.533**	**3.331**	**3.287**	**3.506**

Fuente: GTIS, CRU Analysis

3.3.4.3 Las Américas y el Caribe: concentrado de cobre

En 2012 Las Américas importó unas 580,000 toneladas de concentrado. Es una cantidad baja comparada con las importaciones de Europa y Asia, debido al hecho de que la mayor parte de la producción de concentrado procede de esa región. Los tres principales importadores fueron Brasil, Chile y México con 254.000 toneladas, 151.000 toneladas y 127.000 toneladas respectivamente.

El comercio en esa parte del mundo es bastante localizado. México importaba concentrados principalmente de EEUU, pero en 2012 también importó cantidades importantes de Chile, Brasil y España. La fuente principal de Brasil es Chile, mientras Chile importa concentrados de su vecino Perú y pequeñas cantidades de Bolivia y Canadá.

Figura 3.18: Las Américas no importan cantidades grandes de concentrado, ya que la región tiene una producción alta del mismo (datos 2012)

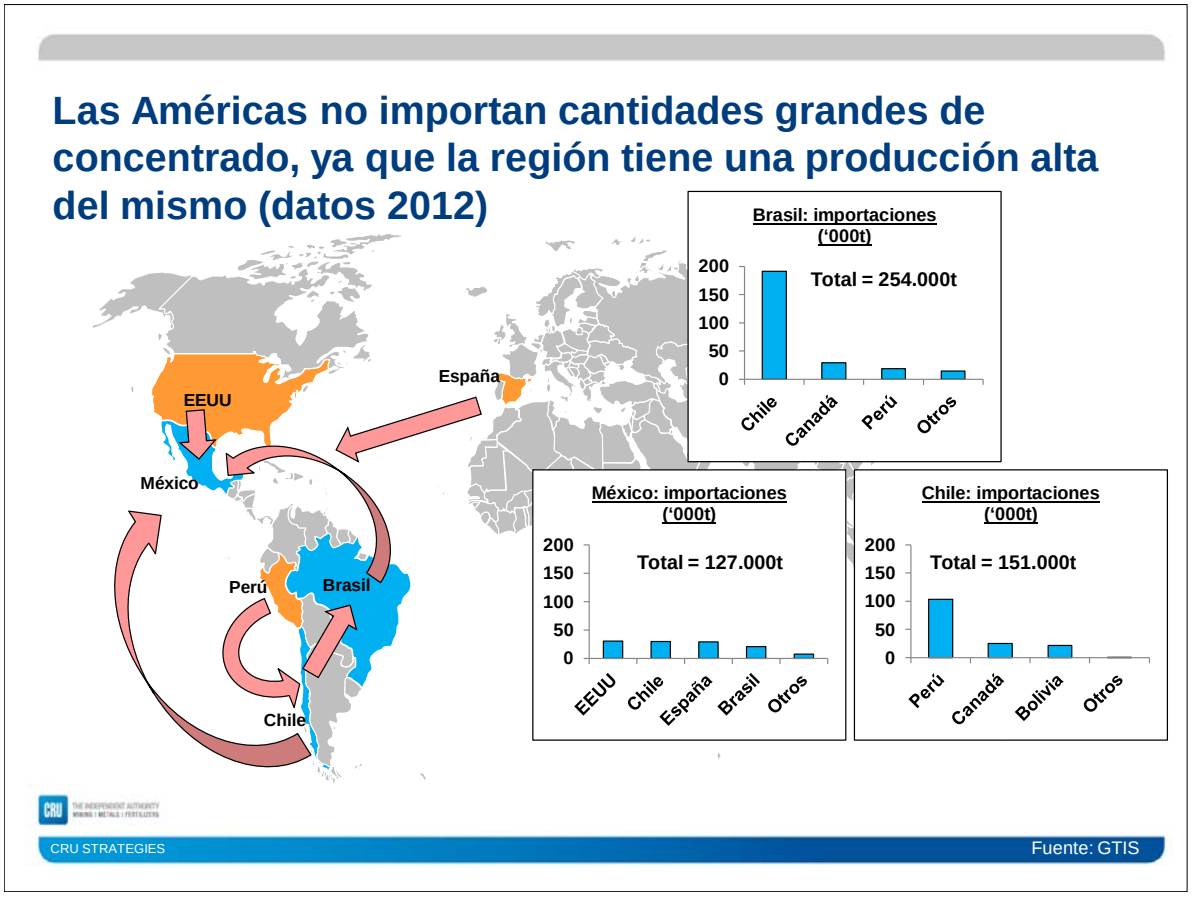


Tabla 3.20: Comportamiento histórico del comercio de concentrado de cobre en las Américas, 2007-2012 ('000t)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Brasil	483	474	423	468	458	254
Chile	93	124	53	155	184	151
México	0	155	14	33	60	127
EEUU	11	56	43	22	37	25
Canadá	67	75	52	45	15	14
Otros	3	6	3	5	18	10
Importaciones	**658**	**890**	**587**	**728**	**772**	**582**

Fuente: GTIS, CRU Analysis

Chile, como mayor productor de cobre, no hace falta de importar grandes cantidades de concentrado de cobre. No obstante, como se puede ver de la siguiente tabla, el país importa cantidades relativamente pequeñas de Perú, Canadá y Bolivia para sustentar las fundiciones chilenas.

Tabla 3.21: Importaciones de concentrado de cobre de Chile por país de origen, 2007-2012 ('000t)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Peru	91	121	51	142	171	104
Canada	-	0	0	-	0	25
Bolivia	3	4	2	6	2	22
Otros	0	0	0	7	10	1
Total Importaciones	**93**	**124**	**53**	**155**	**184**	**151**
Total exportaciones	**6.823**	**6.465**	**5.993**	**6.228**	**5.908**	**7.530**

Fuente: GTIS, CRU Analysis

Las importaciones brasileñas bajaron de 483.000 toneladas en 2007 a 254.000 toneladas en 2012, con una fuerte caída entre 2011 y 2012, sobre todo las importaciones que vinieron de Chile. Es muy probable que fuera provocado por una caída de la tasa de utilización de la fundición (el porcentaje de su capacidad en uso) de Dias D'Avila de un 90% en 2011 a un 73% en 2012. Como se puede ver de la tabla anterior, Chile es un exportador neto del concentrado de cobre: su producción de concentrado es miles de veces más grande que la demanda doméstica, por lo tanto se exporta la mayor parte de la producción.

Tabla 3.22: Importaciones de concentrado de cobre de Brasil por país de origen, 2007-2012 ('000t)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Chile	432	446	395	425	390	191
Perú	-	-	0	10	29	18
Canadá	-	-	-	-	10	29
Otros	51	28	28	33	28	14
Total Importaciones	**483**	**474**	**423**	**468**	**458**	**254**
Total exportaciones	**573**	**638**	**597**	**631**	**635**	**678**

Fuente: GTIS, CRU Analysis

Las importaciones de concentrado hacia México fluctuaron bastante entre 2007 y 2012. El país tiene dos fundiciones: una en San Luis Potosi y otra en La Caridad, las tasas de utilización de las cuales también fluctuaron durante el período. Cabe destacar que México es un exportador neto del concentrado de cobre.

Tabla 3.23: Importaciones de concentrado de cobre de México por país de origen, 2007-2012 (‘000t)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Chile	-	-	-	9	2	30
Perú	-	-	-	2	1	8
Canada	-	0	-	-	1	1
United States	0	145	1	8	33	30
Brasil	-	-	-	0	-	21
España	-	-	-	9	13	29
Otros	-	10	12	4	10	8
Total Importaciones	**0**	**155**	**14**	**33**	**60**	**127**
Total exportaciones	**168**	**199**	**242**	**374**	**440**	**576**

Fuente: GTIS, CRU Analysis

Como es el caso en Europa, la mayoría de las importaciones hacia Las Américas tienen su punto de origen en Sudamérica.

Tabla 3.24: Importaciones de concentrado de cobre de las Américas por país de origen, 2007-2012 (‘000t)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Chile	432	475	395	447	402	221
Perú	118	133	76	173	202	131
Canadá	11	56	43	22	42	75
EEUU	34	173	25	21	48	44
Bolivia	6	10	5	11	10	32
México	0	0	-	0	7	6
Otros	57	41	44	54	62	73
Importaciones 7 Paises*	**658**	**890**	**587**	**728**	**772**	**582**
Participación 7 Paises	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: GTIS, CRU Analysis

***7 Paises: Brasil, Chile, México, Canadá ,EEUU, Argentina y Perú**

3.3.4.4 Asia: cobre refinado

Asia, sobre todo China, es por lejos el mayor importador de cobre refinado. Como todas las otras regiones una cantidad importante tiene su punto de origen en Sudamérica, notablemente Chile y Perú.

Figura 3.19: China es por lejos el mayor importador asiático de cobre refinado (datos de 2012)

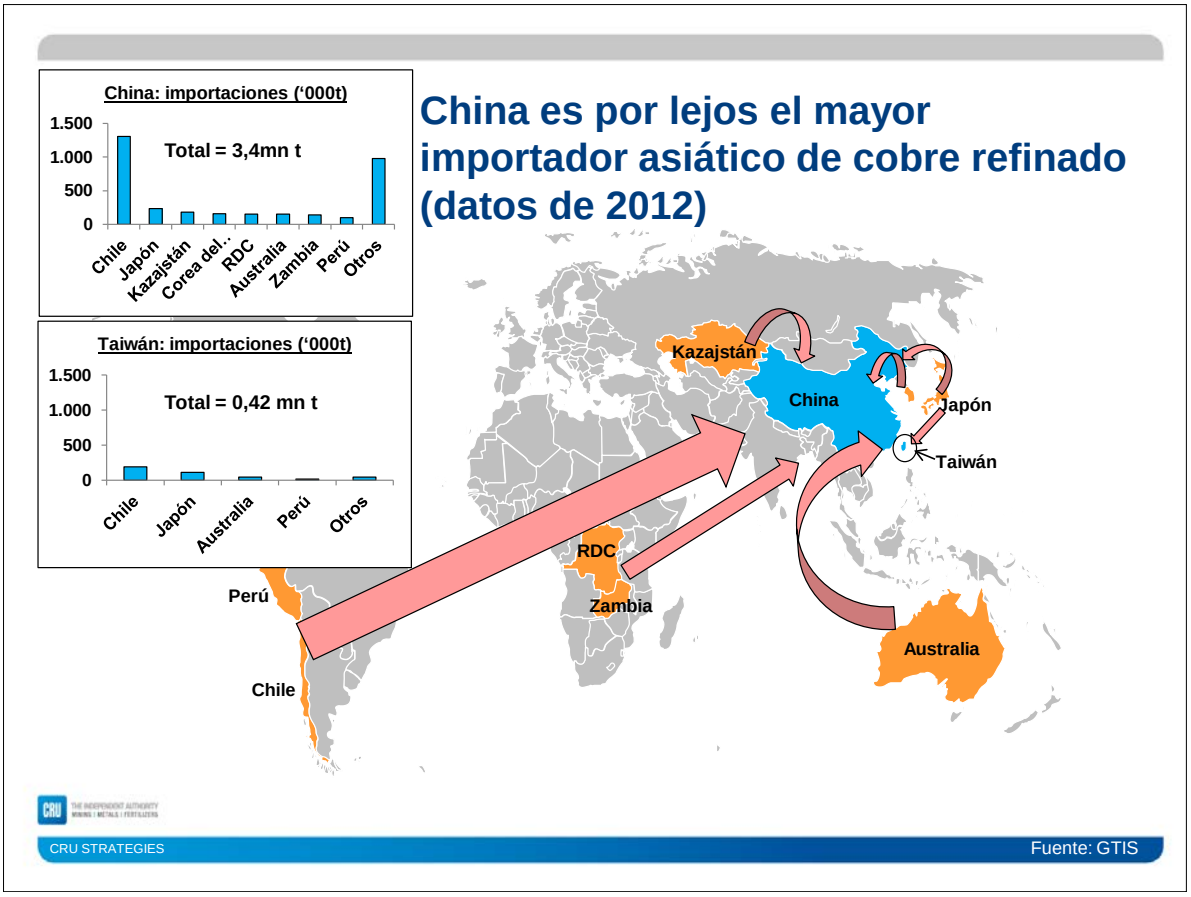


Tabla 3.25: Comportamiento histórico del comercio de cobre refinado en Asia, 2007-2012 ('000t)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
China	1.478	1.434	3.160	2.903	2.823	3.396
Taiwán	599	568	482	517	441	415
Turquia	269	275	289	330	333	347
Corea Del Sur	375	369	456	379	316	283
Tailandia	243	261	213	240	227	238
Otros	673	729	624	743	769	394
Importaciones	**3.638**	**3.636**	**5.224**	**5.111**	**4.909**	**5.073**

Fuente: GTIS, CRU Analysis

Las importaciones de cobre refinado hacia China más que se duplicaron de 1,5 millones de toneladas en 2007 a 3,4 millones de toneladas en 2012, por causa del desarrollo económico del país y su creciente sector industrial. La mayor parte del aumento de las importaciones provino de Chile, su fuente principal. Como en el caso de los concentrados, China es un importador neto del

concentrado de cobre: aunque posee varias fundiciones, incluso su suministro doméstico de cobre refinado no es suficiente para abastecer la demanda masiva del país.

Tabla 3.26: Importaciones de cobre refinado de China por país de origen, 2007-2012 (‘000t)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Chile	736	735	1.447	1.342	1.264	1.309
Japón	192	205	354	250	204	234
Kazajstán	151	130	163	188	170	182
Corea del Sur	87	70	84	88	118	154
RDC	-	2	24	106	92	152
Australia	25	61	145	124	147	148
Zambia	16	20	123	148	132	138
Perú	2	10	73	75	79	100
Otros	270	200	749	583	617	978
Total Importaciones	**1.478**	**1.434**	**3.160**	**2.903**	**2.823**	**3.396**
Total exportaciones	**126**	**96**	**73**	**39**	**156**	**274**

Fuente: GTIS, CRU Analysis

Taiwán es el segundo importador más grande de cobre refinado de la región, sin embargo las cantidades que importa son muy pequeñas comparadas con las importaciones hacia China. Además, las importaciones bajaron un 31% de 599.000 toneladas en 2007 a 415.000 toneladas en 2012. Es un importador neto, su fuente principal siendo Chile.

Tabla 3.27: Importaciones de cobre refinado de Taiwán por país de origen, 2007-2012 (‘000t)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Chile	206	232	213	240	199	193
Japón	110	92	120	105	95	114
Australia	93	103	42	55	58	45
Perú	-	-	-	27	29	16
Otros	190	142	106	90	59	48
Total Importaciones	**599**	**568**	**482**	**517**	**441**	**415**
Total exportaciones	**5**	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**

Fuente: GTIS, CRU Analysis

La fuente principal de importaciones de cobre refinado para Asia es Chile.

Tabla 3.28: Importaciones de cobre refinado de Asia por país de origen, 2007-2012 (‘000t)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Chile	1.240	1.258	2.008	1.942	1.856	1.802
Japón	368	376	577	490	404	494
Indonesia	129	115	159	137	130	61
Australia	237	318	282	277	336	370
Perú	16	24	85	114	122	129
Kazajstán	478	432	488	258	272	288
Otros	1.172	1.113	1.625	1.893	1.787	1.930
Importaciones 9 Paises*	**3.638**	**3.636**	**5.224**	**5.111**	**4.909**	**5.073**
Participacion 9 Paises	92%	90%	94%	92%	94%	100%

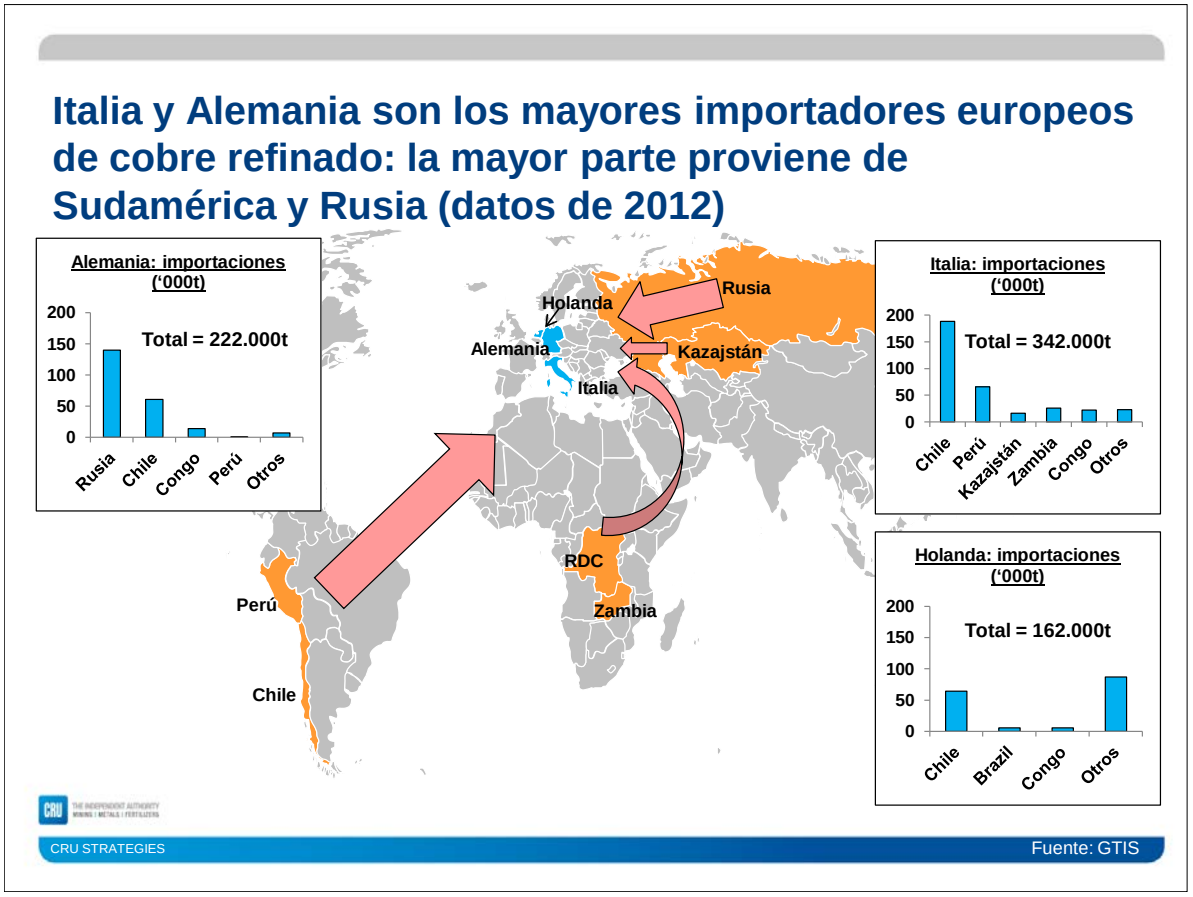
Fuente: GTIS, CRU Analysis

***9 Paises: China,Taiwan,Turquia,Corea del Sur,Tailandia,Malasia,Indonesia,Singapur,Japon**

3.3.4.5 Europa: cobre refinado

Alemania, Italia y Holanda son los mayores importadores europeos de cobre refinado y constituyeron el 75% de las importaciones europeas en 2012.

Figura 3.20: Italia y Alemania son los mayores importadores europeos de cobre refinado: la mayor parte proviene de Sudamérica y Rusia (datos de 2012)



Europa cuenta con una industria pequeña de productos semi-elaborados, sin embargo no es suficiente para abastecer la demanda de la región: la Unión Europea es un importador neto del cobre refinado.

Tabla 3.29: Comportamiento histórico del comercio de cobre refinado en la Unión Europea, 2007-2012 ('000t)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Italia	619	506	361	433	403	342
Alemania	336	304	268	257	257	222
Holanda	262	247	184	163	168	162
Francia	280	247	171	111	116	99
Grecia	101	67	50	54	43	41
Otros	126	157	134	104	93	97
Importaciones	**1.725**	**1.528**	**1.168**	**1.121**	**1.081**	**963**
Exportaciones	**96**	**242**	**571**	**388**	**489**	**634**

Fuente: GTIS, CRU Analysis

Las importaciones alemanas bajaron un 34% de 336.000 toneladas en 2007 a 257.000 toneladas en 2012, sobre todo las importaciones de Chile, lo cual corresponde a una leve contracción de demanda que experimentó el país durante el mismo período. Sus fuentes principales de cobre refinado son Rusia y Chile.

Tabla 3.30: Importaciones de cobre refinado de Alemania por país de origen, 2007-2012 ('000t)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Rusia	177	137	168	170	150	140
Chile	125	118	89	79	88	61
Congo	0	-	5	1	2	14
Perú	2	8	2	3	3	0
Otros	33	41	4	4	14	7
Importaciones	**336**	**304**	**268**	**257**	**257**	**222**

Fuente: GTIS, CRU Analysis

Las importaciones italianas también bajaron de 619.000 toneladas en 2007 a 342.000 toneladas en 2012, especialmente las que provinieron de Chile: cayeron más de un 51%, de 384.000 toneladas en 2007 a 189.000 en 2012. La causa fue, como en Alemania, la crisis financiera. Sus fuentes principales de cobre refinado son Chile y Perú.

Tabla 3.31: Importaciones de cobre refinado de Italia por país de origen, 2007-2012 ('000t)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Chile	384	331	191	245	224	189
Perú	83	77	64	70	84	66
Irán	30	5	34	24	-	7
Rusia	1	0	24	46	3	-
Kazajstán	40	10	18	11	12	17
Zambia	38	32	14	3	30	26
Congo	0	-	1	12	6	22
Otros	43	50	15	22	44	16
Importaciones	**619**	**506**	**361**	**433**	**403**	**342**

Fuente: GTIS, CRU Analysis

La situación es igual en Holanda, las importaciones holandesas bajaron un 38% de 262.000 toneladas en 2007 a 162.000 toneladas en 2012. La causa principal fue la crisis financiera, y sobre todo afectó las importaciones de Chile. Su fuente principal de cobre refinado es Chile.

Tabla 3.32: Importaciones de cobre refinado de Holanda por país de origen, 2007-2012 ('000t)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Chile	131	118	67	56	85	65
Brazil	15	35	2	0	7	5
Congo	-	-	1	0	1	6
South Africa	3	2	3	2	3	0
Rusia	66	61	103	95	52	-
Peru	20	-	6	6	11	-
Otros	26	31	3	4	8	87
Importaciones	**262**	**247**	**184**	**163**	**168**	**162**

Fuente: GTIS, CRU Analysis

La fuente principal de importaciones de cobre refinado para Europa es Chile sin embargo, la crisis financiera y la madurez de las economías europeas provocaron una caída de las importaciones chilenas de 1,0 millón de toneladas en 2007 a 472.000 toneladas en 2012.

Tabla 3.33: Importaciones de cobre refinado de Europa por país de origen, 2007-2012 ('000t)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Chile	1.018	891	610	567	579	472
Rusia	263	226	311	324	210	144
Perú	105	86	72	79	99	66
RDC	6	13	21	29	24	64
Zambia	47	40	18	6	35	27
Kazajstán	82	50	24	13	16	20
Otros	204	223	113	104	118	169
Importaciones	**1.725**	**1.528**	**1.168**	**1.121**	**1.081**	**963**

Fuente: GTIS, CRU Analysis

3.3.4.6 Las Américas y el Caribe: cobre refinado

EEUU y Brasil son los mayores importadores de cobre refinado dentro de la región. Los dos países importan cobre refinado para abastecer su industria de productos semi-elaborados.

Figura 3.21: EEUU y Brasil son los mayores importadores de cobre refinado de Las Américas: la mayor parte proviene de Chile (datos 2012)

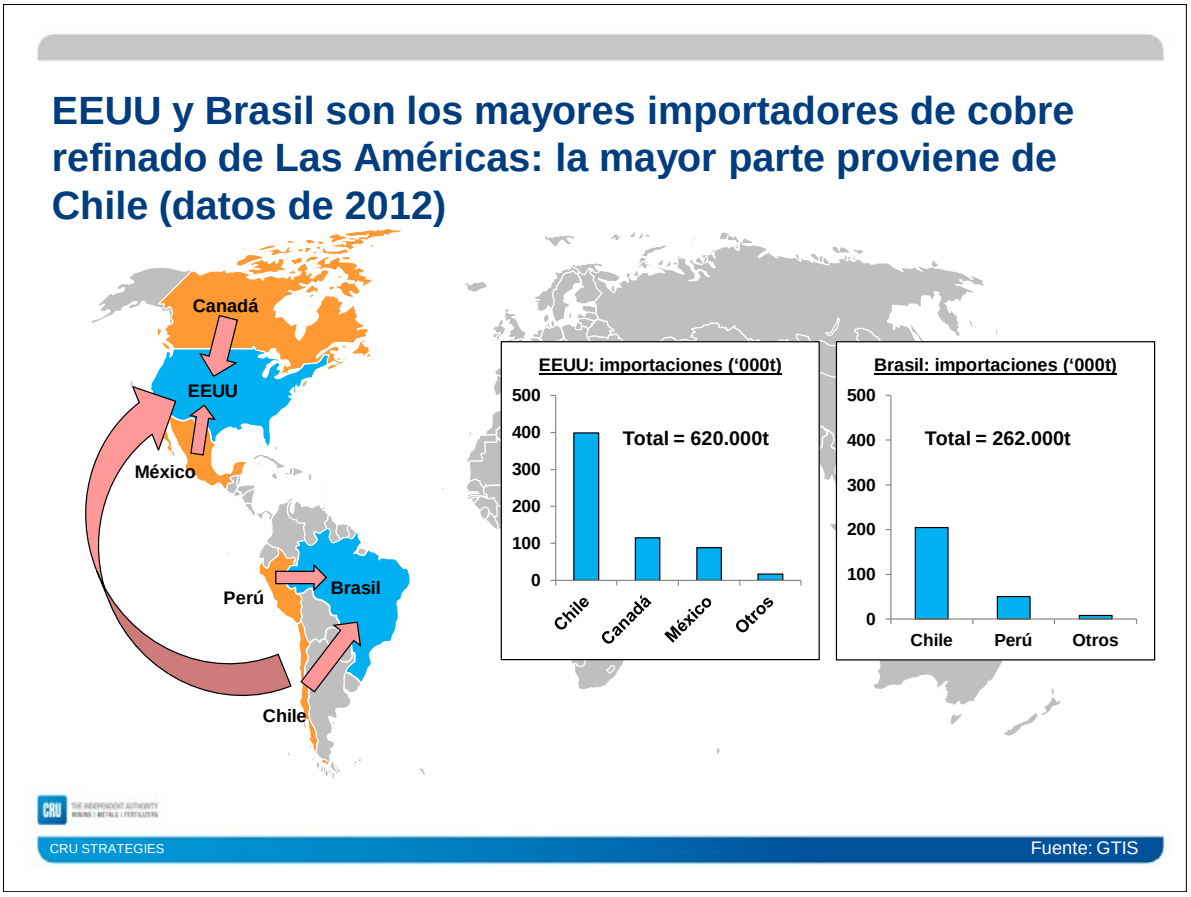


Tabla 3.34: Comportamiento histórico del comercio de cobre refinado en las Américas, 2007-2012 ('000t)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
EEUU	798	705	628	562	632	620
Brasil	217	251	204	252	226	262
México	22	39	56	56	26	25
Argentina	13	13	10	9	11	10
Otros	29	28	28	20	16	10
Importaciones	**1.079**	**1.036**	**925**	**899**	**910**	**926**

Fuente: GTIS, CRU Analysis

Las importaciones de cobre refinado hacia los EEUU bajaron un 22% de 798.000 toneladas en 2007 a 620.000 toneladas en 2012. Toda la caída se explica por una disminución del abastecimiento desde Canadá. Como se puede ver de la siguiente tabla, EEUU es un importador neto del cobre refinado y su fuente principal es Chile.

Tabla 3.35: Importaciones de cobre refinado de EEUU por país de origen, 2007-2012 ('000t)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Chile	350	322	285	286	351	399
Canadá	246	242	189	168	138	115
México	50	20	20	19	97	88
Otros	152	121	133	89	46	17
Total Importaciones	**798**	**705**	**628**	**562**	**632**	**620**
Total exportaciones	**21**	**21**	**77**	**66**	**17**	**118**

Fuente: GTIS, CRU Analysis

Las importaciones hacia Brasil subieron un 21% de 217.000 en 2007 a 262.000 en 2012, debido a un aumento de las importaciones de Chile. Brasil es un país emergente, y se espera que su consumo de cobre aumente aun más en el largo plazo. Cómo EEUU, Brasil es un importador neto del cobre refinado, y también su fuente principal es Chile.

Tabla 3.36: Importaciones de cobre refinado de Brasil por país de origen, 2007-2012 ('000t)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Chile	166	206	165	203	169	204
Perú	51	45	39	49	57	50
Otros	0	-	0	0	0	8
Total Importaciones	**217**	**251**	**204**	**252**	**226**	**262**
Total exportaciones	**102**	**93**	**89**	**45**	**56**	**16**

Fuente: GTIS, CRU Analysis

La fuente principal de importaciones de cobre refinado para Las Américas es Chile, y a pesar de que las importaciones hacia la región bajaran durante el período, las importaciones de Chile subieron un 13% de 559.000 toneladas a 631.000 toneladas.

Tabla 3.37: Importaciones de cobre refinado de las Américas por país de origen, 2007-2012 ('000t)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Chile	559	574	504	546	552	631
Perú	194	177	180	136	106	70
México	50	20	20	20	97	89
EEUU	12	19	18	25	14	11
Canadá	247	242	189	168	138	115
Otros	17	2	13	4	3	10
Importaciones 9 Paises*	**1.079**	**1.036**	**925**	**899**	**910**	**926**
Participacion 9 paises	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: GTIS, CRU Analysis

***9 paises:EEUU, Brasil, Mexico, Argentina, Colombia, Ecuador, Venezuela,Perú, Canadá**

3.3.5 Evolución histórica de la oferta

3.3.5.1 Definiciones

Cuando se habla de la oferta de cobre se refiere a la producción que proviene de las minas. La oferta está compuesta de:

- Concentrado de cobre para la fundición;
- El cátodo de cobre producido por minas, es decir las minas que son integradas verticalmente, y;
- Cobre en otras formas, por ejemplo el cobre obtenido como producto secundario durante la refinación de níquel.

La cantidad ofrecida se refiere al cobre contenido en los productos expresado en toneladas.

3.3.5.2 Introducción

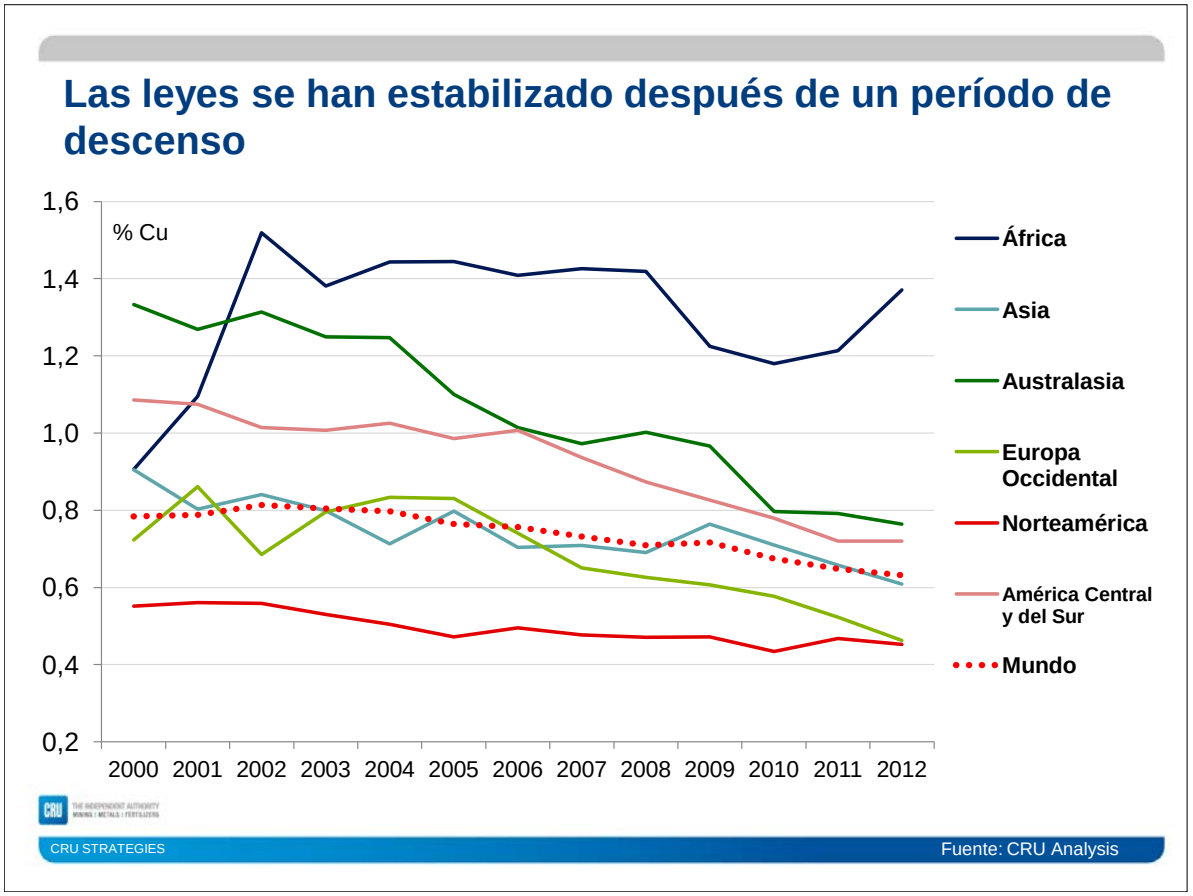
En 2012, después de 4 años con tasas de crecimiento muy bajas, la oferta de cobre se recuperó levemente, con una tasa de crecimiento interanual de 4%. Por un lado, la subida en la oferta fue el resultado de menos demoras en 2012 y, por otro lado, fue provocada por la puesta en marcha de algunos nuevos proyectos importantes: Antapaccay en Perú (Xstrata), la expansión Lomas Bayas en Chile (Xstrata) y Salobo en Brasil (Vale). Éstos marcan el empiezo de una serie de nuevos proyectos: el fuerte incremento del precio de cobre entre 2004 y 2008 estimuló inversión en exploración y desarrollo, por lo tanto se espera que más proyectos vayan a ponerse en marcha durante los próximos 4 años.

Entre 2005 y 2011 se vieron los efectos de los bajos precios durante los noventas, los cuales resultó en un período con poca exploración y desarrollo de yacimientos de cobre. En el año 2008 hubo graves problemas operativos en varias minas: condiciones climáticas adversas en África, Chile, China y otros países de Asia; problemas con el suministro de energía en África, Chile y China; problemas técnicos y conflictos laborales en Sudamérica y África. Estas dificultades, combinadas con el comienzo de la crisis financiera, mantuvieron la oferta de cobre en un nivel estable, casi sin variación con respecto al año 2007. La crisis financiera empeoró en 2009, sin embargo la oferta de cobre creció un 2,5%. De hecho, la producción de 2009 podría haber sido aún más alta, si no hubiesen resurgido problemas antiguos: conflictos laborales en Canadá y Chile y cuestiones de gobernanza en la República Democrática del Congo, Zambia e Indonesia.

En 2011 la producción minera subió un 0,8% a 16,1 millones de toneladas, solamente 3,4% más alto que la de 2008 ya que el aumento de producción que provino de nuevos proyectos fue más que compensado por varios trastornos. Los factores principales fueron la más que anticipada caída de leyes, las condiciones climáticas inusualmente adversas durante todo el año, más huelgas y conflictos laborales. Además, problemas de infraestructura, sobre todo agua y energía, han adquirido mayor relevancia.

Cabe destacar que la caída de las leyes es un factor importante. En 2012 las leyes mostraron señales de más estabilidad, y la finalización del proyecto de leyes en Escondida (Chile) sostuvo el promedio global. No obstante, en el largo plazo hay una tendencia a la baja, la cual reducirá la producción de operaciones existentes.

Figura 3.22: Las leyes se han estabilizado después de un período de descenso



Durante 2011, todas las regiones experimentaron una caída de leyes. Mirando hacia atrás, se puede ver que entre 2005 y 2012 las leyes bajaron en todas las regiones, excepto África, donde las leyes subieron un 70% en promedio, un aumento excepcional. Sin embargo, se debe tener cuidado a la hora de interpretar esas cifras, ya que las fuentes de información en la región no son totalmente confiables.

Tabla 3.38: Oferta histórica de cobre proveniente de mina por región, 2005 - 2012 ('000t)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	CAGR % 05-12
País									
Canadá	596	597	585	594	485	498	583	585	(0,3)
México	368	290	308	248	231	250	419	466	3,4
EEUU	1.121	1.215	1.179	1.333	1.211	1.132	1.136	1.171	0,6
Norteamérica	**2.085**	**2.103**	**2.073**	**2.175**	**1.926**	**1.880**	**2.138**	**2.222**	**0,9**
Argentina	187	180	180	157	143	140	117	136	(4,5)
Brasil	131	143	200	217	210	216	212	219	7,7
Chile	5.355	5.382	5.599	5.295	5.381	5.367	5.280	5.475	0,3
Perú	1.007	1.045	1.174	1.257	1.241	1.226	1.203	1.288	3,6
Otros, Sudamérica	0	0	0	2	12	15	15	16	n/a
América Central y del Sur	**6.680**	**6.750**	**7.153**	**6.928**	**6.988**	**6.964**	**6.827**	**7.133**	**0,9**
Bulgaria	106	107	111	105	107	108	113	116	1,4
Polonia	511	497	452	429	439	426	419	427	(2,5)
Portugal	89	79	90	89	87	77	81	66	(4,3)
Rumanía	14	12	12	12	12	12	12	12	(1,9)
Rusia	645	650	651	643	641	627	626	625	(0,4)
Serbia	28	24	21	21	21	22	24	29	0,5
España	6	8	7	9	18	56	69	97	48,5
Suecia	98	97	67	59	55	77	83	82	(2,4)
Otros, Europa Occidental	22	20	21	21	21	22	21	31	4,7
Europa	**1.518**	**1.495**	**1.431**	**1.388**	**1.401**	**1.426**	**1.449**	**1.485**	**(0,3)**
Europa Central y Oriental	***1.275***	***1.267***	***1.225***	***1.190***	***1.200***	***1.173***	***1.170***	***1.180***	***(1,1)***
Europa Occidental	***244***	***228***	***206***	***198***	***202***	***253***	***279***	***305***	***3,3***
Suráfrica	93	92	101	115	106	102	98	78	(2,3)
República Democrática del Congo	98	144	159	243	309	364	460	570	28,6
Mauritania	0	5	29	33	37	37	35	38	n/a
Zambia	412	469	546	574	665	690	720	736	8,7
Otros, África	62	56	58	65	52	53	61	74	2,5
África	**664**	**766**	**893**	**1.029**	**1.169**	**1.246**	**1.373**	**1.496**	**12,3**
Armenia	10	16	18	13	25	27	28	28	15,6
China	790	821	917	1.037	1.063	1.237	1.381	1.629	10,9
India	31	30	30	33	32	32	34	36	2,0
Indonesia	1.064	817	789	651	996	872	542	397	(13,1)
Irán	184	216	244	248	263	257	259	232	3,4
Kazajstán	399	449	433	467	453	427	400	406	0,3
Laos	30	61	63	89	122	132	139	150	25,5
Mongolia	130	133	133	130	129	126	125	141	1,2
Myanmar	24	24	24	24	24	24	24	24	0,0
Filipinas	16	18	25	28	49	58	63	63	21,2
Turquía	54	49	60	61	66	66	73	74	4,8
Uzbekistán	103	100	89	73	79	83	90	89	(2,0)
Otros, Asia	52	46	61	69	68	57	53	62	2,5
Asia	**2.887**	**2.779**	**2.884**	**2.923**	**3.370**	**3.397**	**3.210**	**3.331**	**2,1**
Asia ex. China)	***2.096***	***1.958***	***1.967***	***1.886***	***2.307***	***2.161***	***1.829***	***1.702***	***(2,9)***
Australia	918	883	865	885	855	871	948	930	0,2
Papua Nueva Guinea	193	194	169	160	167	160	130	125	(6,0)
Australasia	**1.111**	**1.077**	**1.034**	**1.045**	**1.022**	**1.030**	**1.079**	**1.055**	**(0,7)**
Total mundial	**14.946**	**14.969**	**15.469**	**15.488**	**15.876**	**15.944**	**16.076**	**16.723**	**1,6**
cambio %	*2,1%*	*0,2%*	*3,3%*	*0,1%*	*2,5%*	*0,4%*	*0,8%*	*4,0%*	

Fuente: CRU Analysis

3.3.5.3 Asia

Durante el período la proporción de la oferta regional que proviene de China subió de un 27% en 2005 (790.000 toneladas) a un 49% en 2012 (1,6 millones de toneladas): el resultado de la pronunciada subida de precios en los años 2000. Muchas de las minas chinas son pequeñas y

marginales en términos de costos, debido a su tamaño y ubicación geográfica, así que una caída de precios las afectaría mucho.

Por otra parte, Indonesia perdió importancia como productor de cobre; su producción disminuyó de 1,1 millones de toneladas en 2005 a 397.000 de toneladas en 2012. Por un lado, es la consecuencia de una política minera incierta, ya que el gobierno indonesio lleva varios años revisándola, y como consecuencia muchas mineras atrasaron expansiones mientras esperaban la decisión del gobierno. Por otro lado, hubo varios conflictos laborales entre 2010 y 2012 en la mina Grasberg de Freeport, los cuales afectaron mucho su producción.

La oferta de la región en su conjunto creció con una CAGR de 2,1% a lo largo del período, pero si se separa el crecimiento de la oferta china, se puede ver que los otros países de la región experimentaron una contracción de la oferta con una CAGR negativa de -2,9%, mientras la CAGR de China fue 10,9% durante el mismo período.

3.3.5.4 Europa

En 2012 Europa proporcionó un 8,8% de la oferta mundial, comparado con un 10,6% en 2005. Como se menciona anteriormente, Europa era un productor importante del cobre, pero casi todos los recursos ya han sido explotados. Hoy en día toda la exploración se realiza en Suramérica y África, donde los costos de producción son más bajos y existe una gran cantidad de recursos.

Casi todos los países, con la excepción de España, experimentaron una caída o un aumento muy ligero en su producción de cobre dentro del período. La producción española creció debido a la operación Cobre Las Cruces en Sevilla, la cual empezó en 2009, y cuando alcance su capacidad máxima producirá alrededor de 70.000 al año. Rusia sigue siendo el mayor productor de la región, con 42% de la oferta regional en 2005 y 2012.

3.3.5.5 Las Américas y el Caribe

Sudamérica es, por lejos, el mayor productor de cobre, debido en gran parte a la producción chilena. Chile produjo 5,3 millones de toneladas en 2005 (35,8% de la oferta mundial) y 5,5 millones de toneladas en 2012 (32,7% de la oferta mundial). Perú también realiza una contribución importante, la cual creció bastante durante el período de 1,0 millón de toneladas en 2005 a 1,3 millones de toneladas en 2012, con un CAGR 3,6%.

3.3.5.6 La participación histórica de las 10 mayores mineras

Como se puede ver de la siguiente tabla, la proporción de la producción mundial de cobre controlada por las 10 mayores mineras bajó de un 57% en 2007 a un 49% en 2012. La minera más grande en 2012 fue Codelco, la cuprífera estatal chilena, con un 10% de la producción mundial. Freeport McMoRan, una empresa estadounidense, fue la segunda minera más grande con un 8% de la producción.

Cabe destacar que una mina de cobre tiene un plazo de desarrollo de entre 8 y 10 años y requiere un alto nivel de capital. Por eso, las grandes mineras dominan la producción de cobre: tienen los recursos financieros y conocimiento técnico necesarios para desarrollar un yacimiento de cobre para que sea económicamente viable.

Tabla 3.39: Participación histórica de las 10 mayores mineras, 2007-2012 ('000t de cobre en concentrado y cátodos)

Rango		2007	%		2008	%		2009	%
1	**Codelco**	1.665	11%	**Freeport-McMoRan**	1.546	10%	**Codelco**	1.786	11%
2	**Freeport**	1.583	10%	**Codelco**	1.543	10%	**Freeport-McMoRan**	1.538	10%
3	**BHP Billiton**	1.391	9%	**BHP Billiton**	1.345	9%	**BHP Billiton**	1.150	7%
4	**Xstrata**	931	6%	**Rio Tinto**	724	5%	**Rio Tinto**	818	5%
5	**Rio Tinto**	738	5%	**Anglo American**	666	4%	**Anglo American**	686	4%
6	**Anglo American**	666	4%	**Xstrata****	587	4%	**Xstrata****	557	4%
7	**Grupo Mexico**	592	4%	**Grupo Mexico**	575	4%	**Glencore**	487	3%
8	**KGHM**	441	3%	**Glencore**	497	3%	**KGHM**	439	3%
9	**Norilsk Nickel**	423	3%	**KGHM**	429	3%	**Norilsk Nickel**	406	3%
10	**Kazakhmys**	348	2%	**Norilsk Nickel**	419	3%	**Grupo Mexico**	396	2%
Producción total*		**15.469**			**15.488**			**15.876**	
% de la producción controlada por los Top 10		**57%**			**54%**			**52%**	

Rango		2010	%		2011	%		2012	%
1	**Codelco**	1.715	11%	**Codelco**	1.817	11%	**Codelco**	1.750	10%
2	**Freeport-McMoRan**	1.437	9%	**Freeport-McMoRan**	1.376	9%	**Freeport-McMoRan**	1.345	8%
3	**BHP Billiton**	1.128	7%	**BHP Billiton**	1.052	7%	**BHP Billiton**	1.198	7%
4	**Rio Tinto**	701	4%	**Grupo Mexico**	654	4%	**Grupo Mexico**	699	4%
5	**Anglo American**	645	4%	**Anglo American**	619	4%	**Rio Tinto**	583	3%
6	**Grupo Mexico**	590	4%	**Xstrata****	570	4%	**Anglo American**	554	3%
7	**Xstrata****	581	4%	**Rio Tinto**	553	3%	**KGHM**	537	3%
8	**Glencore**	504	3%	**Glencore**	523	3%	**Glencore**	530	3%
9	**KGHM**	426	3%	**Antofagasta**	420	3%	**Antofagasta**	503	3%
10	**Norilsk Nickel**	389	2%	**KGHM**	419	3%	**Xstrata****	502	3%
Producción total*		**15.944**			**16.076**			**16.732**	
% de la producción controlada por los Top 10		**51%**			**50%**			**49%**	

Fuente: CRU Analysis

* La producción refleja la proporción de producción equivalente a su participación en la mina

****** Equivalente a la participación de Xstrata en la mina menos la porción de su empresa matriz, Glencore.

3.3.6 Evolución pronosticada de la oferta en el corto plazo

3.3.6.1 Metodología

Para determinar la oferta de cobre en el corto plazo incluimos:

- **Operaciones existentes**: Tomamos en cuenta la producción histórica de las operaciones, junto con la producción prevista según la minera. Además, evaluamos el pronóstico de la minera para ver si es factible.

- **Futuros proyectos**: Existen cuatro categorías de futuros proyectos:
  - **Proyectos firmes**: Estos proyectos tiene una probabilidad de 90% de ponerse en marcha. Además, ya tienen todos los permisos necesarios; su financiamiento está ya muy avanzado y deberían estar en operación dentro de los próximos 2 a 4 años (al menos que suceda algo imprevisto).
  - **Proyectos probables**: Estos proyectos tiene una probabilidad de 70% de ponerse en marcha. También, ya tienen o han casi terminado sus estudios de factibilidad y se espera que el resultado sea positivo.
  - **Proyectos posibles**: Los estudios de factibilidad ya se han empezado o están punto de empezar, y hay un indicio de que el proyecto será rentable.
  - **Proyectos suspendidos**: operaciones que se encuentran suspendidas en este momento, pero que se van a reiniciar en el futuro.

- **Variación por causa de problemas operativos (*disruption allowance*):** se reduce la oferta en un determinado porcentaje para tomar en cuenta problemas imprevistos: huelgas, leyes, condiciones climáticas adversas, terremotos, problemas tecnológicos etc. No se aplica a cada operación, sino de forma general, a toda la industria según la experiencia de CRU. La variación por causa de estos problemas es independiente del estado del mercado y simplemente refleja el despeño general de la industria.

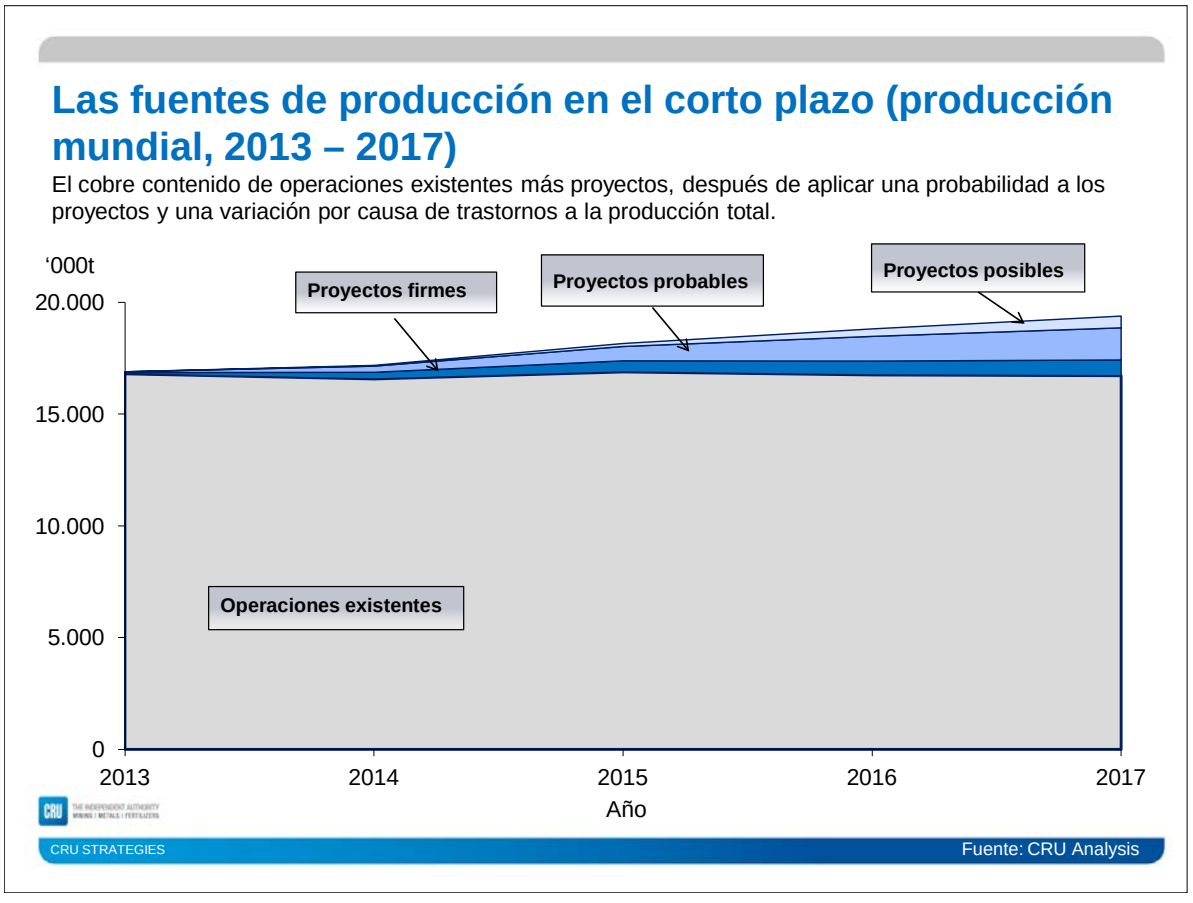
- **Ajuste del mercado:** se aplica un ajuste al total de la producción pronosticada cuando consideremos que sea necesario. En este momento, esperamos que exista producción excedente a partir de 2015, y que el exceso de producción reduzca los precios y provoque un cambio de la oferta. Por eso, hemos incluido un ajuste en los años 2016 y 2017.

En esta sección se incluye en las tablas la oferta antes y después de la variación por causa de problemas operativos y en el texto, cuando se habla de la producción es después de la aplicación de este descuento.

3.3.6.2 Introducción

A partir de 2013 se espera crecimiento constante de la oferta del cobre. Habrá una serie de nuevos proyectos en el corto plazo, el resultado de los precios altos de los años 2000 más un incremento en la producción de operaciones existentes. Entre 2012 y 2017 se estima una CAGR de 4,8%, y estimamos que la producción minera subirá un 26,3% durante el período, llegando a casi 21 millones de toneladas en 2017. Sin embargo, esta cantidad depende mucho del desarrollo de los proyectos mineros.

Figura 3.23: Las fuentes de producción en el corto plazo, 2013-2017



Como se puede ver en el gráfico anterior, en el corto plazo la mayor parte del crecimiento de la oferta vendrá de proyectos, con la producción de operaciones existentes bajando a partir de 2015.

Las fluctuaciones de producción de las operaciones existentes entre 2013 y 2015 son los resultados de varios trastornos previstos por CRU: el cierre de la operación Bingham Canyon (Rio Tinto) en EEUU en 2013 va a reducir la producción en 100.000 toneladas de cobre contenido, mientras el cierre de 45 días de la mina Collahuasi (Xstrata) en Chile, por motivo de mantenimiento podría reducir su producción en 25.000 toneladas de cobre contenido, entre otros.

Tabla 3.40: Oferta de cobre proveniente de mina por región, 2012 – 2017 ('000t)

		2012	2013	2014	2015	2016	2017	CAGR 12-17 (%)
	Operaciones existentes							
	Norte América	2.222	2.262	2.566	2.689	2.672	2.564	2,9
	S & C América	7.133	7.591	7.735	7.722	7.670	7.512	1,0
	Europa	1.485	1.538	1.551	1.548	1.550	1.544	0,8
	China	1.629	1.763	1.808	1.853	1.879	1.889	3,0
	Asia ex. China	1.702	1.919	2.079	2.354	2.092	2.198	5,2
	Africa	1.496	1.779	2.030	2.141	2.089	2.036	6,4
	Australasia	1.055	1.226	1.168	1.073	1.083	1.041	(0,3)
a	**Total mundial (operaciones existentes)**	**16.723**	**18.077**	**18.938**	**19.381**	**19.034**	**18.783**	**2,4**
	Proyectos firmes							
	Potencial	-	147	948	1.791	2.234	2.648	n/a
b	Con una probabilidad de un 90%	-	133	853	1.612	2.011	2.384	n/a
	Mundo - sin ajuste (a+b)	**16.723**	**18.210**	**19.791**	**20.992**	**21.045**	**21.167**	**4,8**
	cambio %	*4,0%*	*8,9%*	*8,7%*	*6,1%*	*0,3%*	*0,6%*	*n/a*
	Ajuste por problemas operativos (%)	1,0%	7,1%	12,5%	12,9%	12,0%	11,0%	n/a
	Mundo - con trastornos	**16.553**	**16.920**	**17.316**	**18.290**	**18.520**	**18.838**	**2,6**
	cambio %	*3,0%*	*2,2%*	*2,3%*	*5,6%*	*1,3%*	*1,7%*	*n/a*
	Proyectos probables y posibles							
	Proyectos probables							
	Potencial	-	52	471	1.241	2.087	2.997	n/a
	Con una probabilidad de 70%	-	36	329	869	1.461	2.098	n/a
	Proyectos posibles							
	Potencial	-	3	94	382	950	1.654	n/a
	Con una probabilidad de 40%	-	1	37	153	380	662	n/a
	Ajuste por problemas operativos (%)	1,0%	7,1%	12,5%	12,9%	12,0%	11,0%	n/a
c	**Proyectos probables y posibles - con trastornos**	-	35	321	890	1.620	2.456	n/a
	Ajuste del mercado	-	-	-	-	-290	-393	n/a
	Producción total (a+b+c)	**16.553**	**16.955**	**17.637**	**19.180**	**19.850**	**20.901**	**4,8**
	cambio %	*3,0*	*2,4*	*4,0*	*8,7*	*3,5*	*5,3*	*n/a*

Fuente: CRU Analysis

Durante 2012, 28 operaciones se pusieron en marcha, con una producción total de 854.000 toneladas de cobre en concentrado y cátodos.

Después de aplicar las probabilidades y la variación por causa de trastornos, se espera que 290.000 toneladas de cobre procedan de nuevos proyectos en 2013.

Siempre que no haya problemas durante los próximos cinco años, existen una gran cantidad de proyectos que podrían ponerse en marcha. Más adelante se destacan algunos de estos proyectos.

3.3.6.3 Asia

Tabla 3.41: Oferta pronosticada de operaciones existentes en Asia, 2012-2017 ('000t)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	CAGR 12-17 (%)
Armenia	28	35	40	49	49	49	12,1
China	1.629	1.763	1.808	1.853	1.879	1.889	3,0
India	36	39	46	50	55	55	9,0
Indonesia	397	604	709	976	756	883	17,3
Irán	232	208	238	241	239	234	0,1
Kazajstán	406	419	416	415	386	378	(1,5)
Laos	150	147	150	148	147	146	(0,5)
Mongolia	141	149	148	148	148	148	0,9
Myanmar	24	24	24	24	24	24	-
Filipinas	63	64	77	79	74	74	3,4
Turquía	74	73	72	71	62	58	(4,9)
Uzbekistán	89	89	92	95	92	92	0,7
Otros, Asia	62	67	67	58	58	58	(1,2)
Asia	**3.331**	**3.682**	**3.888**	**4.207**	**3.970**	**4.086**	**4,2**
cambio %	*3,8*	*10,5*	*5,6*	*8,2*	*-5,6*	*2,9*	
Asia ex. China	**1.702**	**1.919**	**2.079**	**2.354**	**2.092**	**2.198**	**5,2**
cambio %	*-7,0*	*12,7*	*8,4*	*13,2*	*-11,1*	*5,1*	
Ajuste por causa de problemas operativos (%)	*1,0%*	*7,1%*	*12,5%*	*12,9%*	*12,0%*	*11,0%*	*n/a*
Con ajuste							
Asia	**3.297**	**3.421**	**3.401**	**3.665**	**3.494**	**3.637**	**2,0**
cambio %	*2,7*	*3,8*	*-0,6*	*7,8*	*-4,7*	*4,1*	
Asia ex. China	**1.685**	**1.783**	**1.819**	**2.051**	**1.841**	**1.956**	**3,0**
cambio %	*-7,9*	*5,8*	*2,1*	*12,7*	*-10,3*	*6,3*	

Fuente: CRU Analysis

Se espera que la producción minera de las operaciones asiáticas crezca con una CAGR de 2,0% entre 2012 y 2017, y que la producción suba en 340.000 toneladas, de 3,3 millones de toneladas en 2012 a 3,6 millones de toneladas en 2017. La mayor parte de este crecimiento provendrá de las operaciones en Indonesia y China. En cuanto a los proyectos, las 5 más grandes que van a ponerse en marcha durante los próximos 5 años son:

Tabla 3.42: Asia, los 5 proyectos más grandes en el corto plazo, 2013-2017

Proyecto	Propietario / Operador	País	Producto	Capacidad de producción ('000t)	Estatus	Greenfield o Brownfield?	Año de inicio	Tipo de proyecto
Oyu Tolgoi	Rio Tinto	Mongolia	Concentrado de Cu	469	Firme	Greenfield	2013	Proyecto
Grasberg Block Cave	PT Freeport Indonesia	Indonesia	Concentrado de Cu	324	Firme	Brownfield	2016	Expansión/extensión
Grasberg DMLZ	PT Freeport Indonesia	Indonesia	Concentrado de Cu	140	Firme	Brownfield	2015	Expansión/extensión
Pulang	Yunnan Copper	China	Concentrado de Cu	100	Probable	Greenfield	2015	Proyecto
Bozshakol	Kazakhmys	Kazakhstan	Concentrado de Cu	100	Firme	Greenfield	2015	Proyecto

Fuente: CRU Analysis

Se espera que Oyu Tolgoi en Mongolia, de la minera Rio Tinto, entre en producción durante 2013. Sin embargo, su fecha de inicio depende de cuándo la minera resuelva los conflictos que tiene con el gobierno mongol. Cuando se abra, será una de las minas de cobre más grandes del mundo, con una producción anual anticipada de 469.000 toneladas al año.

3.3.6.4 Europa

Tabla 3.43: Oferta pronosticada de operaciones existentes en Europa, 2012-2017 ('000t)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	CAGR 12-17 (%)
Bulgaria	116	119	119	118	118	117	0,2
Polonia	427	416	415	415	415	415	(0,6)
Portugal	66	71	71	69	69	69	1,0
Rumanía	12	12	12	12	12	12	-
Rusia	625	647	655	658	658	658	1,0
Serbia	29	31	36	39	41	45	9,2
España	97	110	107	99	99	99	0,4
Suecia	82	88	90	91	91	82	(0,1)
Otros, Europa Occidental	31	44	44	46	46	46	8,3
Europa	**1.485**	**1.538**	**1.551**	**1.548**	**1.550**	**1.544**	**0,8**
cambio %	*2,5*	*3,5*	*0,9*	*(0,2)*	*0,2*	*(0,4)*	*n/a*
Europa Central y Oriental	***1.180***	***1.194***	***1.202***	***1.204***	***1.204***	***1.203***	**0,4**
cambio %	*0,9*	*1,2*	*0,7*	*0,1*	*-*	*(0,1)*	*n/a*
Europa Occidental	***305***	***343***	***349***	***344***	***346***	***341***	**2,3**
cambio %	*9,3*	*12,6*	*1,5*	*(1,3)*	*0,7*	*(1,6)*	*n/a*
Ajuste por causa de problemas operativos ('	*0,0%*	*7,1%*	*12,5%*	*12,9%*	*12,0%*	*11,0%*	*n/a*
Con ajuste							
Europa	**1.485**	**1.429**	**1.357**	**1.348**	**1.364**	**1.374**	**(1,5)**
cambio %	*2,5*	*(2,8)*	*(5,0)*	*(0,6)*	*1,2*	*0,7*	*n/a*
Europa Central y Oriental	***1.180***	***1.110***	***1.052***	***1.049***	***1.059***	***1.070***	***(1,9)***
cambio %	*0,9*	*(5,0)*	*(5,2)*	*(0,3)*	*1,0*	*1,1*	*n/a*
Europa Occidental	***305***	***319***	***305***	***300***	***305***	***303***	***(0,1)***
cambio %	*9,3*	*5,7*	*(4,4)*	*(1,8)*	*1,7*	*(0,5)*	*n/a*

Fuente: CRU Analysis

Se espera que la producción minera de las operaciones europeas baje con una tasa de crecimiento anual acumulado de -1,5%, y que la producción disminuya en 111.000 toneladas, de 1,49 millones de toneladas en 2012 a 1,37 millones de toneladas en 2017.

En cuanto a los proyectos, las 5 más grandes que van a ponerse en marcha durante los próximos 5 años son:

Tabla 3.44: Europa, los 5 proyectos más grandes en el corto plazo

Proyecto	Propietario / Operador	País	Producto	Capacidad de producción ('000t)	Estatus	Greenfield o Brownfield?	Año de inicio	Tipo de proyecto
Udokan - Stage 1	Baikal Mining Company	Russia	EW Cathodes	150	Probable	Greenfield	2017	Proyecto
Glogow Gleboki-Przemyslowy	KGHM	Poland	Cu Concentrates	125	Firme	Brownfield	2013	Expansión / extensión
Bystrinskoye	Norilsk Nickel	Russia	Cu Concentrates	65	Probable	Greenfield	2016	Proyecto
Mikheevsky (Concs)	Russian Copper Company	Russia	Cu Concentrates	53	Firme	Greenfield	2013	Proyecto
Tominskoye	Russian Copper Company	Russia	Cu Concentrates	52	Probable	Greenfield	2015	Proyecto

Fuente: CRU Analysis

3.3.6.5 Las Américas y el Caribe

Tabla 3.45: Oferta pronosticada de operaciones existentes en las Américas, 2012-2017 ('000t)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	CAGR 12-17 (%)
Canadá	585	577	628	579	572	560	(0,9)
México	466	487	553	658	767	754	10,1
EEUU	1.171	1.197	1.386	1.452	1.332	1.250	1,3
Norteamérica	**2.222**	**2.262**	**2.566**	**2.689**	**2.672**	**2.564**	**2,9**
cambio %	*3,9*	*1,8*	*13,5*	*4,8*	*(0,6)*	*(4,0)*	*n/a*
Argentina	136	139	139	139	139	139	0,4
Brasil	219	305	309	294	277	277	4,8
Chile	5.475	5.729	5.859	5.875	5.748	5.508	0,1
Perú	1.288	1.398	1.406	1.393	1.484	1.567	4,0
Otros, Sudamérica	16	20	21	21	21	21	6,0
América Central y del Sur	**7.133**	**7.591**	**7.735**	**7.722**	**7.670**	**7.512**	**1,0**
cambio %	*4,5*	*6,4*	*1,9*	*(0,2)*	*(0,7)*	*(2,1)*	*n/a*
Ajuste por causa de problemas operativos	*1,0%*	*7,1%*	*12,5%*	*12,9%*	*12,0%*	*11,0%*	*n/a*
Con ajuste							
Norteamérica	**2.199**	**2.101**	**2.245**	**2.343**	**2.351**	**2.282**	**0,7**
cambio %	*2,9*	*(4,5)*	*6,9*	*4,4*	*0,3*	*(2,9)*	*n/a*
América Central y del Sur	**7.061**	**7.053**	**6.768**	**6.728**	**6.750**	**6.686**	**(1,1)**
cambio %	*3,4*	*(0,1)*	*(4,0)*	*(0,6)*	*0,3*	*(0,9)*	*n/a*

Fuente: CRU Analysis

Se espera que la producción minera de las operaciones norteamericanas crezca con una CAGR de 0,7% entre 2012 y 2017, y que la producción suba en 144.000 toneladas, de 2,14 millones de toneladas en 2012 a 2,28 millones de toneladas en 2017. Chile y Perú son los mayores productores de cobre dentro de la región, llegando a 5,5 y 1,6 millones de toneladas respectivamente en 2017. Además, la mayoría de los proyectos que se pondrán en marcha en el corto plazo están en estos dos países.

En cuanto a los proyectos, las 5 más grandes que van a ponerse en marcha durante los próximos 5 años son:

Tabla 3.46: Las Américas, los 5 proyectos más grandes en el corto plazo

Proyecto	Propietario / Operador	País	Producto	Capacidad de producción ('000t)	Estatus	Greenfield o Brownfield?	Año de inicio	Tipo de proyecto
El Teniente - New Mining Level	Codelco	Chile	Cu Concentrates	430	Firme	Brownfield	2017	Expansión/extensión
La Granja	Rio Tinto	Peru	EW Cathodes	350	Posible	Greenfield	2017	Proyecto
Las Bambas	Xstrata	Peru	Cu Concentrates	315	Firme	Greenfield	2014	Proyecto
Radomiro Tomic Sulphides II	Codelco	Chile	Cu Concentrates	280	Probable	Brownfield	2016	Expansión/extensión
El Pachon	Xstrata	Argentina	Cu Concentrates	280	Posible	Greenfield	2017	Proyecto

Fuente: CRU Analysis

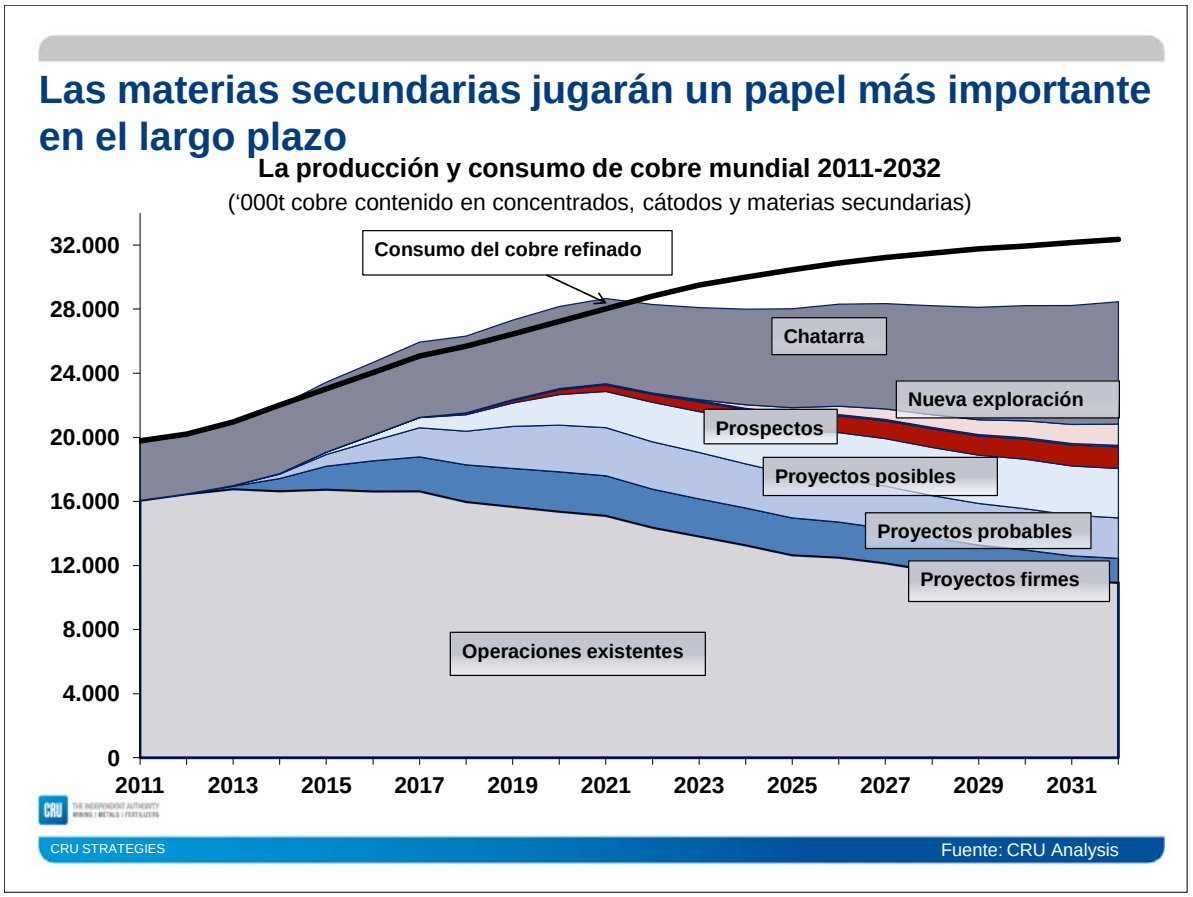
3.3.7 Evolución pronosticada de la oferta en el largo plazo

3.3.7.1 Metodología

Empezamos con el pronóstico del corto plazo, es decir la capacidad de producción existente más adiciones o cierres de capacidad durante los próximos cinco años, luego se extiende este pronóstico a lo largo del período previsto y se calcula la capacidad adicional necesaria para satisfacer el consumo en el largo plazo.

3.3.7.2 Introducción

Figura 3.24: Las materias secundarias jugarán un papel más importante en el largo plazo



El mercado del cobre está próximo a entrar en un período de exceso de oferta, a causa de la gran cantidad de nuevos proyectos que se pondrán en marcha durante los próximos 5 años. El resultado será un aumento de inventarios de cobre que a su vez ejercerá una presión a la baja en los precios, lo cual podría provocar trastornos de proyectos y cierres temporales de operaciones de alto costo. Además, un período de bajos precios desalentará inversión en la exploración y el desarrollo de nuevas minas, dificultando el desarrollo de capacidad minera en el largo plazo.

Sin embargo, la situación será distinta a partir de 2020: no se espera que los excesos del corto plazo duren debido a una falta de desarrollo minero en el largo plazo y; la oferta de los recursos conocidos dejará de crecer al principio de los años 2020 porque nuevas operaciones no podrán compensar la caída de producción de las operaciones existentes. Es importante destacar que no existe una escasez de yacimientos de cobre; CRU ha identificado más de 1.100 proyectos y prospectos, sin embargo,

muy pocos de éstos están en construcción, y muchos son de un carácter incierto. Además, no hay muchos proyectos a gran escala y la ley promedio de muchos yacimientos es más baja que la existente.

Como se puede ver en el gráfico anterior, las materias secundarias jugarán un papel más importante en el largo plazo: hoy en día proporcionan un 18,5% de la producción refinado y se estima que esta proporción aumentará a un 25% antes del año 2032 dado que la tasa de crecimiento de la chatarra subirá a un ritmo superior a la del consumo de cobre refinado. Por otra parte, habrá inversión en nueva capacidad de procesamiento de chatarra, lo que facilitará el procesamiento de volúmenes más grandes.

En 2032 se espera una brecha de la oferta de unas 3 millones de toneladas. La brecha empezará en 2022/23, y se volverá más grande durante el período. Es importante destacar que este análisis solo incluya los proyectos conocidos en este momento. Se espera que más proyectos sean anunciados durante el período, de tal modo que la demanda y la oferta se equiparan.

Tabla 3.47: Brecha de la oferta pronosticada en 2032 (‘000t)

	000t
Consumo pronosticado del cobre refinado en 2032	31.554
Producción secundaria del cobre pronosticada en 2032	7.635
Requerimiento de producción de cobre primaria (cobre contenido)	**23.919**
La oferta minera pronosticada*	
Operaciones existentes	10.936
Proyectos firmes	1.513
Proyectos probables	2.522
Proyectos posibles	3.084
Prospectos	1.353
Suspendidos	92
Nueva exploración	1.325
Total producción pronosticada	**20.825**
Escasez de producción minera pronosticada	**3.094**

Fuente: CRU Analysis

*** Producción de cobre en concentrado + catódos después de ajustes**

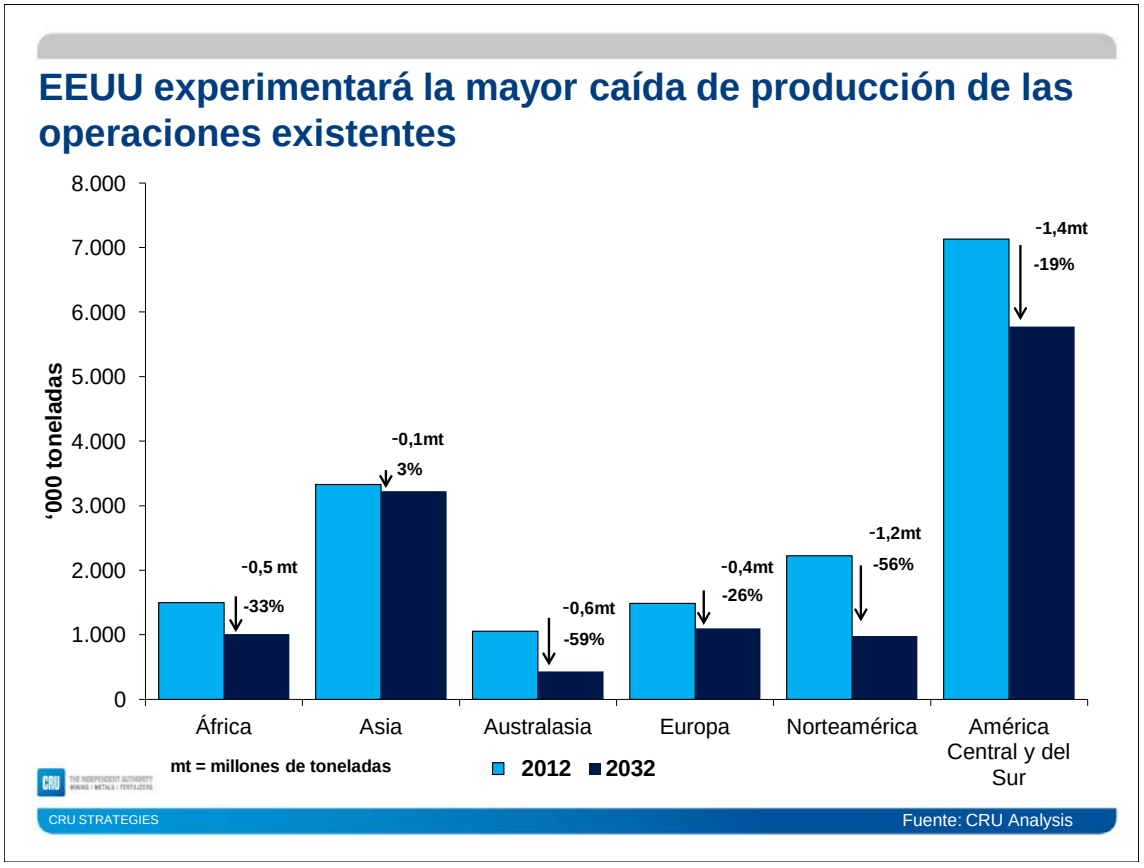
3.3.7.3 Operaciones existentes

En el largo plazo se espera que las leyes de las operaciones existentes bajen dado que las operaciones están madurando y llegando a puntos más profundos del yacimiento: la producción

caerá si no se invierte en más capacidad de procesamiento. Por otra parte, en el largo plazo es inevitable que algunas minas lleguen al final de su vida cuando todo el mineral que tiene un valor económico ya se haya extraído. Como resultado del agotamiento de reservas y de la caída de leyes se estima que la producción de las operaciones existentes llegará a su punto más alto en 2013 antes de bajar a una tasa del 2,8% al año. Esta afirmación sólo toma en cuenta las reservas conocidas en la actualidad, sin embargo, la futura exploración podría concretar recursos adicionales en operaciones existentes, los cuales podrían extender la vida de la mina.

El siguiente gráfico demuestra la producción actual y potencial de las operaciones existentes por región. En términos de volumen, se espera que el descenso más grande ocurra en Norteamérica (-1,2 millones de toneladas) y América Central y del Sur (-1,4 millones de toneladas). Australia perderá 0,6 millones de toneladas de producción de las operaciones existentes antes de 2032; aunque la cantidad de producción que perderá es reducida comparada con otras regiones, representa una caída de un 59%.

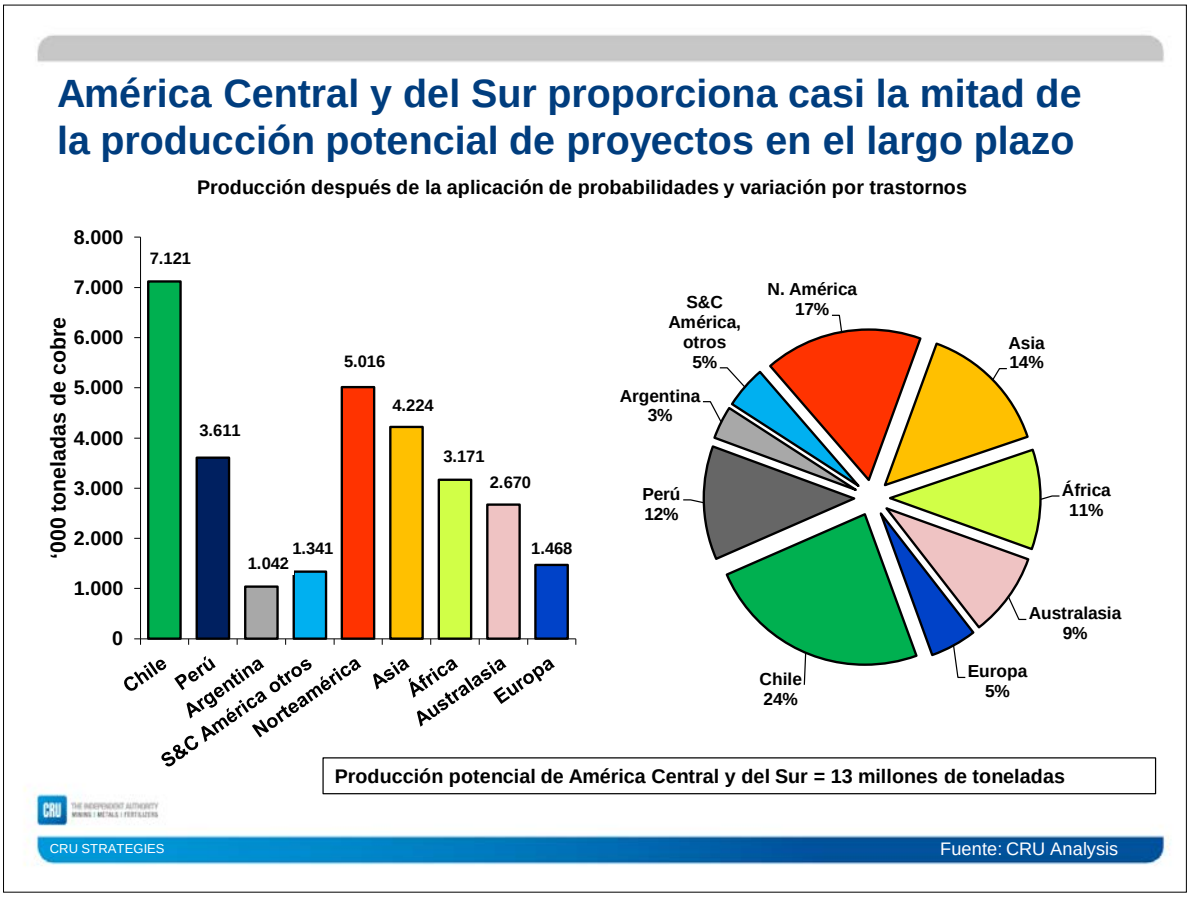
Figura 3.25: EEUU verá la mayor caída de producción de las operaciones existentes



3.3.7.4 Proyectos

Se espera que proyectos de cobre aporten 13 millones de toneladas a la oferta de cobre en el largo plazo. Para ser incluidos en la base de datos de CRU, un proyecto tiene que haber iniciado la perforación exploratoria. Si se considera los proyectos que están incluidos en la base de datos de CRU (517 proyectos), se puede ver que la producción potencial futura está concentrada en América Central y del Sur: la región proporciona un 44% del total. A una distancia significativa detrás de América Central y Sur es Norteamérica, la cual contribuye un 17% de la producción potencial. Siguen Asia, África, Australasia y Europa con proporciones más pequeñas.

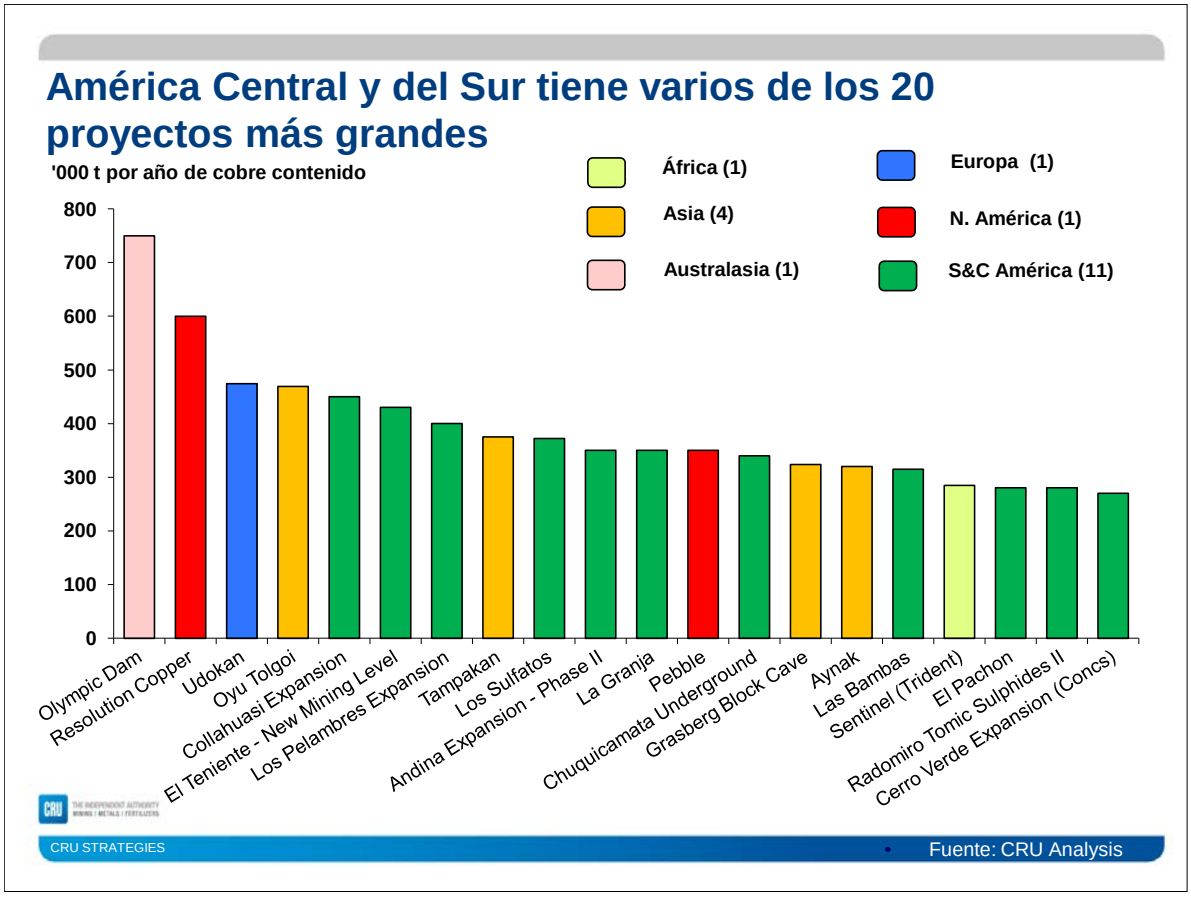
Figura 3.26: América Central y del Sur proporciona casi la mitad de la producción potencial de proyectos en el largo plazo



Por otro lado, si se considera el número de proyectos dentro de las distintas regiones la distribución es más uniforme: América Central y del Sur, 125 proyectos; Australasia, 112 proyectos; Norteamérica, 106 proyectos; Asia, 75 proyectos; África, 67 proyectos, y; Europa, 32 proyectos. La

diferencia entre el volumen de producción potencial y el número de proyectos en cada región destaca la diferencia que existe en cuanto a la escala de los proyectos en las varias regiones. A su vez, es el resultado del tamaño y tipo de recursos.

Figura 3.27: América Central y del Sur tiene varios de los 20 proyectos más grandes



La ubicación de un proyecto afecta mucho la distribución de su futura producción. Chile ya es el mayor productor del mundo de cobre y la gran cantidad de proyectos aportará una mayor concentración de producción al país. Sin embargo, el éxito de Chile como productor de cobre ejerce presión sobre la infraestructura chilena: existe una escasez de agua y energía, y se tendría que construir nueva capacidad portuaria para sostener un aumento de la producción de cobre. Además, existe una alta posibilidad de retrasos como consecuencia de la escasez de mano de obra cualificada y equipamiento.

3.4 Balance de oferta y demanda

3.4.1 Descripción de la estructura y mecanismos de precios

3.4.1.1 La Bolsa de Metales de Londres (LME)

El cobre refinado se comercializa a un nivel internacional, principalmente en la forma de cátodos de cobre. El punto de referencia mundial para el precio de cobre es el precio de La Bolsa de Metales de Londres (la LME). La LME se fundó en 1877 tras la Revolución Industrial del siglo XIX y los comerciantes empezaron a comprar y vender metales (incluyendo el cobre) según contratos a término, es decir los futuros. El precio del cobre de la LME refiere a 'Grade A (grado A)' cátodo de cobre con un contenido de cobre de 99,99%.

Los precios publicados por la LME se determinan a diario mediante las ventas y compras que han ocurrido durante el día en la bolsa, y el precio oficial de la LME es el último precio de vendedor y comprador (*bid & offer price*) citado durante la segunda ronda de comercios (hay dos rondas al día). La LME publica dos precios oficiales de cobre para comercios físicos: el precio al contado (*spot price*) y el precio para 3 meses. Los dos son los precios de referencia globales para el comercio físico de cobre. Para tener una idea del tamaño del mercado, en 2012 el consumo mundial de cobre alcanzó unos 19,8 millones de toneladas, si se aplica el precio promedio al contado (*spot price*) del mismo año ($7,950/t) a dicho consumo, el mercado tiene un valor de unos USD$157 mil millones.

Por otra parte, el cobre refinado también se comercializa en la forma de productos semi-elaborados, que a menudo se negocian con una prima con respecto al precio de la LME para reconocer el costo adicional de transformación. Además, también existe un mercado importante para los productos intermedios (destacados en sección 1.3.3), como el concentrado de cobre, el blíster de cobre y ánodos de cobre se comercializan, aunque no en la LME, sino mediante contratos entre dos partes, normalmente con un descuento con respecto al precio de la LME. Cada concentrado y blíster de cobre es distinto, tiene su propia composición química, por eso no se puede comercializar en una bolsa porque no encaja en la definición de un 'commodity'. La estructura de los precios de estos dos productos es más compleja, ya que depende de la situación de las fundiciones y refinerías también.

Las fundiciones normalmente compran concentrado mediante contratos a largo plazo durante un periodo de hasta 5 años, para garantizar la seguridad del suministro. El precio del cobre contenido en el concentrado está valorado al precio de la LME menos los cargos por tratamiento y refinación (conocidos como TC/RC por sus siglas en inglés), los cuales varían según el estado del mercado.

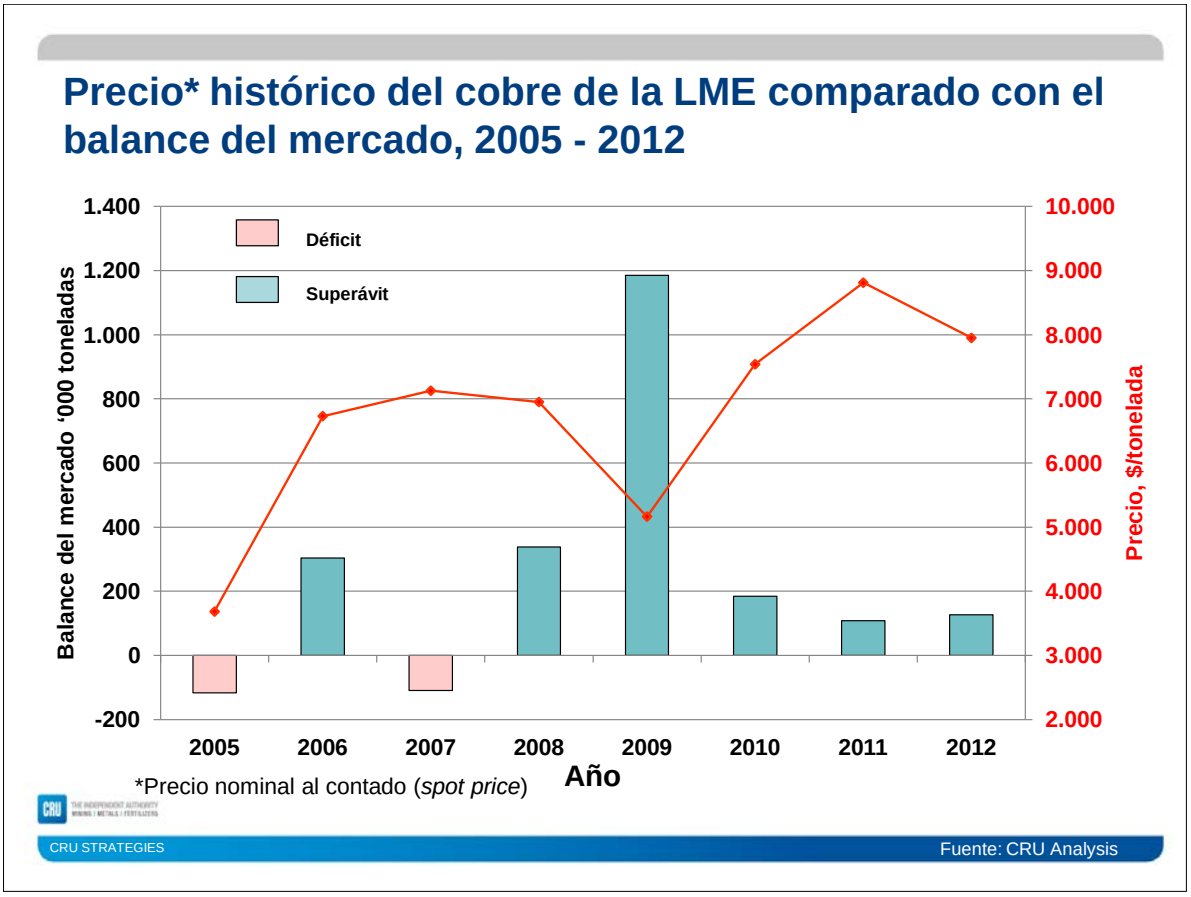
Además, el concentrado podría incluir otros elementos o impurezas. Por ejemplo, en China pagan una prima por los concentrados de cobre que también incluyen hierro, en cambio un alto porcentaje de fosforo o azufre implica una penalidad porque dificulta el tratamiento y refinación del concentrado/blíster. No obstante, independientemente de la forma del producto intermedio, el valor se fija tomando como referencia al precio de la LME para el cobre contenido.

Los productores principales del cobre normalmente venden sus cátodos de cobre con una prima comparado con el precio de la LME. La 'prima del productor' refleja 'la marca' de los productores importantes, y suele incluir la entrega a un puerto nominado por el cliente. La prima del productor depende mucho del estado del mercado local pero, si la prima regional llega a un punto más alto que el costo de transporte de otra región, el producto fluirá de la región con precios bajos a la región con precios altos, hasta que ya no exista un desequilibrio de precios. En los últimos años la prima del productor fue entre $60 y $125 por tonelada.

Cátodos de cobre que no cumplen con los requisitos de la LME se negocian a un descuento del precio de la misma. A diferencia de la prima del productor, el descuento normalmente es estable, ya que se basan en las implicaciones técnicas y de procesamiento del uso de cobre con distintas especificaciones. Por otro lado, si las impurezas contenidas en el cátodo limiten demasiado su uso (en el caso de cobre la impurezas suelen afectar la conductividad del metal) las primas de calidad reflejarán las distintas dinámicas de la demanda y la oferta entre el cobre con grado LME y el cobre que tiene impurezas, y por lo tanto la prima podría fluctuar bastante.

3.4.2 Comportamiento histórico del balance de mercado y los precios

Figura 3.28: Precio histórico del cobre del LME comparado con el balance del mercado, 2005-2012



El mercado de cobre empezó el período en déficit (2005 y 2007), debido a la demanda masiva de China, la cual ejerció presión sobre el suministro global de cobre y provocó el endurecimiento del mercado. A su vez, la escasez de cobre ejerció una presión alcista en los precios entre 2005 y 2008: el promedio anual del precio nominal al contado subió de $3,684/t en 2005 a $7.126/t en 2007: una subida de un 93%. En 2009 ocurrió la crisis financiera, la cual debilitó la demanda de cobre y el precio bajó a un promedio anual de $5.164/t. Hubo un superávit en el mercado de 1,2 millones de toneladas de cobre. Sin embargo, una fuerte demanda de los mercados emergentes impulsó una rápida recuperación del precio a $7,539/t en 2010. Entre 2010 y 2012 el mercado estuvo relativamente en equilibrio, aunque los productores de cobre evidenciaron problemas en cumplir

con las expectativas del mercado. El precio llegó a $10.000/t al principio de 2011, pero preocupaciones en cuanto a la economía global contribuyeron al enfriamiento en el consumo el resto del año, y el precio promedio para el 2011 fue $8.811/t. En 2012 el precio bajó, evidenciando la respuesta del mercado frente a la incertidumbre de la economía global, sobre todo en Europa.

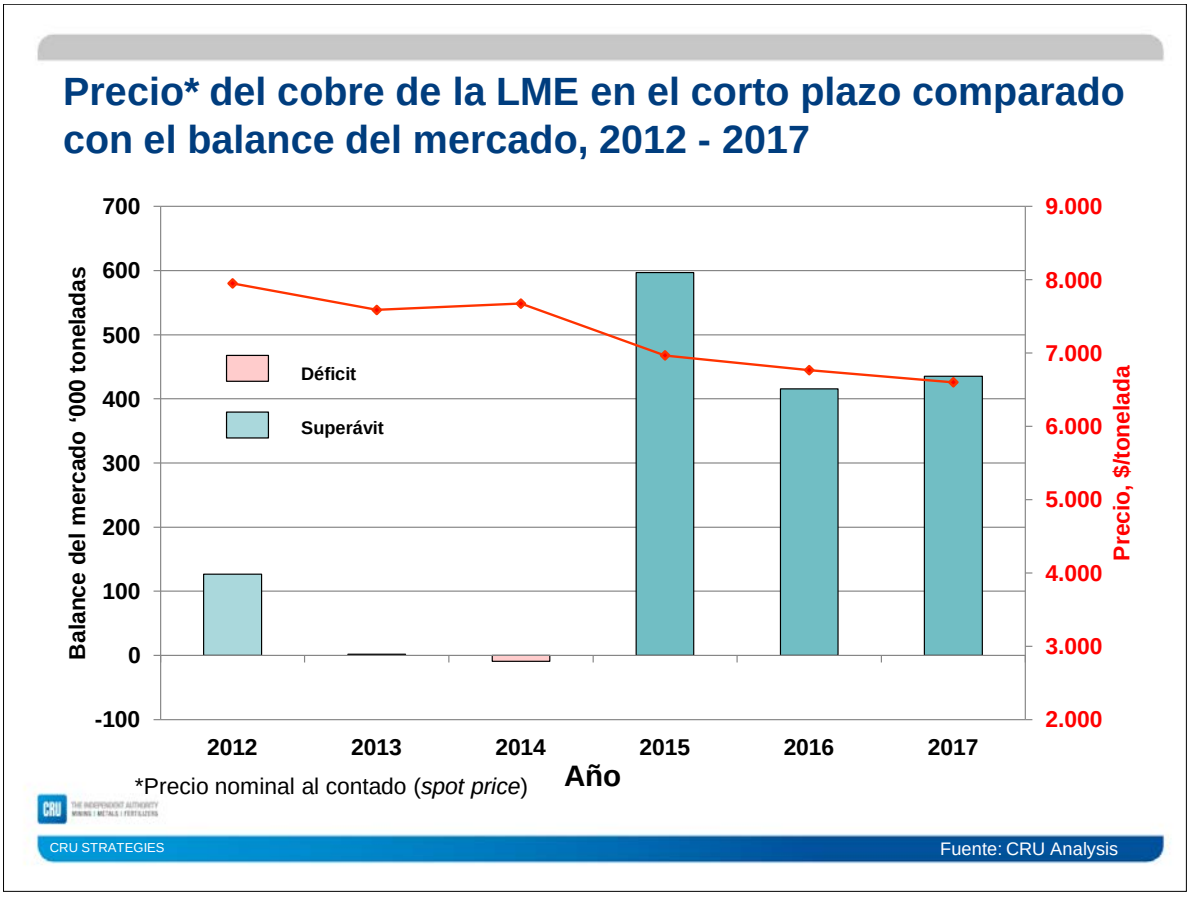
Tabla 3.48: Balance histórico del mercado del cobre, 2005-2012

	Unidad	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Producción	'000 de toneladas	16.526	17.231	17.849	18.107	18.142	18.802	19.452	19.905
Consumo	'000 de toneladas	16.642	16.927	17.958	17.769	16.957	18.617	19.345	19.778
Balance del mercado	'000 de toneladas	(117)	304	(109)	338	1.186	185	107	127
precio nominal	$/tonelada	3.684	6.731	7.126	6.951	5.164	7.539	8.811	7.950
precio real, $2012	$/tonelada	4.251	7.523	7.741	7.386	5.440	7.838	8.969	7.950

Fuente: CRU Analysis

3.4.3 Balance pronosticado del mercado y proyecciones de precios en el corto plazo

Figura 3.29: Precio del cobre del LME en el corto plazo comparado con el balance del mercado, 2012-2017



En abril de 2013 el precio de cobre estuvo por debajo de $7.000/tonelada por primera vez desde octubre de 2011. La caída fue la consecuencia de unas cifras PIB decepcionantes mostradas por China al principio de este año, que provocaron la venta masiva de cobre por inversionistas. CRU, igual que otros analistas del mercado, es de la opinión que el metal estuvo sobrevendido y que el precio mantiene un cierto potencial de crecimiento. Durante el resto de 2013 y en 2014, se espera que una demanda más fuerte y un balance apretado impulsen un precio promedio de $7.587 y $7.674/tonelada respectivamente.

El punto importante ocurrirá en 2015, cuando la producción de muchos nuevos proyectos entre en el mercado. Se estima que la tasa de crecimiento interanual de la oferta llegará a un 7,4%, mientras la

del consumo subirá a sólo 4,6%. La diferencia entre las dos tasas y un superávit resultante de casi 600.000 toneladas ejercerán una presión a la baja sobre los precios, con un precio promedio para el año de $6.968/tonelada. En los años 2016 y 2017 se espera tasas de crecimiento interanuales más bajas, de 3,5% y 4,0% respectivamente. Sin embargo, el aumento de la oferta del año anterior habrá cambiado el mercado, y se estima que el exceso de la oferta y la presión a la baja sobre el precio serán suficientes para frenar la puesta en marcha de algunos proyectos, y más aún podría provocar el cierre de operaciones existentes. Por lo tanto, se espera ver varios cortes de producción de entre 300.000 y 400.000 toneladas en 2016 y 2017, como consecuencia del estado del mercado, los cuales nos llevan pronosticar superávits de producción de 416.000 toneladas u 435.000 toneladas respectivamente. El exceso de la oferta en el mercado impulsará una caída del precio a $6.766/tonelada en 2016 y $6,601/tonelada en 2017.

Tabla 3.49: Balance pronosticado del mercado del cobre, 2012-2017

	Unidad	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Producción	'000 de toneladas	19.905	20.472	21.368	22.960	23.753	24.709
Consumo	'000 de toneladas	19.778	20.470	21.377	22.363	23.337	24.274
Balance del mercado	'000 de toneladas	127	2	(9)	597	416	435
precio nominal	$/tonelada	7.950	7.587	7.674	6.968	6.766	6.601
precio real, $2012	$/tonelada	7.950	7.463	7.393	6.577	5.943	5.698

Fuente: CRU Analysis

3.4.4 Balance pronosticado del mercado y proyecciones de precios en el largo plazo

En esta sección, como describimos anteriormente en el **Capítulo 1 - Introducción**, seguiremos la metodología del LMRC.

El cálculo del LMRC para el cobre incluye cuatro costos principales relacionados a la producción minera:

- **Las regalías**: las regalías pagables por tonelada de cobre.
- **El costo de conversión**: representa el costo de la operación minera propiamente dicha que transforma el mineral en el producto final, ya sea concentrado o cátodo de cobre. Esta categoría incluye datos técnicos, por ejemplo las leyes, las tasas de recuperación, la tasa de

desmonte (‘stripping ratio’). También incluye supuestos de costos según el tipo de la mina: a rajo abierto o subterránea, costos de procesamiento y créditos por subproductos (oro, plata, molibdeno, cobalto).

- **El costo de realización**: los costos adicionales que se realizan para llevar el cobre de la mina al mercado: flete, capital de operaciones por causa del producto en tránsito y marketing.

Los costos corporativos y económicos: el costo del capital, incluye la rentabilidad del capital y la prima de riesgo, más gastos corporativos.Los productores con el menor costo en 2012 eran las minas SXEW africanos, debido a sus bajos costos de mano de obra y energía. Los productores con el mayor costo eran las operaciones de concentrados chinas, y por lo tanto representan la mina marginal en nuestro modelo de precios al largo plazo (el COMPASS model). En China la mayoría de la producción de concentrados proviene de minas pequeñas e ineficientes, con leyes bajas y pocos productos secundarios.

Por otra parte, el LMRC incluye los costos de fundición y refinería:

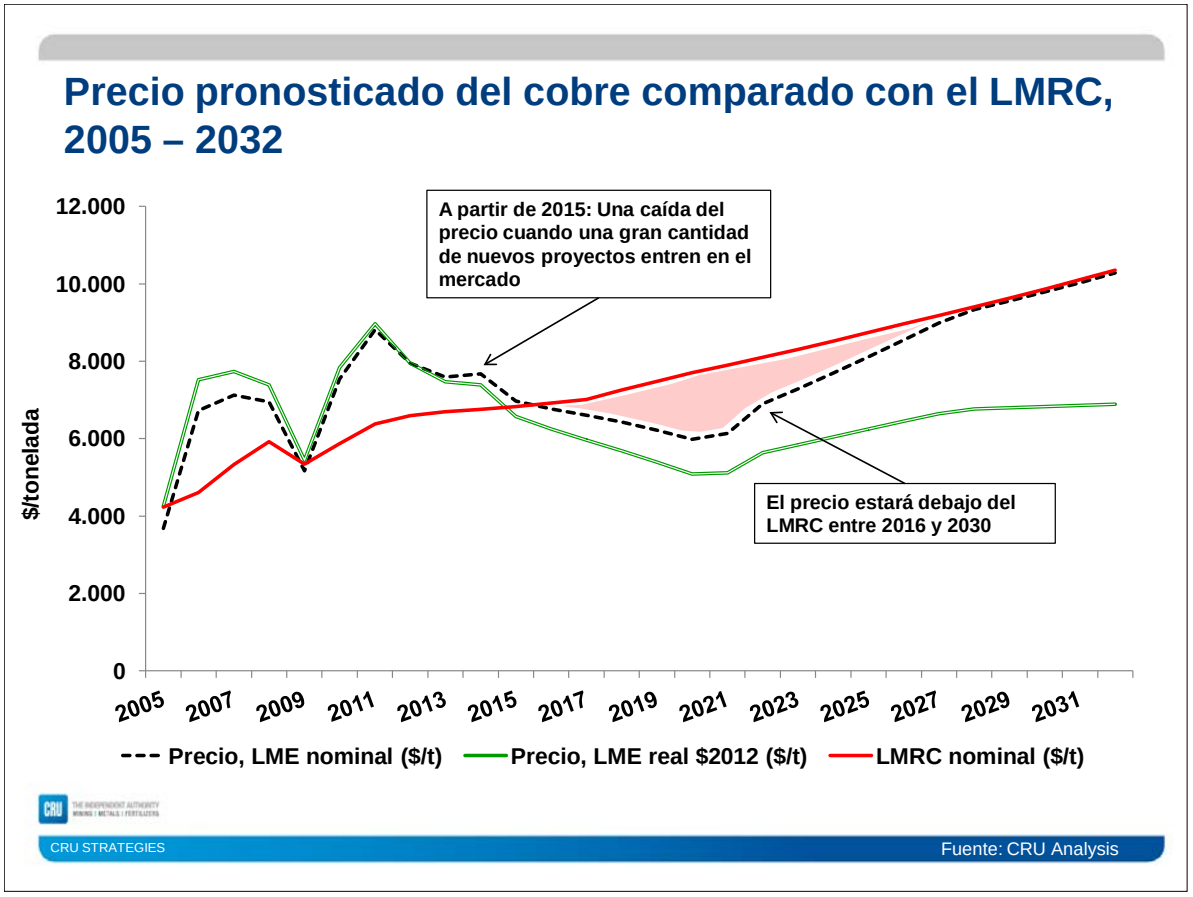
- **El costo de las materias primas**: la compra de la materia prima básica.
- **El costo operacional**: el costo del combustible, la energía y la mano de obra.
- **El costo comercial**: el costo de entrega, el actual y financiero del inventario.
- **El ingreso de los productos secundarios**: ingresos adicionales de la venta de oro, plata, molibdeno, ácido sulfúrico que se extraían en cantidades más grandes que las que se habían pagado.
- **El costo económico**: el costo del capital, incluye la rentabilidad del capital y la prima de riesgo, más gastos corporativos.

Japón tiene el mayor costo de fundición y refinería por causa del costo alto del combustible y la energía: aún se siente los efectos del terremoto y maremoto de 2011. Chile y Europa son las regiones con el menor costo, debido a los ingresos altos derivados de los productos secundarios o subproductos. China tiene costos relativamente altos, como resultado del nivel bajo de ingresos de productos secundarios.

La opinión de CRU es que China es el país representativo en términos del costo de fundición y refinería: primero, creemos que las otras regiones tienen que competir con China si quieren

sobrevivir en el largo plazo, ya que China tomará decisiones de inversión según su demanda domestica de cobre, una baja tasa de utilización fuera de Chile no afectará las decisiones de inversión chinas; segundo, las fundiciones chinas seguirán aprovechando de bajos costos de realización mientras que China sea un importador neto del concentrado / blíster de cobre, y; tercero, el resto del mundo se enfocará más en la expansión de las operaciones existentes, dado que tiene un menor costo y el plazo de construcción es más corto.

Figura 3.30: Precio pronosticado del cobre comparado con el LMRC, 2005-2032



Se espera que el LMRC aumente en el largo plazo. Como mencionamos anteriormente, la operación marginal está en China y anticipamos que los costos chinos suban durante el período: por ejemplo, un aumento en el costo de la mano de obra, empeorado por la apreciación del ¥Yen contra el $USD, lo cual será parcialmente compensado por mejoras técnicas de la minera y la fundición. El precio se mantendrá por encima del LRMC hasta 2017, aunque el margen se reducirá durante este tiempo. A partir de 2017, se verá un período extendido durante el cual el precio estará debajo del LMRC por

causa del exceso de la oferta que entrará en mercado en 2015/2016. La brecha más grande ocurrirá en 2021/2022, luego la combinación de los costos en alza e inventarios bajos permitirá que suban los precios y el LMRC y el precio estará en equilibrio antes de 2030.

La oferta seguirá creciendo en el largo plazo, pero a un ritmo menor, por causa de los bajos precios pronosticados y el aumento de costos, los cuales reducirán la cantidad de proyectos viables. Como destacamos anteriormente, el plazo del desarrollo para un yacimiento de cobre es entre 8 y 10 años, por eso la producción de nueva exploración, impulsada por los altos precios actuales, sólo llegaría al mercado a partir de 2023.

La demanda también crecerá a un ritmo menor debido a la desaceleración del la demanda china combinado con los efectos de sustitución.

Tabla 3.50: Pronostico del precio del cobre en el largo plazo, 2017-2032

	Unidad	2017	2018	2019	2020	2021	2022
LMRC nominal	$/tonelada	7.011	7.254	7.480	7.706	7.901	8.102
LMRC real, $2012	$/tonelada	6.333	6.419	6.487	6.551	6.585	6.619
precio nominal	$/tonelada	6.601	6.431	6.221	5.986	6.138	6.902
precio real, $2012	$/tonelada	5.698	5.691	5.395	5.089	5.115	5.639

	Unidad	2023	2024	2025	2026	2027	2028
LMRC nominal	$/tonelada	8.309	8.522	8.742	8.969	9.182	9.402
LMRC real, $2012	$/tonelada	6.655	6.692	6.730	6.769	6.794	6.820
precio nominal	$/tonelada	7.289	7.692	8.112	8.550	8.986	9.333
precio real, $2012	$/tonelada	5.838	6.040	6.245	6.453	6.649	6.771

	Unidad	2029	2030	2031	2032
LMRC nominal	$/tonelada	9.628	9.862	10.103	10.351
LMRC real, $2012	$/tonelada	6.848	6.876	6.906	6.937
precio nominal	$/tonelada	9.559	9.791	10.030	10.276
precio real, $2012	$/tonelada	6.798	6.827	6.856	6.887

Fuente: CRU Analysis

3.4.5 Márgenes y rentabilidad

La caída anticipada del precio, tal que se mantendrá debajo del LMRC durante un período extendido, pondrá fin a los márgenes excesivos disfrutados por la industria durante las últimas décadas. Al finales de la década 2010 el margen promedio de una operación de cobre (que incluye los costos de tratamiento y refinería) será alrededor de un 40%, subiendo a entre 40% y 50% en los años 2020. Cabe destacar que el margen de una operación depende de su posición en la curva de

costos: las operaciones que están en el primer cuartil podría ganar un margen de más de un 100%, mientras las operaciones con costos iguales o más altos que el LMRC perderán dinero.

Es importante acordar que el retorno a un mercado 'normal' no esté cierto. El futuro de la industria depende mucho de cómo los productores manejan los futuros desafíos, por ejemplo las leyes más bajas y el alza del costo de producción.

3.5 Análisis competitivo de la industria en Colombia

Colombia tiene solo una mina de cobre en producción, El Roble, en Carmen de Atrato cerca de Medellín, operado por la minera Atico Mining. Se puso en marcha en 1990 y hasta el momento ha producido unas 130,000 toneladas de cobre en total.

La producción de cobre es mínima en Colombia y por eso el país no cuenta con un potencial estimado ni registros de reservas según normas internacionales. Sin embargo, en abril de este año el gobierno de Colombia y Codelco, la cuprífera estatal de Chile, firmaron una alianza de exploraciones. El acuerdo le proporciona a Codelco acceso a información geológica básica y podrá iniciar la prospección de áreas que serían de su interés. Se espera que la presencia de Codelco en el país impulse la explotación minera.

3.5.1 Modelamiento de las cinco fuerzas de Porter y atractivo de la industria

Para entrar en el mercado de cobre es importante entender si el mismo presenta un atractivo *per sé*. El modelamiento de las cinco fuerzas de la competitividad de Porter ayuda a abordar este punto y se ilustra a continuación.

Tabla 3.51: Modelo de las cinco fuerzas de Porter

Fuerza	Observaciones
Riesgo de sustitución MEDIO	● El aluminio es el sustituto que tendrá el mayor impacto en el futuro, ya que el precio promedio del cobre ha tendido al alza comparado con el del aluminio durante los últimos años. ● Otro sustituto posible, recien descubierto, es el grafeno, ya que tiene propiedades parecidas a las del cobre: es una sustancia formada de carbono puro; es muy flexible; tiene conductividad térmica y eléctrica alta, y; tiene elasticidad y dureza elevadas. Sin embargo, en este momento es difícil y caro producirlo en cantidades grandes y por eso no es una opción inmediata. ● La tendencia es que los consumidores prefieren productos más pequeños, más barratos y que pesan menos: productos de bajo costo y peso favorecen el uso de aluminio y productos más pequeños llevan a una reducción en el consumo de cobre en cuanto al volúmen. ● Sin embargo,el uso de cobre como conductor térmico y de electricidad seguirá en el futuro, ya que no existen otros materiales comparables en cuanto a esas propiedades. ● Chatarra de cobre: en el largo plazo se espera ver más reciclaje de cobre, ya que los precios altos de cobre extraído impulsará el uso de chatarra.
Barreras de entrada ALTAS	● El desarrollo y explotación de un yacimiento de cobre require un alto nivel de capital, y el plazo de desarrollo es de entre 8 y 10 años. ● Ya no se encuentra el cobre en su forma pura, sólo como mineral. Por lo tanto para obtener el metal se necesita procesar el mineral. Este procesamiento requiere un alto nivel de conocimiento técnico. ● Es una industria con un alto nivel de integración vertical: las diez empresas más grandes controlan un 50% de la producción minera y un 42% de la producción refinada (cifras de 2012).
Poder proveedores MEDIO	● Las operaciones mineras están limitadas por la ubicación geográfica de los yacimientos, por eso tienen que aceptar el costo del mano de obra, la energía, los consumibles etc. del país donde se encuentra la operación. ● El *boom* minero en muchos países ha impactado en la disponibilidad y altos costos de servicios y suministros fundamentales para la actividad minera, incluyendo a profesionales y expertos de la industria. ● Sin embargo, la mayoria de las mineras son de gran escala y consumen cantidades grandes de energía, mano de obra y consumibles, lo cual les permite negociar el precio de los suministros.
Poder clientes MEDIO - BAJO	● Los productores de cables y otros productos semis son mucho más fragmentados que los productores de cobre primario. ● En el caso de los concentrados el principal elemento de poder es el balance de oferta y demanda que se refleja en los cargos de tratamiento y refinación (TC/RC para sus siglas en inglés). Cuando hay una escasez de concentrados en el mercado / un exceso de capacidad de fundición los productores de concentrados tiene más poder y los cargos TC/RC bajan, y cuando hay un exceso de concentrados / falta de capacidad de fundición las fundiciones tiene más poder y los cargos TC/RC suben.
Rivalidad de la industria ALTA	● El mercado está dominado por un par de mineras grandes. ● No obstante, existen operaciones de varios tamaños, pero como se menciona anteriormente el alto nivel de capital involucrado en el desarrollo de un yacimiento determina el tamaño mínimo de una operación de cobre. ● Las mineras principales compiten entre ellas por nuevos recursos y para lograr levantar capital, ya que accionistas y instituciones financieras están más prudentes debido a la situación económica de hoy en día, ● Hay una escasez de profesionales y expertos especializados en la mineria, por lo tanto las operaciones mineras compiten entre ellos para atraer esos profesionales y expertos.

Fuente: CRU Strategies

CRU opina que el cobre es una perspectiva atractiva para Colombia, siempre que se encuentren yacimientos económicamente viables dentro del país. La demanda de cobre seguirá creciendo en el largo plazo, ya que es un metal esencial durante el proceso de desarrollo e industrialización de un país. Además, se pronostica una escasez de la oferta a partir de 2020, la cual significa que existe espacio para más productores de cobre en el mercado. Asimismo, es una industria con márgenes

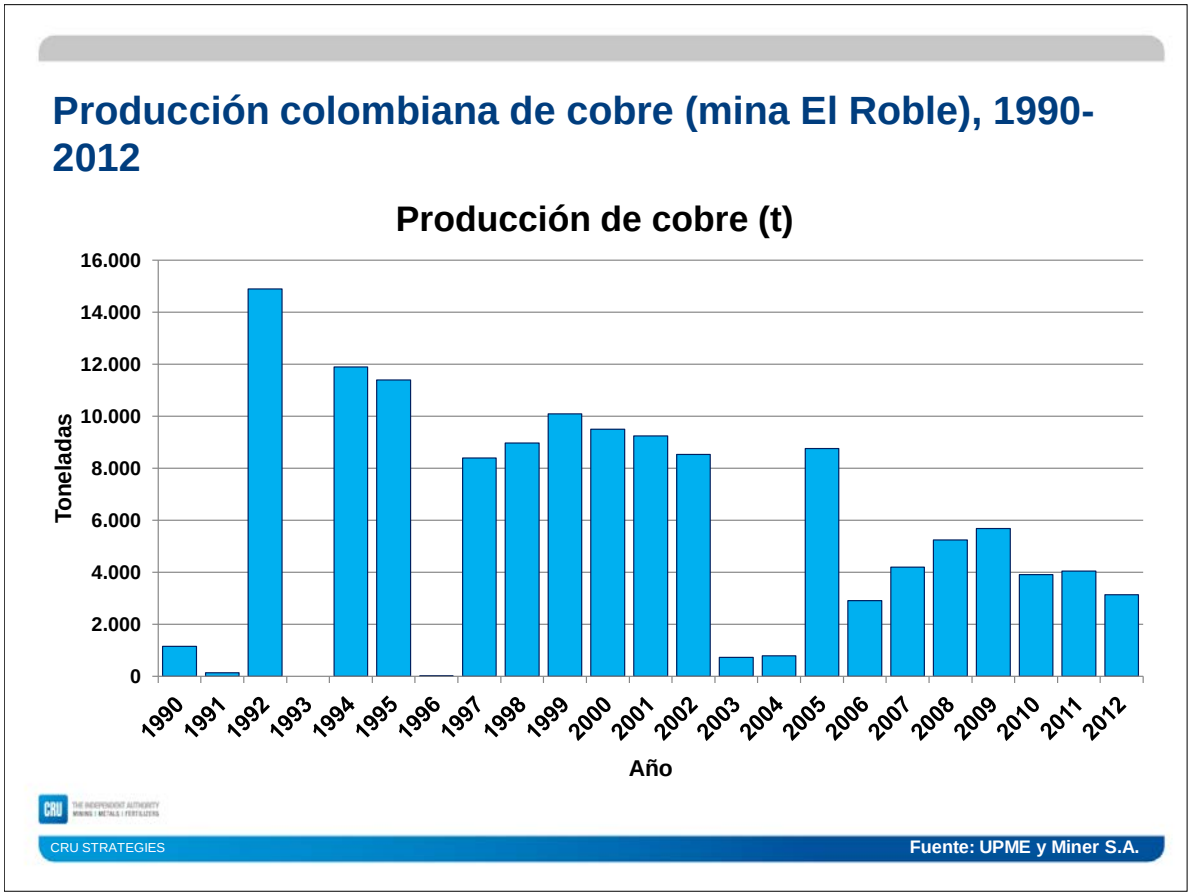
históricos altos y las mineras reciben la mayor parte de los ingresos de la cadena de valor, por lo tanto podría ser una industria lucrativa para el país.

3.5.2 Dotación de recursos de Colombia

3.5.2.1 Producción histórica de cobre en Colombia.

El primer registro oficial de la producción de cobre en el país es de 1951, cuando produjo 25 toneladas de cobre. Sin embargo, entre 1957 y 1966 la producción se detuvo y entre 1967 y 1990 varía bastante. Actualmente, El Roble es la única mina de cobre en el país. Pertenece a la minera canadiense Atico Mining, que se especializa en el desarrollo de proyectos cobre-oro en Sudamérica. El proyecto cubre un área de 8.361 hectáreas y desde su inicio en 1990 ha producido 1,5 millones de toneladas del mineral calcopirita con una ley promedio de 2,53% Cu. La minera sigue explorando la zona, y el programa de exploración de 2012 se centró en descubrir 3 millones de toneladas de mineral de cobre y oro de alta ley.

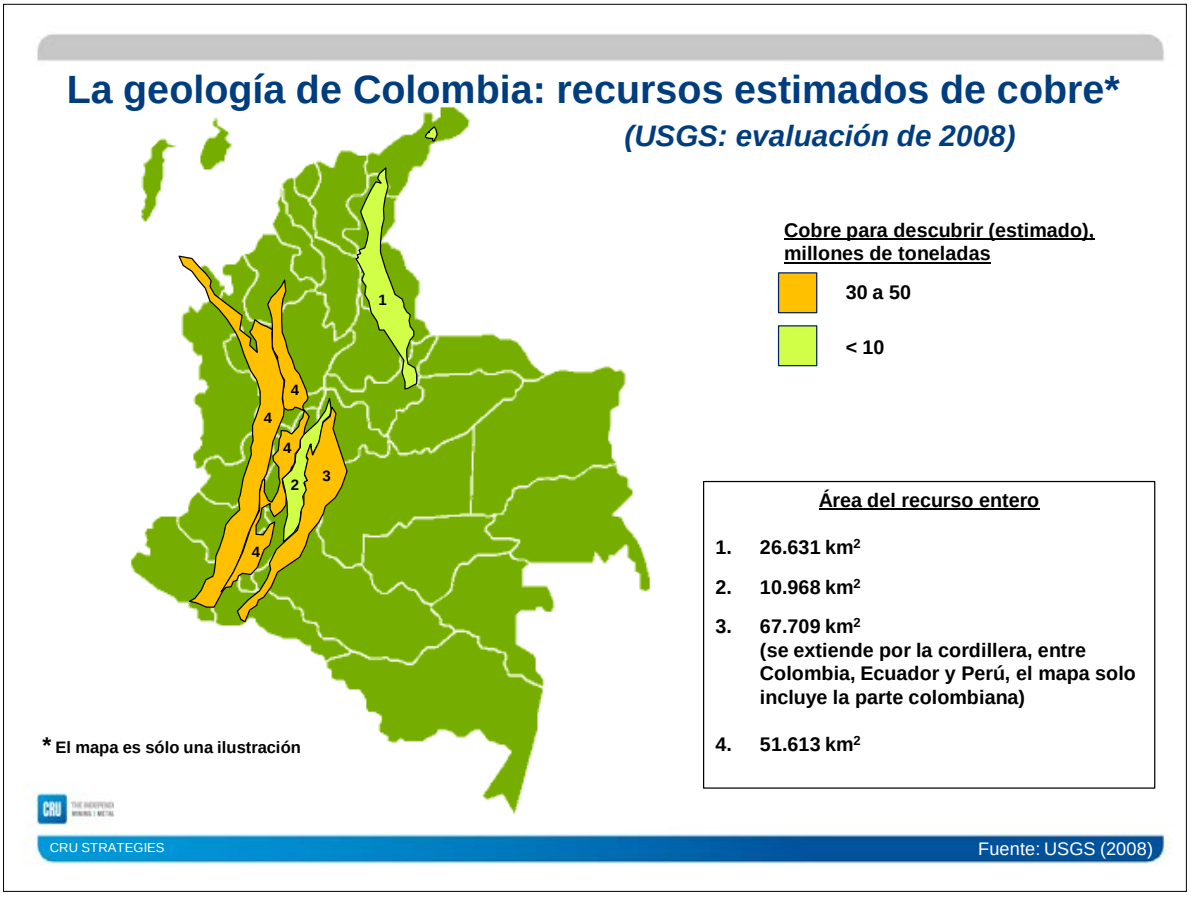
Figura 3.31: Producción colombiana de cobre (mina El Roble), 1990-2012



3.5.2.2 Reservas y recursos

En Colombia la actividad de minería de cobre es muy baja. La industria nacional tiene una larga tradición en la explotación de hidrocarburos y de carbón, pero en metales básicos sólo posee experiencia en la explotación de níquel y de operaciones de oro y cobre de minería de menor escala. Como mencionamos anteriormente, el país no cuenta con un potencial estimado ni registros de reservas según normas internacionales. Sin embargo, el United States Geological Service (USGS) hizo una evaluación de los recursos potenciales de Sudamérica en 2008, la cual incluyó Colombia. La parte más norteña de la cordillera de Los Andes llega al noroeste del país, por lo tanto es la zona que tiene mayor potencial en cuanto al cobre. Los depósitos son de pórfidos, parecidos a los que se encuentran en Chile y Argentina. Además de cobre, los pórfidos también contienen oro, plata y molibdeno entre otros.

Figura 3.32: La geología de Colombia: recursos estimados de cobre

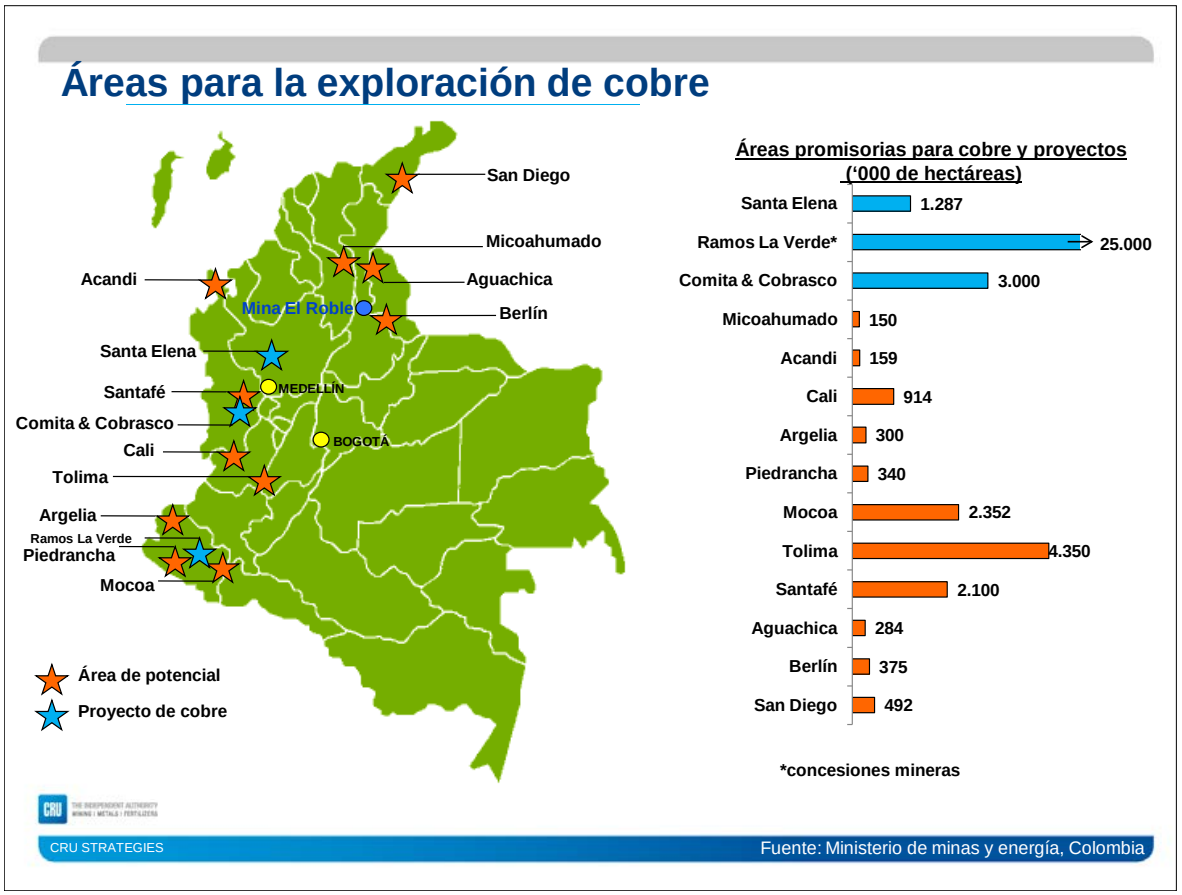


Aunque hay una sola mina de cobre en Colombia, existen varios proyectos: el interés de Codelco en el país captó la atención de otras mineras, y al principio de 2013 existían tres nuevos proyectos de cobre[5], asimismo el Ministerio de Minas y Energía identificó varias áreas con potencial.

3.5.2.3 Proyectos de cobre en Colombia

En 2012, el Gobierno de Colombia clasificó aproximadamente unos 20 millones de hectáreas como 'Reserva Estratégica', de las cuales unos 2 millones podrían tener potencial para la explotación cuprífera. Las concesiones dentro de la Reserva Estratégica se asignan mediante una selección objetiva de empresas que cumplan ciertos requisitos de capacidad técnico-económica. Las áreas promisorias identificados por el Gobierno más los proyectos de cobre existentes del país están destacados en el siguiente gráfico.

Figura 3.33: Áreas para la exploración de cobre



[5] Revista Mundo Minero, enero 2013

Proyectos Comita y Cobrasco: estos dos proyectos son de la minera canadiense Rugby Mining. **Comita** está ubicado a 100km al suroeste de la ciudad de Medellín y la zona fue reconocida como un área de potencial en los años 1980 durante un programa de exploración alemán. La minera recién cumplió un sondaje aeromagnético, pero para empezar las perforaciones, se necesita que el área se excluya de una reserva forestal. Además, han iniciado un programa de relaciones comunitarias para asegurar el soporte de la comunidad. El proyecto **Cobrasco** está directamente al sur y al norte de Comita y acordó una Consulta Previa con la comunidad local, la cual le permite explorar el área de la concesión durante 10 años. La exploración empezará este año y la minera solicitará un permiso de perforación que se espera recibir antes del final de este año.

Proyecto Santa Helena: el proyecto es de CuOro Resources, otra minera canadiense y está ubicado a 140km al noreste de Medellín. La zona disfruta de buena infraestructura: el proyecto tiene acceso a una carretera pavimentada, y; hay dos plantas hidroeléctricas, una base militar y un suministro de agua a poca distancia del proyecto. El programa de perforación está 100% financiado y al principio de 2013 la minera ya había cumplido 100 perforaciones.

Proyecto Ramos La Verde: el proyecto es de la minera ecuatoriana Salazar Resources Limited, que ya tiene varias operaciones en Ecuador, cerca de Ramos Verde, al otro lado de la frontera. En este momento la minera está esperando los títulos mineros que solicitó.

3.5.3 Principales competidores y posición competitiva de Colombia

En cuanto a la exploración cuprífera en Colombia, analistas del sector han indicado que el país no cuenta con una gran área con yacimientos de cobre concentrado, como Chile y Perú, lo cual dificulta el desarrollo de recursos mineros en el país. Sin embargo hay indicaciones que existen unos depósitos que podrían ser económicamente viables: una minera tiene que entrar a buscar puntos de depósitos principalmente en la Cordillera Central, donde la exploración y un posible proceso de explotación serían más fácil.

3.5.3.1 Competitividad de Colombia a nivel sudamericano

A nivel sudamericano Colombia produce una cantidad muy baja de cobre, menos de 1% del total. Por otro lado, unos de los mayores productores del mundo, Chile y Perú, están dentro de la región. La característica clave de Chile es su dotación de recursos naturales de cobre. Sin embargo, la

dotación de recursos es solo el punto de inicio, ya que la exitosa extracción y venta de estos recursos es lo que hace Chile el mayor productor de cobre del mundo. El país cuenta con una situación política estable y bajos niveles de corrupción, más una buena infraestructura que facilita el transporte y exportación del cobre de las minas a los clientes extranjeros. Además, la forma larga y estrecha del país significa que hay poca distancia entre la mina y el puerto, un máximo de 100km y la altitud es constante: un camión no tiene que bajar y subir muchas veces para llegar al puerto. Cabe destacar que la cuprífera más grande del mundo es Codelco, la minera estatal chilena, pero que casi todas las grandes mineras tienen operaciones en Chile (BHP Billiton, Anglo American etc.), lo cual es una buena indicación de un entorno comercial estable: un factor esencial si un país que atraer inversión extranjera.

Tabla 3.52: Producción histórica de cobre en países más relevantes de Sudamérica, 2005-2012 ('000t)

Pais	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Chile	5.355	5.382	5.599	5.295	5.381	5.367	5.280	5.475
Perú	1.007	1.045	1.174	1.257	1.241	1.226	1.203	1.288
Brasil	131	143	200	217	210	216	212	219
Argentina	187	180	180	157	143	140	117	136
Colombia	9	3	4	5	6	4	4	3

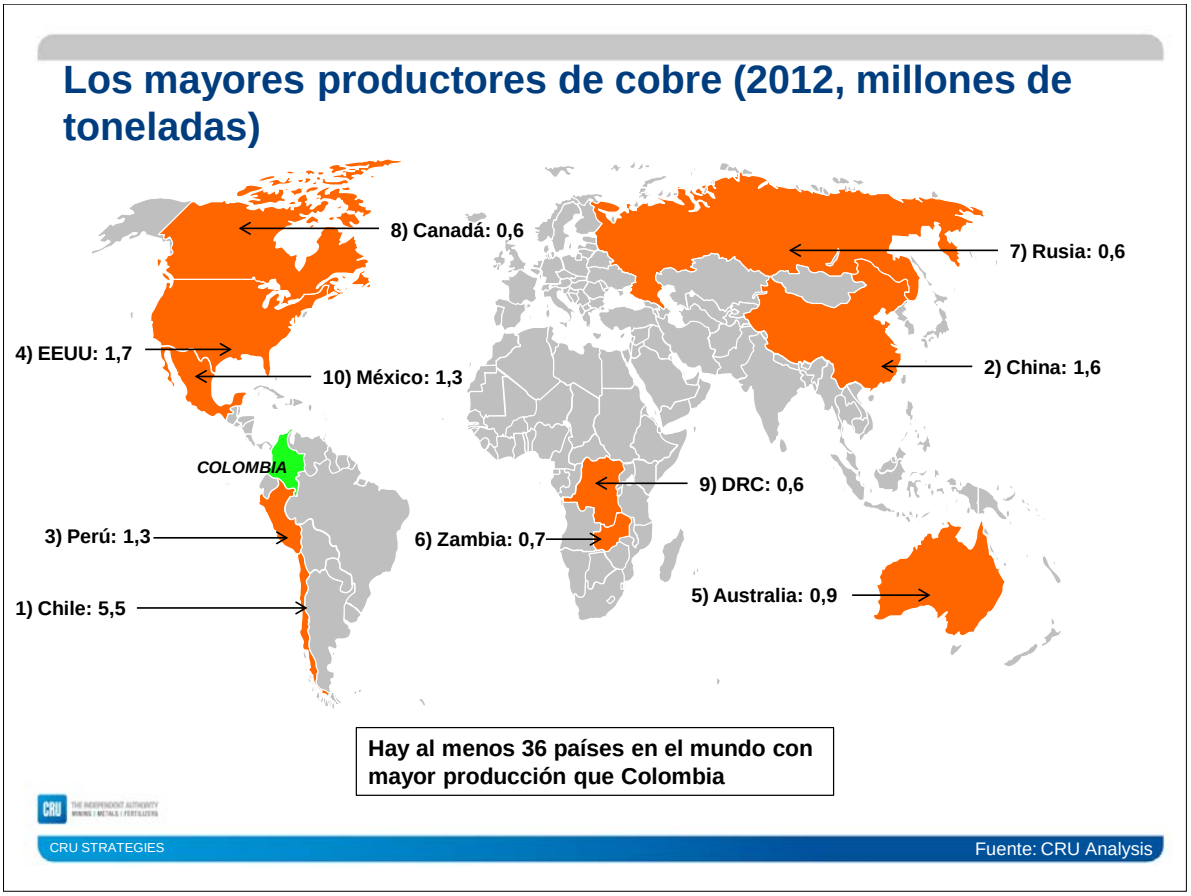
Fuente: CRU Analysis, UPME

En cuanto a recursos, Colombia no cuenta con un potencial estimado ni registros de reservas según normas internacionales. Sin embargo, es posible destacar los países sudamericanos que tienen reservas abundantes[6]: Chile, 190 mil millones de toneladas; Perú, 76 mil millones de toneladas y Brasil, 15 millones de toneladas. Los recursos de Argentina no son medidos, pero por causa de la cordillera argentina de los Andes es probable que el país tenga recursos importantes de cobre. Chile tiene por lejos la mayor cantidad de reservas, tal que podría seguir con su nivel de producción actual durante 100 años más.

[6] Datos del United Stated Geological Service, USGS.

3.5.3.2 Competitividad de Colombia a nivel mundial

Figura 3.34: Los mayores productores de cobre (2012, millones de toneladas)



Como se puede ver de la siguiente tabla, es evidente que hoy en día Colombia no tiene importancia como productor de cobre, sin embargo, el acuerdo entre el gobierno colombiano y Codelco ha captado el interés de otras mineras, y se espera que su producción crezca en el futuro.

Tabla 3.53: Mayores productores de cobre del mundo, 2012 ('000t)

	2012	%
Chile	5.475	*33%*
China	1.629	*10%*
Perú	1.288	*8%*
EEUU	1.171	*7%*
Australia	930	*6%*
Zambia	736	*4%*
Rusia	625	*4%*
Canadá	585	*4%*
República Democrática del Congo	570	*3%*
México	466	*3%*
Colombia	***3***	***0%***
Otros países	3.246	*19%*
Total mundial	**16.723**	***100%***

Fuente: CRU Analysis

3.5.3.3 Ventajas y desventajas competitivas de Colombia

Colombia posee buenos prospectos de cobre a los largo de la tres cadenas de la cordillera Andina. Dala la situación esperada de déficit de oferta de cobre en el largo plazo, la posibilidad de que varias operaciones mineras de cobre puedan ser desarrolladas en el futuro son más posibles que en otros minerales. Sin embargo, existen serios retos hacia adelante, especialmente en cuanto al desarrollo de proyectos que potencialmente no tienen la escala suficiente para atraer inversionistas de largo plazo.

Como mencionamos anteriormente, la producción de cobre en Colombia ha sido históricamente mínima y el país no cuenta con reservas medidas de cobre. No obstante, el gobierno colombiano está intentando promover a Colombia como un país minero mediante su elección de 11 minerales estratégicos, uno de los cuales es el cobre. Además, el Servicio Geológico Colombiano, basándose en el conocimiento del subsuelo colombiano, ha identificado las áreas de mayor potencial de alojamiento de minerales estratégicos con el fin de delimitar las Áreas Especiales de Reserva Estratégica, contempladas en la ley del Plan Nacional de Desarrollo.

Otro reto para potenciales operaciones de cobre es su ubicación en sitios alejados de los puertos y con bajos niveles de infraestructura, lo cual afectaría significativamente los costos de transporte de concentrados de cobre. Las zonas con potencial más alto de cobre están en la cordillera occidental, especialmente en las latitudes centrales y sureñas del país, como el departamento de Cauca, que más bien favorece una salida eventual de los productos de cobre hacia el Océano Pacífico a través del

puerto de Buenaventura. Esta salida implica que las exportaciones hacia Europa tendrán que pasar por el canal de Panamá o por tierra hacia los puertos de Cartagena o Barranquilla en el Mar Caribe. Por el otro lado, un puerto en el Pacífico permitiría exportaciones a EEUU y a China.

Colombia tiene la ventaja geográfica de estar más cerca de Europa y EEUU que otros exportadores regionales de concentrados de cobre (Perú y Chile). Dado que los buques de concentrados que van desde Chile y Perú hacia Europa o los EEUU tienen que pasar Colombia en camino hacia el canal de Panamá, puede ser factible que algunos de ellos se detengan en Buenaventura para cargar los concentrados colombianos.

La siguiente tabla contiene el análisis de ventajas y desventajas competitivas de Colombia.

Tabla 3.54: Ventajas y desventajas competitivas de Colombia

Ventajas competitivas	● Colombia tiene buenos prospectos geológicos para potencialmente tener varias operaciones de cobre de tamaño pequeño y posiblemente mediano ● Suficiente energia para alojar potenciales plantas de fundición y refinación, aunque la factibilidad económica de fundir y refinar material en Colombia es muy baja, pues el valor y la rentabilidad están en el minado, no en la fundición ● Aunque hay una sola operación de cobre de pequeña escala en el país (El Roble), existe una operación grande de níquel, la cual demuestra que hay un entorno comercial bastante estable ●Las reservas estratégicas en el oeste del país están todas dentro de 300km de la costa, lo cual facilitaría el transporte al extranjero en caso de que se decida exportar los concentrados ● Colombia tiene la ventaja geográfica de estar más cerca de Europa y EEUU que otros exportadores regionales de concentrados de cobre
Desventajas competitivas	● El país no cuenta con un potencial estimado ni registros de reservas según normas internacionales ● El nivel de regalías de cobre debe ser revisado a la luz de los proyectos potenciales y los benchmark internacionales

Fuente: CRU Strategies

RESUMEN

- Podemos concluir que el cobre es un *commodity* atractivo para la industria colombiana. El cobre es un metal único, en el sentido de que en este momento no existen sustitutos comparables en cuanto a la conductividad térmica y de electricidad. Más aun, el cobre es un material clave durante el desarrollo y la industrialización de un país. Como consecuencia, el mercado de cobre aguantó bien la crisis financiera debido a la fuerte demanda de los países emergentes, sobre todo China.
- Asimismo, se espera que la demanda de los países emergentes crezca aún más en el futuro. Hemos mencionado que las barreras de entrada a la industria son altas, sin embargo esta observación solo aplicaría a una nueva minera: Colombia será el país receptor de las inversiones de las grandes mineras. Ya ha demostrado que tiene un entorno comercial relativamente estable, como lo demuestra la presencia de una operación importante de níquel (Cerro Matoso de BHP Billiton) y se espera que el interés de Codelco (la cuprífera estatal de Chile) en el país impulse más la explotación minera.
- Los ingresos potenciales de la minería del cobre son altos: en la cadena de valor de los sulfuros existen productos intermedios, no obstante, históricamente las minas son las que han recibido la mayoría de los ingresos. Esto indica que la extracción y exportación de concentrado de cobre podría resultar un negocio rentable para Colombia.
- Colombia posee una desventaja competitiva en relación a la disponibilidad de información ya que el país no cuenta con registros de reservas según normas internacionales, y esto dificulta el análisis de potenciales inversionistas. Se podría invertir en una extensa investigación de recursos minerales, quizás con la ayuda de algunas de las grandes compañías mineras.
- Por otro lado, las ventajas competitivas de Colombia son importantes y en gran parte son consecuencia de su ubicación geográfica: tiene la ventaja de estar más cerca de Europa y EEUU que otros exportadores regionales de cobre. Las reservas estratégicas en el oeste del país se encuentran a una distancia no mayor a 300km de la costa. De contar con la infraestructura adecuada, el transporte al extranjero podría ser relativamente competitivo.

Capítulo 4 – Mercado del Oro

4.1 Resumen general del mercado

RESUMEN DEL MERCADO

- **Características clave del mercado**

  El mercado mundial del oro alcanzó los US$212.000 millones en el año 2012, equivalentes a 3.961 toneladas producidas.

  Por parte de la demanda, la joyería es el uso final más relevante del oro, con un 72% de participación para 2012. Otros usos son aplicaciones eléctricas, monedas y medallas, y en menor medida aplicaciones dentales. El valor intrínseco del oro genera también una demanda por parte de inversionistas y bancos centrales, quienes buscan posesión del metal al ser un refugio seguro de inversión y tener un menor riesgo de perder valor en comparación a las divisas en general. China e India son, por lejos, los mayores consumidores del metal – consumo especialmente ligado a la joyería.

  Por el lado de la oferta, además de la oferta desde minería y a partir de reciclaje el oro posee componentes adicionales, como los son el metal que llega al mercado físico a través de ventas del sector oficial (bancos centrales) y el oro liberado al mercado por productores del metal mediante operaciones de cobertura (*de-hedging*). Los mayores productores mineros son China, Australia, EE.UU., Rusia y Perú – quienes en total cubrieron el 53% de la producción global en 2012.

  En términos de precio, el año 2012 cerró con un promedio de 1.665 US$/oz. Debido al aumento sin precedente del precio del oro en los últimos años, CRU prevé que este precio seguirá una tendencia decreciente hasta estabilizarse en un valor cercano a los 750 US$/oz en términos reales del 2012.

- **Cambios recientes y en desarrollo en el mercado**

  El precio del oro se ha mantenido en niveles récord en los últimos años, lo que se debe a la limitada oferta asociada a una capacidad productiva restringida y a acuerdos entre bancos centrales (principalmente europeos) para limitar la venta de oro y así no desequilibrar negativamente al mercado. Por otro lado, la incertidumbre económica mundial de los

últimos años ha llevado a que el oro se convierta en una herramienta de inversión altamente atractiva.

Este alto precio ha llevado a que joyeros y otros consumidores disminuyan su apetito por el metal. Por otro lado, China se ha convertido en el mayor exponente consumidor de oro gracias a su robusto crecimiento – a pesar que el año 2012 presentó una desaceleración importante.

Por último, llama la atención la nueva tendencia en la demanda de oro asociada a ETF. Desde 2011 los ETF han desprendido volúmenes de oro al mercado en vez de efectivamente absorberlos – que fue lo observado desde que se crearon estos fondos en 2002.

- **Oportunidades / Riesgos**

  Los recientes altos precios del oro han incentivado la explotación del metal por parte de hasta los más pequeños productores, y este sentido el ciclo de altos precios que se está viviendo presenta una oportunidad para los productores que puedan entrar rápido al mercado. Sin embargo, dado el carácter volátil del oro y el hecho de que los precios deberían tender a la baja, se debe tener cuidado con las inversiones a realizar y el tiempo que podría demorar en comenzar la producción.

- **Acceso al mercado / Barreras de entrada**

  Las barreras de entrada son mínimas en casos en que el depósito sea de fácil acceso y en que las leyes y costos sean razonables para la industria.

  Por otro lado, se ha observado en la industria general un alza significativa de costos operacionales, lo cual ciertamente impacta la rentabilidad del negocio y la potencial entrada de nuevos participantes. A pesar de los altos precios del oro, los márgenes de las compañías mineras no han reflejado este positivo contexto.

4.2 Estructura y caracterización de la demanda en Europa, Asia y las Américas y el Caribe

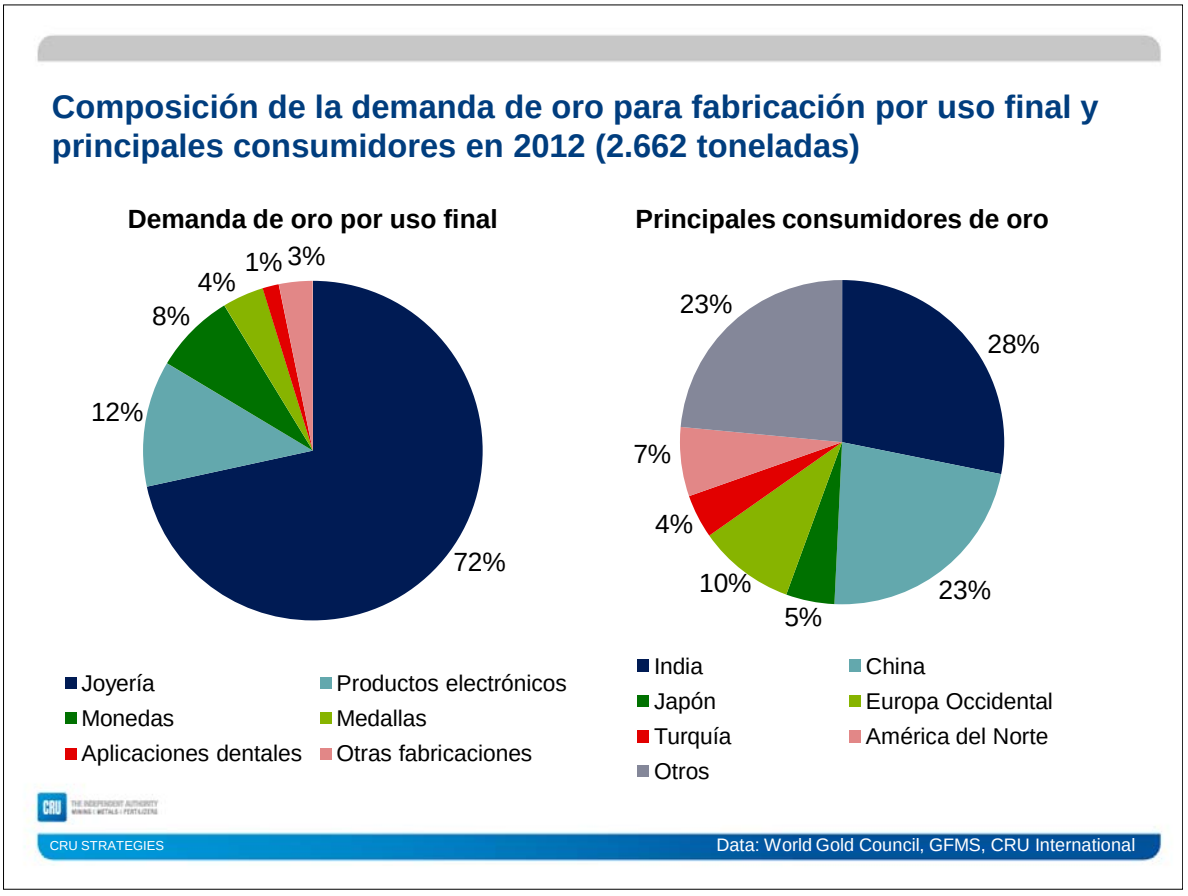
4.2.1 Determinantes de demanda

A nivel mundial, la demanda del oro se basa principalmente en la fabricación de joyería, productos electrónicos, monedas y medallas y, finalmente, aplicaciones dentales. En este sentido, la demanda

ligada a fabricación (cualquiera sea el uso final) se refiere al oro que ha sido manufacturado a partir de su estado inicial, normalmente lingotes de oro, hasta un producto terminado o semi-terminado. Por el otro lado, lingotes de oro sin posterior procesamiento o fabricación son utilizados para fines de inversión debido al valor intrínseco del metal y su riesgo considerablemente menor de perder valor en comparación a las divisas en general o dinero en papel.

En cuanto a la demanda global de oro ligada a la fabricación, el mayor uso es, por lejos, joyería. A este le sigue el uso de oro en artículos electrónicos, la utilización de oro en monedas y medallas y, finalmente, el uso de oro en aplicaciones dentales. Cabe notar que la demanda de oro para usos en joyería y usos en monedas y medallas tiene también una componente ligada al apetito de inversión. Por otro lado, los usos realmente industriales se relacionan solamente a usos en productos electrónicos, dentales y otras aplicaciones menores. A lo largo del informe, estas aplicaciones menores se clasificarán bajo el nombre de “Otras fabricaciones”.

Figura 4.01: Composición de la demanda de oro para fabricación por uso final y principales consumidores



4.2.2 Demanda en base a usos finales

4.2.2.1 Joyería

Como se mencionó recién, históricamente la joyería ha representado la mayor parte de la demanda de oro. Recientemente la joyería ha representado el 72% de la demanda mundial para fabricación de oro en 2012 – nivel que se viene observando en magnitudes muy similares desde 2009. En este sentido, dichos consumidores de oro consisten en manufactureras de joyería las cuales tienden a ser en general pequeñas tiendas y artesanos individuales, lo que hace que la concentración del mercado joyero con aplicaciones de oro sea altamente atomizada. Sin embargo, la distribución de la joyería de oro producida por pequeños productores domésticos está generalmente apoyada en mayoristas, y para el caso de empresas más grandes, si bien algunas de éstas cubren todas las etapas de la cadena de distribución, desde la producción de aleaciones hasta la venta del producto final, la gran parte de este tipo de empresa no está verticalmente integrada.

Los primeros indicios de joyería de oro datan de hace unos 6.000 años. El hombre ha utilizado joyas de oro históricamente como un símbolo de estatus o poder, así como también es parte común de adornos de diseño y moda que manifiestan clase y estilo dentro de la sociedad moderna a nivel mundial.

En cuanto a la sustitución del oro en la principal industria demandada, la joyería, este metal puede ser sustituido principalmente por platino, plata, y en ciertos casos metales base (en este último caso para joyería de fantasía). La magnitud del metal sustituido dentro de esta industria depende principalmente de la cultura, la moda y tendencias en el diseño de joyería y, ciertamente, del precio del oro – donde este último factor influye también en otras industrias. Ante cualquier alza importante en el precio del oro, se espera que el efecto de la sustitución en esta industria se haga sentir en el corto plazo, dado que los sustitutos han sido todos utilizados en el pasado y las tecnologías para trabajarlos y manufacturarlos son conocidas. Por el otro lado, ante una baja del precio del metal, la industria joyera ciertamente incrementará el uso de oro.

4.2.2.2 Aplicaciones electrónicas

Las aplicaciones electrónicas han representado en los últimos tres años un 12% de la fabricación mundial de oro, y son el uso industrial más importante del metal. Las propiedades térmica, eléctrica y anti-corrosión del oro lo hacen popular en aplicaciones de bajo voltaje, donde las corrientes pueden ser interrumpidas por la corrosión. El oro se usa en conectores, interruptores y contactos de

relé, uniones soldadas, cables de conexión y también se encuentra en computadores, telecomunicaciones, equipamiento para automóviles y defensa y en general en productos que tienen un alto contenido de semiconductores tales como pantallas planas y *tablets* o artículos de PDA.

En cuanto a la sustitución del oro en la industria de artículos eléctricos, los principales competidores son la plata, el paladio y combinaciones de paladio y oro y de paladio y níquel. No obstante, para el caso específico del uso del oro en artículos electrónicos (e industriales en general) donde la confiabilidad del artículo electrónico es de extrema importancia, la cantidad demandada no depende del precio del metal ya que la cantidad de oro contenido en el producto final tiende a ser baja.

4.2.2.3 Monedas y medallas

Las monedas y medallas son principalmente una herramienta de inversión, la cual en los últimos años ha experimentado un incremento en la participación mundial de consumo de oro para fabricación – llegando en 2012 a un 11,6% en comparación con un 2,8% el año 2000. Las monedas son valoradas en base al precio de mercado y su peso más un margen adicional para cubrir el costo de acuñarla. Normalmente las casas de moneda no producen monedas oficiales efectivamente para utilizarlas como moneda oficial de transacción, debido a que el valor real del metal en cada una excedería por mucho el valor indicado para fines de transacción. Aparte de las monedas oficiales, existen también monedas no oficiales acuñadas por las mismas casas de moneda, las cuales son utilizadas para propósitos de inversión – principalmente en India.

En cuanto a la sustitución del oro en este tipo de uso, las alternativas que se observan son otros metales preciosos. Sin embargo, el efecto sustitución para estos casos es menos claro debido a que la sustitución del oro por otro metal afecta directamente en el valor de la moneda o medalla, teniendo un impacto no menor en el objetivo final de ésta.

4.2.2.4 Aplicaciones dentales

Las aplicaciones dentales son el componente más pequeño de la demanda de fabricación de oro. En 2012 su participación fue de apenas 1,5%, un nivel de demanda que viene decreciendo sostenidamente en los últimos años.

Los odontólogos creen que esta tendencia a la baja es irreversible, a pesar de que todavía existe una demanda de oro para estos fines debido a que es un material dental fiable y ha sido utilizado con éxito por largo tiempo. A pesar de existir importantes riesgos para la salud asociados a aleaciones

dentales sin oro o nuevas tecnologías y tratamientos que favorecen el uso de oro, no se espera que la participación de este uso aumente.

Respecto a la sustitución del metal para usos en aleaciones dentales, el paladio, el platino y la plata son los principales sustitutos. Otros materiales que se han utilizado últimamente en esta industria para reemplazar al oro son algunos metales no-preciosos y cerámicas. El alto precio del oro ciertamente estimula la sustitución del metal por otras opciones significativamente menos costosas.

4.2.2.5 Inversión

El oro también tiene una gran importancia a nivel financiero. Tanto especuladores como inversionistas suelen utilizar este metal para obtener ganancias a través de arbitraje. Al mismo tiempo, en épocas de incertidumbre económica y volatilidad se tiende a ver al oro como un refugio, ya que el riesgo de que pierda su valor es notoriamente menor que el de las divisas en general. Esto genera que en periodos de crisis económica la inversión en oro, y por ende la demanda del metal para estos fines, aumente.

Cabe recordar que este uso en particular no es parte de los usos de oro para fabricación, puesto que tiene una utilidad netamente asociada a la posesión del metal (en lingotes o barras y sin manufactura aguas abajo) y a su valor intrínseco mundialmente conocido. Es por este motivo que la sustitución del oro para fines de inversión es difícil de concretar, a menos que sea por otro metal precioso de alto valor por unidad de peso.

Acá el sector oficial, dado por los bancos centrales, juega un rol altamente relevante, puesto que éstos tienden a diversificar su portfolio de reservas en metales de alto valor, como el oro, y así no depender totalmente de monedas que pueden verse devaluadas ante cualquier crisis económica mundial. De la misma forma, los propios bancos centrales o entidades financieras privadas, tal cual como pueden hacer compras de grandes volúmenes de oro, también pueden venderlos toda vez que vean alternativas financieras más atractivas – lo cual dependerá directamente del contexto e incertidumbre económica.

4.2.3 Intensidad de uso & el ciclo de desarrollo

El oro es virtualmente indestructible, por lo que prácticamente todo el oro que ha sido minado continúa existiendo y siendo utilizado de alguna forma. Además, es relativamente fácil recuperarlo de sus usos anteriores, así como también puede ser fundido, vuelto a refinar y usado nuevamente.

Es por este motivo que el oro es altamente particular en cuanto al ciclo de vida de los productos que contienen oro, debido a que una vez que el ciclo de vida del producto termine, el oro contenido volverá a ser utilizado en otro producto – acumulándose el volumen de oro en uso sobre la Tierra y no consumiéndose bajo ningún grado.

4.2.4 Evolución histórica de la demanda (fabricación)

En términos generales, se ha observado en el mercado que en la última década se han generado excedentes de oro año a año; no obstante, se espera que este excedente acumulado pudiese comenzar a verse reducido ante las perspectivas de reducción de los precios del metal – en otras palabras, que el mercado aumente el nivel de demanda del metal ante menores precios observados.

Según el World Gold Council (WGC), la demanda de joyería cayó un 3% el año 2012 con respecto al año 2011. Gran parte de la disminución se originó en India, donde los consumidores de joyas enfrentan obstáculos ligados a impuestos de importación más altos, huelgas de joyeros precisamente contra las propuestas del gobierno indio para frenar las importaciones de oro y, finalmente, un fuerte aumento en el precio del oro en rupias. El crecimiento del consumo de joyas de oro en China disminuyó debido a la desaceleración económica.

Por otro lado, el uso del oro en las aplicaciones industriales se redujo en 2012 en un 5% respecto a 2011. Se observó un grado de sensibilidad a los precios en aplicaciones como el uso de oro en cables y esto fue sólo parcialmente compensado por la mayor demanda de de oro en los segmentos de electrónica. Como era de esperar, la demanda de oro en el sector dental continuó su caída, tal como lo viene haciendo desde hace algún tiempo, debido a la actitud de ahorro de las personas y a la pérdida de participación de mercado frente a otras alternativas – como la cerámica.

Fuera de los usos de fabricación del oro, el sector de banca oficial sigue siendo un comprador neto del metal, pero su apetito ha comenzado a disminuir. Sus compras totales ascendieron a 280 toneladas de oro en 2012, lo que representa una caída del 30% con respecto a 2011.

Tabla 4.01: Demanda de oro para fabricación por región, 2005-2012 (toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
India	695	634	685	706	569	783	759	751	1,1%
China	262	278	340	378	426	508	585	603	12,6%
Europa	1.203	993	1.040	942	651	614	586	547	-10,6%
América del Norte	281	261	227	238	243	244	228	198	-4,8%
Japón	164	175	178	163	140	157	147	129	-3,4%
Asia ex. India, China, Japón	513	436	431	392	305	297	267	251	-9,7%
Resto del Mundo	19	25	79	123	120	146	171	183	12,6%
Total	**3.137**	**2.802**	**2.979**	**2.942**	**2.453**	**2.750**	**2.741**	**2.662**	**-2,3%**
% cambio anual		*-10,7%*	*6,3%*	*-1,2%*	*-16,6%*	*12,1%*	*-0,3%*	*-2,9%*	

Data: World Gold Council, GFMS, CRU International

4.2.4.1 Asia

Asia ha sido la región consumidora más importante en el último tiempo. Su liderazgo viene asociado al uso de fabricación más relevante del oro: la joyería. No obstante, Asia también es el líder en consumo de oro en aplicaciones electrónicas.

La tendencia en el consumo de joyas ha sido recientemente, en general, alcista en India y China. Estos dos países han sido los mejores ejemplos entre los principales mercados compradores de joyas de oro que han visto un rápido crecimiento en el PIB en la última década. Esto ha llevado a un fuerte aumento del ingreso disponible de los hogares y, como el sector del *retail* en estos países se ha desarrollado de la misma forma, el oro ha sido uno de los muchos bienes de consumo de lujo que se ha visto beneficiado. Por ejemplo, el ingreso per cápita en China aumentó de alrededor del nivel de US$1.100 en 2000 a cerca de US$3.400 dólares en 2012, y la demanda local de joyas de oro subió algo más de 2,5 veces en el mismo período – desde 206 toneladas a 550 toneladas.

De hecho, la reanudación del interés por parte de los consumidores indios y el continuo crecimiento de la demanda en China detuvieron la disminución mundial de fabricación de joyas en 2004. Sin embargo, la tendencia mundial a la baja volvió en 2008, cuando la crisis financiera golpeó al mundo – no obstante, la demanda china se mantuvo creciendo.

La demanda de joyería en Asia cayó durante el período 2008-09 dado que la crisis económica mundial gatilló a que consumidores recortaran sus gastos en artículos de lujo, incluyendo joyas de oro. No obstante, en 2010, signos positivos en la economía movieron a la demanda por joyería de oro a recuperarse tras la crisis financiera.

En 2011 y 2012 la demanda de joyas en India continuó disminuyendo; por su parte, en China la demanda continuó su tendencia alcista. De todas formas, ambos países siguen siendo los bastiones culturales de oro, generando el 56% de la demanda mundial de joyería de oro para el año 2012. Cabe notar que, en general, los países asiáticos en vías de desarrollo (sobre todo India, China y el resto de Asia y Oriente Medio) representan en la actualidad la gran mayoría del consumo mundial de joyas. En estos países existe un importante traslape dentro del principal incentivo asociado a las compras de joyas de oro, dado por una mezcla entre motivos de adorno y motivos de ahorro e inversión – lo que difiere de países desarrollados de occidente.

En cuanto al consumo de oro en artículos electrónicos, la demanda global de oro utilizado para los años 2010 y 2011 aumentó gracias a la fuerte demanda de semiconductores para los sectores de automóviles y telecomunicaciones. Sin embargo, luego de las graves inundaciones en Tailandia el año 2011, para 2012 se redujo la producción de algunos componentes de computación, específicamente de memoria y unidades de almacenamiento, que utilizan oro en su producción – disminución la cual estuvo naturalmente enfocada en Asia al ser la principal región donde estos componentes son producidos.

En cuanto al uso de oro en monedas y medallas dentro de Asia, India sobresale por la producción de medallas – las cuales se diferencian de las monedas oficiales emitidas por casas de moneda oficiales. En India estas medallas se utilizan principalmente con fines de inversión. Estos van desde monedas de excelente calidad y de peso homologado, emitidas por bancos, a medallas y barras en bruto producidas por joyeros, que son comprados por los consumidores con la intención de convertirlos en joyas en una fecha posterior.

Tabla 4.02 Demanda histórica de oro para fabricación en Asia, 2005-2012 (toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
India	695	634	685	706	569	783	759	751	1,1%
China	262	278	340	378	426	508	585	603	12,6%
Japón	164	175	178	163	140	157	147	129	-3,4%
Otros	513	436	431	392	305	297	267	251	-9,7%
Asia	**1.635**	**1.523**	**1.634**	**1.640**	**1.439**	**1.745**	**1.758**	**1.734**	**0,8%**
% cambio anual		*-6,8%*	*7,2%*	*0,4%*	*-12,2%*	*21,3%*	*0,7%*	*-1,3%*	

Data: World Gold Council, GFMS, CRU International

Tabla 4.03: Demanda histórica de oro para fabricación por uso final en países más relevantes de Asia, 2005-2012 (toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
Joyería	586	516	557	600	470	657	567	525	-1,5%
Medallas	33	56	69	63	52	72	71	85	14,6%
Resto de las aplicaciones *	77	62	58	43	47	54	121	141	9,1%
India	**695**	**634**	**685**	**706**	**569**	**783**	**759**	**751**	**1,1%**
% cambio anual		*-8,8%*	*8,0%*	*3,2%*	*-19,5%*	*37,6%*	*-3,0%*	*-1,1%*	
Joyería	241	245	302	341	376	452	511	550	12,5%
Resto de las aplicaciones *	21	34	38	37	50	56	74	53	14,0%
China	**262**	**278**	**340**	**378**	**426**	**508**	**585**	**603**	**12,6%**
% cambio anual		*6,0%*	*22,1%*	*11,2%*	*12,8%*	*19,3%*	*15,0%*	*3,1%*	
Productos electrónicos	112	124	128	116	95	115	105	89	-3,2%
Aplicaciones dentales	23	23	23	23	23	21	21	20	-2,3%
Resto de las aplicaciones *	29	28	26	24	23	21	21	20	-5,2%
Japón	**164**	**175**	**178**	**163**	**140**	**157**	**147**	**129**	**-3,4%**
% cambio anual		*6,5%*	*1,6%*	*-8,2%*	*-14,3%*	*12,4%*	*-6,6%*	*-12,4%*	

Data: World Gold Council, GFMS, CRU International

* Corresponde al conjunto de aplicaciones no especificadas para cada país

4.2.4.2 Europa

La demanda de monedas en Europa aumentó el año 2011 en un 26% a 53 toneladas. Turquía fue el principal impulsor de este aumento de la demanda; inversionistas turcos, que cada vez mostraban mayor preocupación el año 2011 en cuanto al estado financiero de la Unión Europea (principal socio comercial del país), alzaron sus compras de monedas de oro en un 65% (o 23 toneladas) con respecto al año anterior alcanzando un nuevo récord de 59 toneladas. Debido a este aumento de la actividad de inversión, Turquía volvió a su posición de mayor mercado mundial para monedas de oro. Anteriormente, el país encabezaba la lista en 2007, pero cuando la crisis sub-prime surgió en 2008 le cedió el liderazgo en este campo a EE.UU. Pese a lo anterior, para el año 2012 esta demanda europea se redujo en un 20% a niveles muy similares a los observados en 2010.

En cuanto al uso del oro en aplicaciones dentales, una de las caídas más importantes en términos absolutos en los últimos dos años se registró en Europa, donde un número creciente de personas cancelaron o retrasaron tratamientos dentales debido al aumento de los costos y un entorno económico desafiante.

Tabla 4.04: Demanda histórica de oro para fabricación en Europa, 2005-2012 (toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
Europa Occidental	525	458	445	406	318	297	278	258	-9,7%
Turquía	303	242	277	236	111	109	136	116	-12,8%
Otros	375	292	318	300	222	208	172	173	-10,4%
Europa	**1.203**	**993**	**1.040**	**942**	**651**	**614**	**586**	**547**	**-10,6%**
% cambio anual		*-17,4%*	*4,7%*	*-9,4%*	*-30,9%*	*-5,6%*	*-4,7%*	*-6,6%*	

Data: World Gold Council, GFMS, CRU International

Tabla 4.05: Demanda histórica de oro para fabricación por uso final en regiones más relevantes de Europa, 2005-2012 (toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
Joyería	255	241	244	224	176	96	65	57	-19,3%
Productos electrónicos	35	38	39	37	29	33	31	26	-3,9%
Monedas	20	17	21	46	57	42	53	42	11,1%
Aplicaciones dentales	17	16	14	13	12	10	8	7	-11,9%
Resto de las aplicaciones *	198	147	127	85	45	115	121	125	-6,3%
Europa Occidental	**525**	**458**	**445**	**406**	**318**	**297**	**278**	**258**	**-9,7%**
% cambio anual		*-12,6%*	*-2,9%*	*-8,8%*	*-21,6%*	*-6,7%*	*-6,5%*	*-7,2%*	
Monedas	52	57	57	53	31	36	59	50	-0,5%
Resto de las aplicaciones *	251	185	220	183	80	73	77	66	-17,4%
Turquía	**303**	**242**	**277**	**236**	**111**	**109**	**136**	**116**	**-12,8%**
% cambio anual		*-20,2%*	*14,4%*	*-14,7%*	*-53,0%*	*-1,8%*	*24,9%*	*-14,7%*	

Data: World Gold Council, GFMS, CRU International

* Corresponde al conjunto de aplicaciones no especificadas para cada país

4.2.4.3 Las Américas y el Caribe

El interés por las monedas de oro como una forma de inversión se ha ido desvaneciendo en los EE.UU. desde su pico en 2009, cuando un número récord de monedas de un peso total de 72 toneladas fueron compradas por los inversionistas. A un nivel de 44 toneladas, la demanda en 2012 fue 39% menor que en 2009 y 18% por debajo que en 2011. Naturalmente, sería un error mencionar la mejora en la confianza de inversionistas locales y consumidores como la razón de esta caída de la demanda – pues las perspectivas de la economía de los EE.UU. han sido y siguen siendo pobres. De hecho, fue el cambio en los patrones de demanda de inversión la responsable de esta caída. Barras de oro, junto con las monedas, son otra forma popular de inversión en oro. Aunque las monedas tienen un valor estético superior a las barras, las primas cobradas en las barras son más bajas, lo que en un contexto de altos precios del oro ciertamente puede hacer una diferencia significativa para inversionistas de *retail*. Entre los años 2009 y 2012, el precio del oro ha subido un 62% en términos

reales (lo que equivale a un aumento del 18% compuesto anual) y por lo tanto ha animado a un número creciente de inversores de EE.UU. para comenzar a cambiar su preferencia de monedas a barras.

Dentro del uso del oro en aplicaciones dentales, se registró una caída en EE.UU. Al igual que Europa, una importante cantidad de personas retrasaron o cancelaron sus tratamientos dentales debido al alza de los costos asociados y al complejo contexto económico observado.

Tabla 4.06: Demanda histórica de oro para fabricación en América, 2005-2012 (toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
América del Norte	281	261	227	238	243	244	228	198	-4,8%
Otros	90	75	71	66	58	60	49	49	-8,2%
América	**371**	**337**	**298**	**304**	**301**	**304**	**277**	**248**	**-5,6%**
% cambio anual		*-9,2%*	*-11,6%*	*2,0%*	*-0,9%*	*1,1%*	*-8,9%*	*-10,5%*	

Data: World Gold Council, GFMS, CRU International

Tabla 4.07: Demanda histórica de oro para fabricación por uso final en regiones más relevantes de América, 2005-2012 (toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
Joyería	219	192	166	142	122	115	109	97	-10,9%
Productos electrónicos	35	36	32	39	38	50	54	47	4,5%
Monedas	15	22	18	45	72	68	54	44	16,6%
Aplicaciones dentales	9	8	8	9	9	9	7	7	-3,7%
Resto de las aplicaciones *	4	3	2	2	2	3	3	3	-2,9%
América del Norte	**281**	**261**	**227**	**238**	**243**	**244**	**228**	**198**	**-4,8%**
% cambio anual		*-7,0%*	*-13,4%*	*4,9%*	*2,2%*	*0,5%*	*-6,7%*	*-12,8%*	

Data: World Gold Council, GFMS, CRU International

* Corresponde al conjunto de aplicaciones no especificadas para cada país

4.2.5 Evolución pronosticada de la demanda (fabricación) en el corto plazo

4.2.5.1 Asia

Mirando hacia el futuro de la demanda mundial de joyas de oro, no existe duda alguna que son exponentes asiáticos los que seguirán siendo los más grandes e importantes mercados para un horizonte de al menos otros cinco años – particularmente, India y China.

Dentro de India, con los altos precios locales y el gobierno indio ejecutando una campaña abierta dirigida a desalentar la inversión en oro, sólo podemos esperar que la demanda de joyas de oro en el país se mantenga moderada en los próximos años.

Mientras que la demanda de joyería india se desacelera, su contraparte, China, estimulada por el crecimiento de la clase media en el país, debe mantener su crecimiento hacia el futuro. De hecho, el año pasado China superó a India y se convirtió en el mayor mercado de joyas de oro – en un año calendario completo – por primera vez en la historia. Por cierto, China ya es el primer productor de oro. No obstante, incluso en este mercado altamente atractivo para el oro, cada vez es más difícil mantener este ritmo de crecimiento excepcional, teniendo en cuenta que la base anual para su cálculo ha aumentado constantemente en el transcurso de los últimos nueve años. Debido a esto, nuestra mayor preocupación es si estos niveles de compra se pueden mantener en el largo plazo.

De hecho, y en línea a lo mencionado anteriormente, según el WGC la demanda mundial de joyería de 2012 cayó un 3%. Gran parte de la disminución se originó en la India, donde los consumidores de joyas enfrentan obstáculos como impuestos de importación más elevados, huelgas de joyeros contra las propuestas del gobierno indio para frenar las importaciones de oro y un fuerte aumento en el precio del oro en rupias. Mientras tanto, el consumo de joyería de oro en China se mantiene robusta y aumentando hasta el año 2015. A pesar de que se prevé una baja en el consumo de joyería en China para 2016, igualmente dentro del horizonte de tiempo pronosticado China se mantendrá como líder mundial en consumo de joyería de oro.

Mientras tanto, la demanda de medallones y monedas de imitación dentro de Asia se verá disminuida. Esto principalmente debido a una menor demanda en India, donde los precios récord y las ya mencionadas medidas que el gobierno indio impone hacen de la compra de monedas y medallas una opción menos atractiva.

Asimismo, una visión más positiva sobre la recuperación económica reducirá el apetito por oro como modo de inversión en un refugio seguro, principalmente en China y Japón.

Figura 4.02: Demanda total de oro y demanda para joyas, 2005-2017

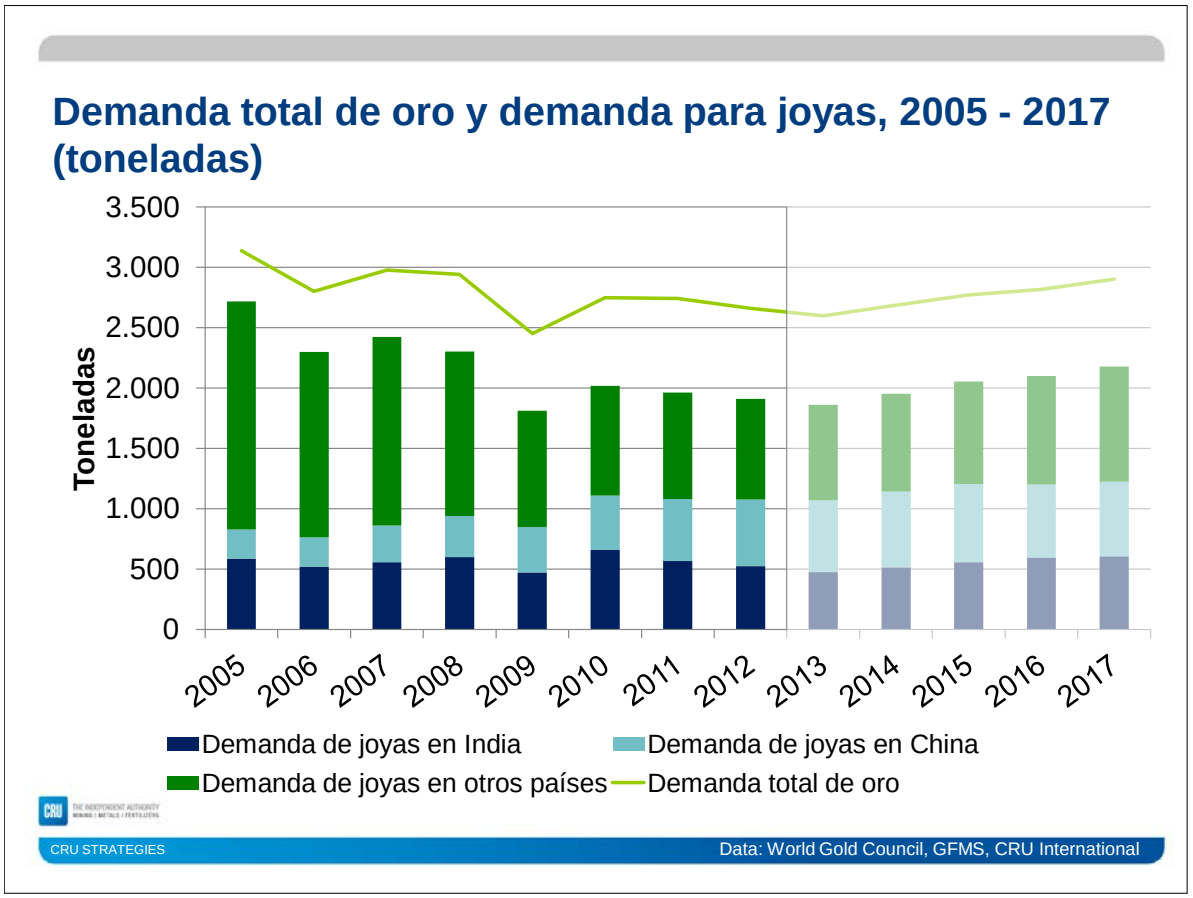


Tabla 4.08: Demanda pronosticada de oro para fabricación por uso final en países más relevantes de Asia, 2012-2017 (toneladas)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2005-2012
India							
Joyería	525	475	515	555	595	605	**2,9%**
Medallas	85	81	77	72	67	62	**-6,2%**
Otras fabricaciones	8	9	8	9	9	9	**4,0%**
China							
Joyería	550	595	625	650	605	620	**2,4%**
Otras fabricaciones	19	18	18	19	19	20	**1,0%**
Japón							
Productos electrónicos	89	89	101	112	129	142	**9,7%**
Aplicaciones dentales	20	18	18	17	16	15	**-5,2%**
Otras fabricaciones	6	6	6	6	6	7	**2,0%**

Data: World Gold Council, GFMS, CRU International

4.2.5.2 Europa

Debido al desafiante contexto económico observado en Europa, la demanda europea de joyas de oro se verá con un continuo decrecimiento hacia el futuro. Ante la gran incertidumbre existente en la región, ciertamente gran parte de los hogares tenderá a evitar el consumo de bienes de lujo – como lo son las joyas.

Este mismo contexto llevará a Europa a presentar un comportamiento análogo con respecto al uso de oro en aplicaciones electrónicas, a pesar que la baja no se verá tan pronunciada debido a que la demanda en este campo es menos sensible a la incertidumbre macroeconómica.

En nuestra opinión, los inversores a nivel global tendrán motivaciones mixtas hacia la venta o la compra de oro el presente año. A pesar de los signos de estabilización, la frágil economía de Europa sigue dando a los inversores un dolor de cabeza. En términos más específicos, Grecia puede necesitar más rescates, España podría solicitar ayuda, Italia se encuentra en una situación de estancamiento político y, finalmente, Chipre está experimentando graves dificultades. Aunque el Banco Central Europeo comentó que iba a hacer "todo lo posible" para salvar el euro, su compromiso aún no ha sido comprobado en la práctica. Por lo tanto, considerando la condición de refugio seguro del oro en términos financieros, creemos que hay más potencial de compra del metal en Europa este año si la crisis actual sigue estando presente. No obstante, sucesos desarrollados en

el marco económico en las últimas semanas – y particularmente en Europa – podrían modificar esta visión para el futuro cercano.

Tabla 4.09: Demanda pronosticada de oro para fabricación por uso final en regiones relevantes de Europa, 2012-2017 (toneladas)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2005-2012
Europa Occidental							
Joyería	57	35	35	35	50	55	**-0,7%**
Productos electrónicos	26	27	25	23	23	24	**-2,3%**
Monedas	42	42	41	37	35	32	**-5,2%**
Aplicaciones dentales	7	7	7	6	6	6	**-3,8%**
Otras fabricaciones	21	22	22	22	23	23	**2,0%**
Turquía							
Monedas	50	44	45	42	38	36	**-6,4%**

Data: World Gold Council, GFMS, CRU International

4.2.5.3 Las Américas y el Caribe

La demanda de oro en América para aplicaciones electrónicas se mantendrá en niveles estables en los próximos años, mostrando una tasa compuesta anual de crecimiento de 4,9% entre los años 2012 y 2017.

Por otro lado, el consumo de joyas de oro mantendrá su tendencia bajista en América hasta el año 2014-15, tiempo en el cual se espera que la demanda en este campo rebote y llegue a niveles similares a los observados en 2010 – año en el cual se vieron signos positivos en la economía que llevaron a la demanda de joyería de oro a recuperarse tras la crisis financiera.

En cuanto a la compra de oro para usos financieros, una perspectiva actual más optimista para la recuperación económica en los EE.UU. ha reducido el nivel de preocupación asociado a que el crecimiento económico mundial desacelere. Esto reduce la prima de refugio seguro del oro.

Tabla 4.10: Demanda pronosticada de oro para fabricación por uso final en regiones relevantes de América, 2012-2017 (toneladas)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2005-2012
América del Norte							
Joyería	97	95	85	85	105	125	**5,1%**
Productos electrónicos	47	51	50	50	60	62	**5,5%**
Monedas	44	56	47	44	42	38	**-2,8%**
Aplicaciones dentales	7	7	7	6	6	6	**-3,4%**
Otras fabricaciones	3	3	3	3	3	3	**2,0%**

Data: World Gold Council, GFMS, CRU International

4.2.6 Evolución pronosticada de la demanda (fabricación) en el largo plazo

Para estimar la demanda por oro en el largo plazo se analiza la evolución esperada del mercado asociado a cada uno de sus usos finales.

En el caso de la demanda para la fabricación de joyas, estimamos un pronóstico en base al poder adquisitivo de la población (representado por el PIB per cápita de cada país) y al precio del oro – factor fundamental dentro de este sector. Para los productos electrónicos se utiliza el Índice de Producción Industrial Electrónica pronosticado para cada región, mientras que la variación en la demanda de monedas y medallas se relaciona directamente con el precio del oro. Por otro lado, se asume que las aplicaciones dentales irán disminuyendo a un ritmo constante en el tiempo, y que la demanda de oro para otras aplicaciones dependerá del PIB per cápita, del Índice de Producción Industrial y del precio del metal.

Figura 4.03: Demanda pronosticada de oro para fabricación por usos principales, 2018-2032

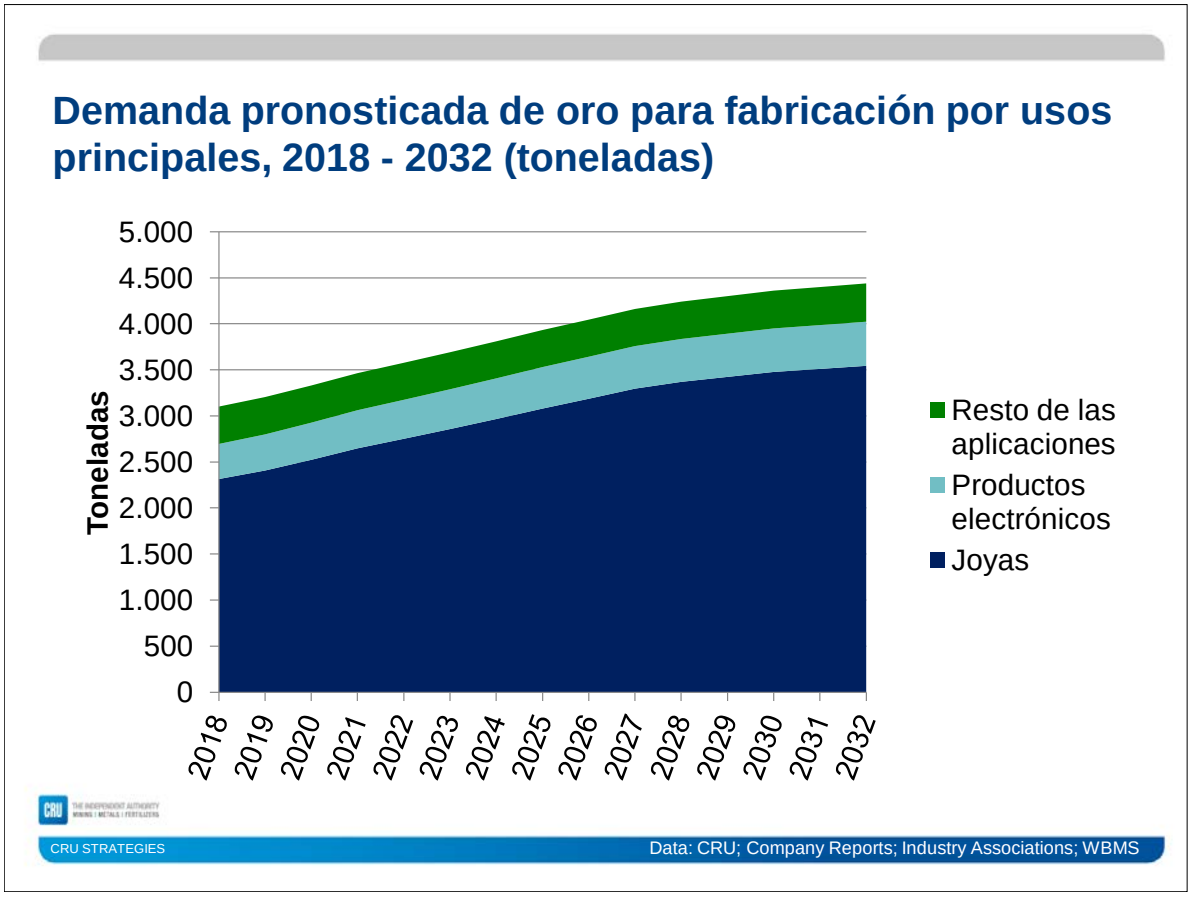


Tabla 4.11: Demanda pronosticada de oro para fabricación por uso final en el largo plazo, 2018-2032 (toneladas)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Joyería	2.315	2.407	2.523	2.648	2.752	2.857	2.967	3.080	3.187	3.297	3.370	3.424	3.478	3.511	3.544
% cambio anual	*6,3%*	*4,0%*	*4,8%*	*4,9%*	*3,9%*	*3,8%*	*3,8%*	*3,8%*	*3,5%*	*3,4%*	*2,2%*	*1,6%*	*1,6%*	*0,9%*	*1,0%*
Productos electrónicos	381	392	404	414	423	432	441	451	457	462	466	469	473	476	479
% cambio anual	*3,0%*	*2,9%*	*2,9%*	*2,7%*	*2,2%*	*2,1%*	*2,1%*	*2,1%*	*1,3%*	*1,3%*	*0,8%*	*0,7%*	*0,7%*	*0,7%*	*0,7%*
Aplicaciones dentales	30	29	27	26	25	23	22	21	20	19	18	17	16	16	15
% cambio anual	*-5,0%*	*-5,0%*	*-5,0%*	*-5,0%*	*-5,0%*	*-5,0%*	*-5,0%*	*-5,0%*	*-5,0%*	*-5,0%*	*-5,0%*	*-5,0%*	*-5,0%*	*-5,0%*	*-5,0%*
Monedas y medallas	267	264	260	255	253	251	249	246	244	241	241	241	241	241	241
% cambio anual	*16,0%*	*-1,0%*	*-1,7%*	*-1,7%*	*-0,9%*	*-0,9%*	*-0,9%*	*-0,9%*	*-1,0%*	*-1,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*
Otras fabricaciones	109	112	117	121	124	128	131	135	139	142	146	149	153	156	160
% cambio anual	*15,1%*	*3,6%*	*3,7%*	*3,7%*	*2,9%*	*2,8%*	*2,8%*	*2,7%*	*2,7%*	*2,7%*	*2,4%*	*2,4%*	*2,3%*	*2,3%*	*2,3%*
Total Demanda Fabricación	**3.102**	**3.205**	**3.331**	**3.465**	**3.577**	**3.692**	**3.810**	**3.933**	**4.046**	**4.162**	**4.241**	**4.301**	**4.361**	**4.400**	**4.439**
% cambio anual	***6,8%***	***3,3%***	***3,9%***	***4,0%***	***3,2%***	***3,2%***	***3,2%***	***3,2%***	***2,9%***	***2,9%***	***1,9%***	***1,4%***	***1,4%***	***0,9%***	***0,9%***

Data: CRU; Company reports

La fabricación de joyas seguirá siendo el principal uso que impulsa la demanda por oro. En este sentido, India y China mantendrán su importancia entre los países consumidores.

Figura 4.04: Demanda pronosticada de oro para fabricación de joyas por países más relevantes, 2018-2032



4.3 Dimensionamiento y caracterización de la oferta

4.3.1 Características generales

El oro ha sido utilizado por la humanidad desde tiempos prehistóricos, siendo valorado desde temprano por su uso en ornamentación. Si bien su uso masivo comenzó en culturas antiguas, tales como la egipcia en el año 2000 A.C., no penetró con fuerza en Europa hasta el periodo de colonización de América. Los indios nativos de América Central, México, Perú y Colombia se caracterizaban por utilizar grandes cantidades de adornos fabricados a partir de este metal.

Ya para el año 1848 se explotan otras fuentes auríferas en África y Rusia, llegando la producción mundial a las 75 toneladas anuales. Es en ese año que se produce la llamada “fiebre del oro” en

California (EE.UU.), con la explotación de ricos yacimientos auríferos encontrados en la región. En 1851 se descubren nuevos depósitos en Australia, alcanzándose producciones anuales de alrededor de las 300 toneladas a nivel mundial.

Terminando el siglo XIX, Sudáfrica aumentó su producción y desplazó a EE.UU. de su posición de liderazgo en la producción mundial. Esta situación se mantuvo hasta el año 2007, cuando China superó a Sudáfrica como el primer productor de oro. Si bien hasta el día de hoy China se mantiene como el principal productor, países como Australia, EE.UU. y Rusia han ido aumentando su producción, generando un mercado poco concentrado.

La oferta de oro proveniente de la producción minera es conocida como producción primaria. Existe también una producción secundaria, que consiste en toda aquella oferta que proviene del reciclaje de productos que contienen oro y que ya han cumplido con su vida útil. A estos productos se les denomina “chatarra”.

4.3.2 Geología

El oro es un metal que se encuentra en muy baja concentración en la corteza terrestre. Se estima que su ocurrencia en la corteza es menor a las 5 ppb (partes por billón), o 0,005 gr/ton. Debido a estas bajas leyes, se necesita un alto nivel de tecnología para poder recuperar el metal desde el mineral explotado. En los último años se han desarrollado y mejorado estas tecnologías, por lo que se estima que un 80% del oro minado en toda la historia se ha extraído en los últimos 100 años.

Desde el punto de vista mineralógico, el oro se encuentra asociado a varios metales tales como la plata, cobre, mercurio, hierro y platino entre otros. Los yacimientos se pueden encontrar en variadas formas, como vetas de cuarzo, rocas metamórficas y depósitos aluviales. Es por esto que la minería del oro se desarrolla alrededor de todo el mundo. Al mismo tiempo, una gran cantidad de yacimientos cuenta con este metal como subproducto, y la oferta proveniente de este tipo de explotaciones es bastante significativa.

4.3.3 Extracción y procesamiento

4.3.3.1 Rutas de procesamiento

Con respecto a los métodos de explotación utilizados, en el caso de la gran y mediana minería se explotan yacimientos de magnitud considerable a través de minería a rajo abierto o subterránea. En cuanto a la pequeña minería, ésta suele extraer el mineral desde fuentes aluviales o afloramientos

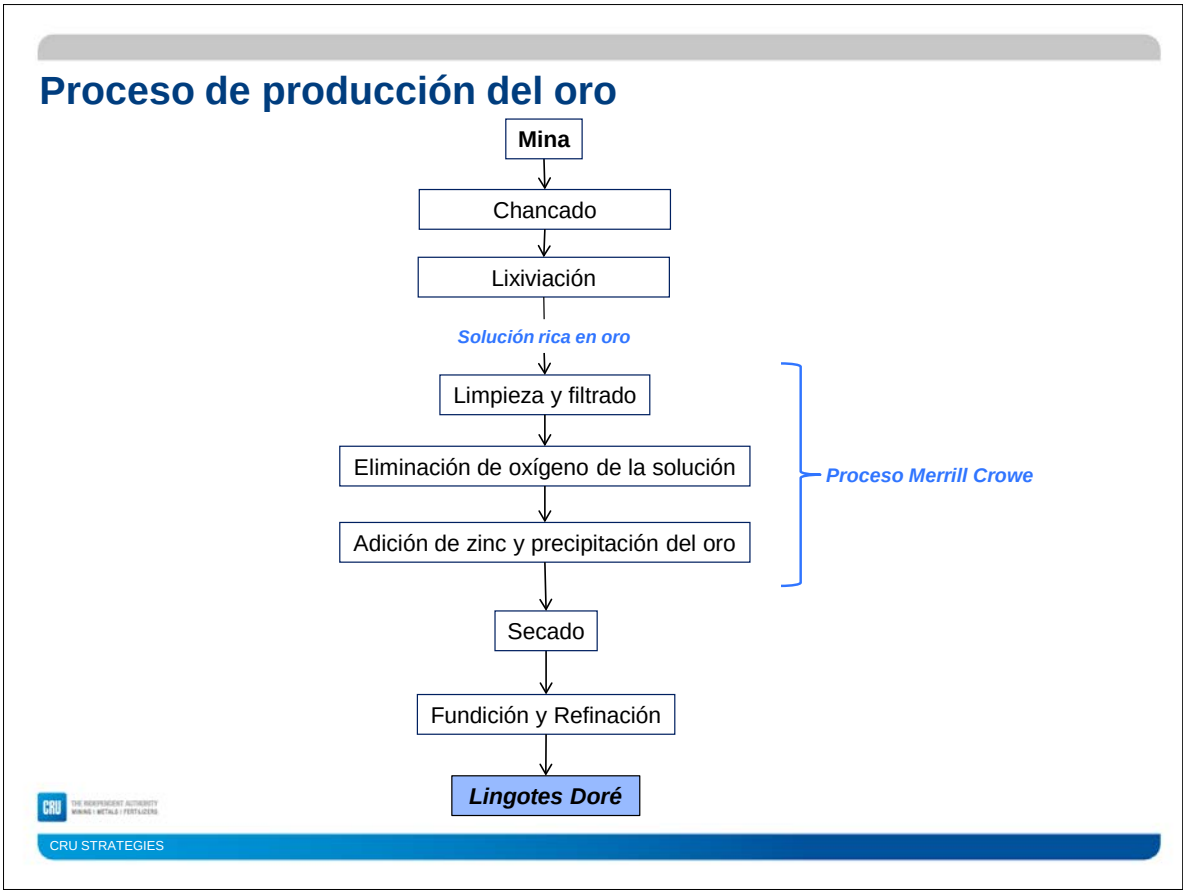
superficiales a través de métodos artesanales. Este tipo de minería se encuentra principalmente en África, Asia y Latinoamérica, siendo Colombia un claro exponente.

El nivel de actividad de este tipo de minería tiene ciertamente una directa relación con el nivel de precios del oro, el cual juega como incentivo fundamental para encontrar aunque sea pequeñas cantidades del metal, pero vendiéndolo a un precio unitario mayor.

De la misma forma, un comportamiento muy similar se observa en la oferta secundaria de oro dada por el reciclaje del metal desde productos desechados (chatarra). Naturalmente, existe un efecto positivo del aumento de precios en el incentivo a reciclar oro desde chatarra.

Con respecto al procesamiento del mineral, una vez que ha sido explotado es transportado a las pilas de lixiviación, las cuales son regadas con solución cianurada para recuperar el oro. Como resultado se obtiene una solución cargada de oro que es limpiada y filtrada. Luego se elimina el oxígeno y finalmente se le agrega polvo de zinc para lograr la precipitación del metal y hacerlo sólido. Este metal pasa por un proceso de secado y finalmente es enviado a fundición.

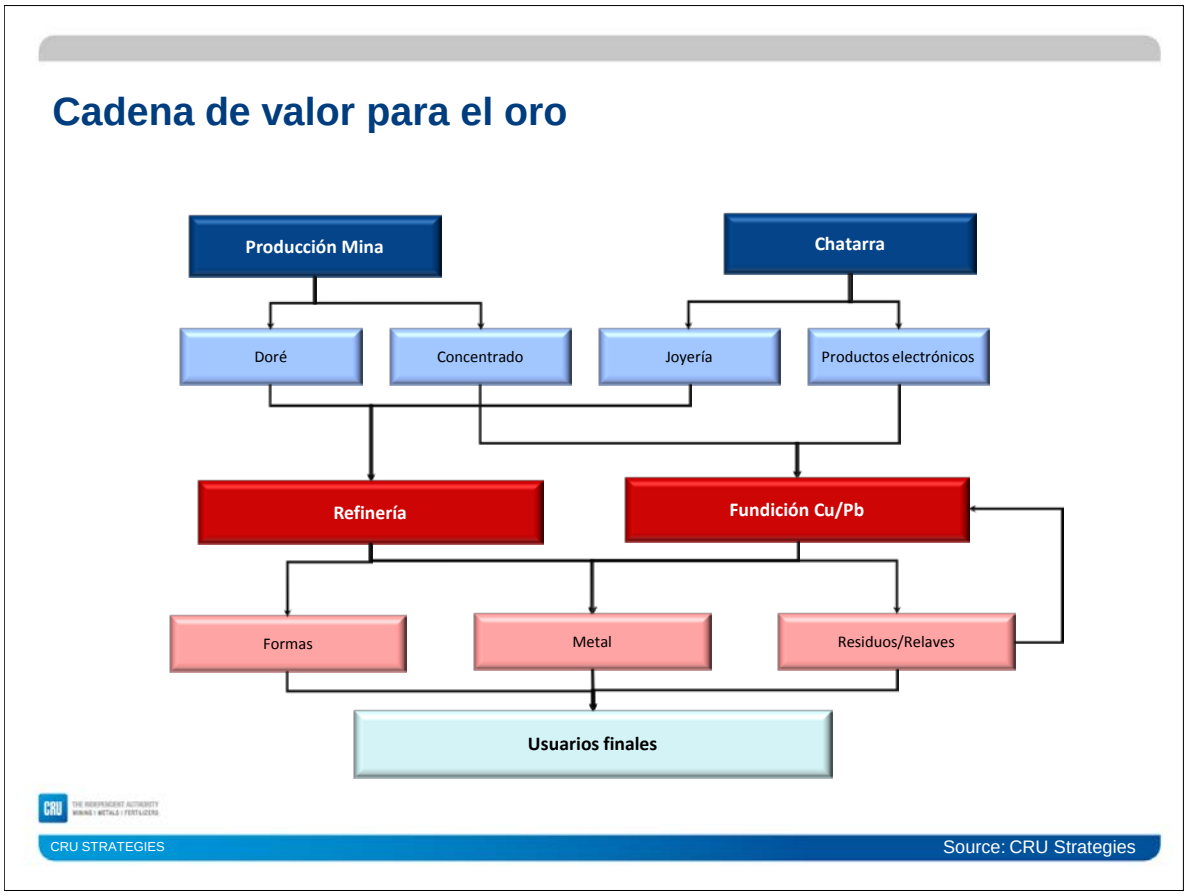
Figura 4.05: Proceso de producción del oro



4.3.3.2 Cadena de valor

La cadena de valor del oro aguas abajo, desde la materia prima proveniente tanto del mineral como del reciclaje, se presenta en la figura a continuación.

Figura 4.06: Cadena de valor para el oro



4.3.4 Comercialización (exportaciones e importaciones)

Cuando se trata de la comercialización de oro no monetario, es decir, oro en forma de polvillo o lingotes, Asia es indiscutiblemente el mayor importador. En 2012 la región importó un total de 2.449 toneladas de oro versus las 681 toneladas importadas por América y las 157 toneladas importadas por Europa. Al mismo tiempo, las importaciones asiáticas muestran una clara tendencia creciente en el tiempo, mientras que Europa han ido disminuyendo lentamente sus importaciones. América, por su parte, mostraba un lento crecimiento hasta el 2011, y para 2012 redujo su oro importado.

En términos globales, en 2012 destacan Hong Kong e India como los importadores más relevantes, seguidos con tonelajes mucho menores por Canadá, EE.UU., Tailandia y la Unión Europea. Con respecto a los exportadores, Suiza tiene un claro liderazgo tanto por la cantidad de oro exportada

como por la variedad de países a los que lo exporta. Le siguen con montos menores China, EE.UU., México y Argentina.

Para efectos de la sección de Comercialización de este informe se considerará a Turquía como parte de Asia. También se analizará la Unión Europea como región en vez de Europa.

4.3.4.1 Asia

Las importaciones de oro del continente asiático son considerablemente mayores a las importaciones de otros continentes y han mostrado un claro aumento en el tiempo. Dentro de Asia, es fundamental el rol que juegan Hong Kong, India, Tailandia y Turquía. Estos cuatro países representaron en 2012 un 95% de las importaciones de Asia. Hong Kong ha más que quintuplicado sus importaciones de oro entre 2007 y 2012, mientras que Tailandia las ha cuadruplicado. India, por su parte, ha duplicado sus importaciones en el mismo periodo, por lo que gran parte del aumento de importaciones de Asia se debe a estos tres países. India destaca por sobre los demás países al ser el país con más consumo interno, exportando cantidades considerablemente menores a las que importa. A modo de ejemplo, en 2012 el país importó un total de 915 toneladas de oro de las cuales exportó 112 toneladas.

Dada la gran magnitud de oro que se importa desde Hong Kong, India, Tailandia y Turquía, estas importaciones provienen de una gran variedad de países exportadores. Destacan Suiza, con 770 toneladas, y Sudáfrica, EE.UU. y China con alrededor de 200 toneladas cada uno en 2012.

Figura 4.07: Importaciones de oro de países más relevantes de Asia en 2012

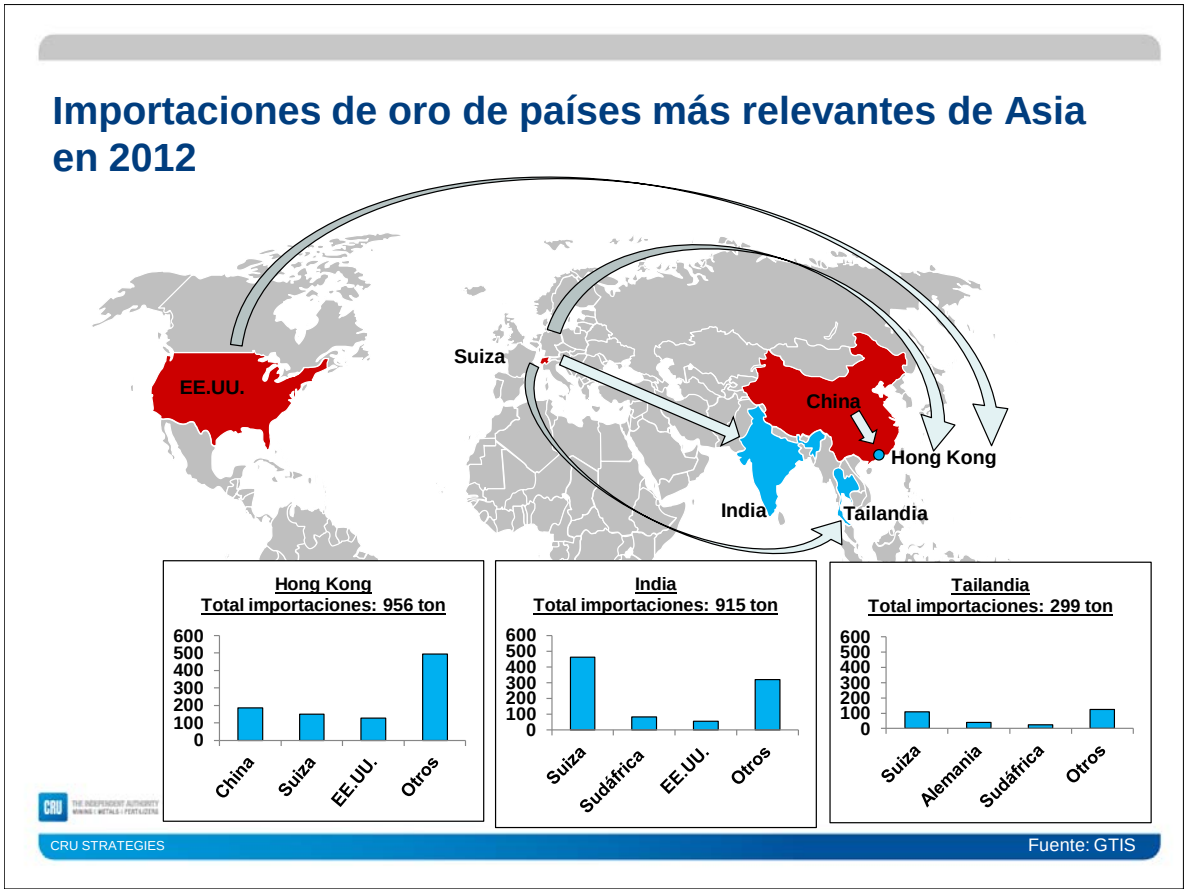


Tabla 4.12: Comportamiento histórico del comercio de oro en Asia (toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**1.501**	**1.927**	**1.148**	**1.736**	**2.285**	**2.449**
Hong Kong	166	201	204	273	582	956
India	434	648	644	947	1.005	915
Tailandia	72	219	113	200	316	299
Turquía	242	179	52	63	125	158
Líbano	12	19	15	33	37	25
Malasia	2	7	4	19	25	23
Otros	573	654	116	201	195	73

Data: GTIS, CRU Analysis

Tabla 4.13: Importaciones de oro de cuatro principales países importadores de Asia, por país de origen (toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones 4 Países*	**914**	**1.247**	**1.013**	**1.483**	**2.028**	**2.328**
Suiza	413	568	333	689	907	770
China	3	-	-	5	65	202
Estados Unidos	13	34	18	42	151	203
Sudáfrica	136	113	107	128	204	206
Filipinas	78	66	71	79	78	50
Alemania	4	6	1	4	16	59
Otros	267	460	483	536	607	838
Participación 4 Paises	*61%*	*65%*	*88%*	*85%*	*89%*	*95%*

Data: GTIS, CRU Analysis

***4 Países: Hong Kong, India, Tailandia y Turquia**

Tabla 4.14: Importaciones de oro de Hong Kong por país de origen, 2007-2012 (toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**166**	**201**	**204**	**273**	**582**	**956**
Suiza	5	22	11	62	179	151
China	2	-	-	4	44	185
Estados Unidos	3	9	1	5	89	127
Sudáfrica	16	11	10	11	51	91
Filipinas	78	64	71	79	78	50
Alemania	1	3	-	1	1	1
Otros	61	92	111	111	140	351
Total Exportaciones	**185**	**245**	**316**	**256**	**506**	**922**

Data: GTIS, CRU Analysis

Tabla 4.15: Importaciones de oro de India por país de origen, 2007-2012 (toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**434**	**648**	**644**	**947**	**1.005**	**915**
Suiza	222	307	255	486	530	461
China	1	-	-	1	21	17
Estados Unidos	8	9	15	29	22	54
Sudáfrica	48	67	80	106	115	82
Filipinas	-	-	-	-	-	-
Alemania	-	-	-	2	10	8
Otros	155	265	294	323	307	293
Total Exportaciones	**-**	**-**	**21**	**38**	**151**	**112**

Data: GTIS, CRU Analysis

Tabla 4.16: Importaciones de oro de Tailandia por país de origen, 2007-2012 (toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**72**	**219**	**113**	**200**	**316**	**299**
Suiza	29	105	49	106	143	108
China	-	-	-	-	-	-
Estados Unidos	1	15	2	7	35	22
Sudáfrica	-	6	2	2	15	24
Filipinas	-	2	-	-	-	-
Alemania	3	3	1	1	2	41
Otros	39	88	59	84	121	104
Total Exportaciones	**63**	**119**	**696**	**162**	**119**	**332**

Data: GTIS, CRU Analysis

Tabla 4.17: Importaciones de oro de Turquía por país de origen, 2007-2012 (toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**242**	**179**	**52**	**63**	**125**	**158**
Suiza	157	134	18	35	55	50
China	-	-	-	-	-	-
Estados Unidos	1	1	-	1	5	-
Sudáfrica	72	29	15	9	23	9
Filipinas	-	-	-	-	-	-
Alemania	-	-	-	-	3	9
Otros	12	15	19	18	39	90
Total Exportaciones	**48**	**142**	**164**	**56**	**30**	**252**

Data: GTIS, CRU Analysis

4.3.4.2 Europa

Las importaciones de oro no monetario de la Unión Europea han decaído bruscamente en los últimos dos años, cayendo un 27% en 2011 y 24% en 2012. Estos últimos años Italia se ha mantenido como el principal importador, siguiendo la tendencia histórica y probablemente motivado por su importancia en el mercado europeo de joyas.

Cuando se trata de las exportaciones de oro de la Unión Europea, estas muestran una importante caída de más del 50% en 2009. A pesar de esto, ya en 2010 se puede ver que las exportaciones recobraron la tendencia creciente que se evidenciaba desde 2007.

El oro importado por los países de la Unión Europea proviene principalmente de Suiza, quien ha sido consistentemente responsable de más de un 55% de las importaciones de oro anuales de la Unión Europea desde 2007. En 2012 Suiza exportó 104 toneladas de oro hacia la Unión Europea, lo que equivale al 66% del total importado por la región.

Históricamente la Unión Europea se ha comportado como un importador neto de oro.

Figura 4.08: Importaciones de oro de la Unión Europea en 2012

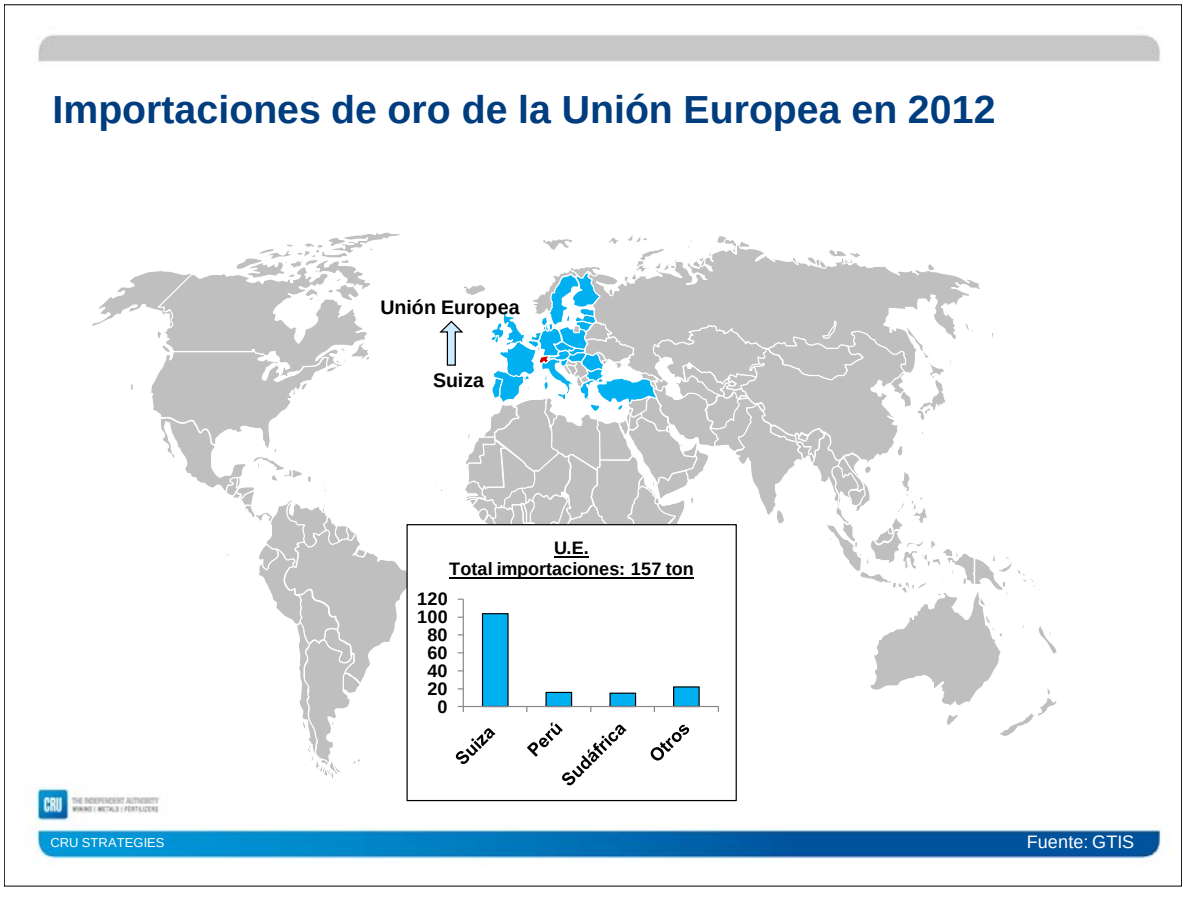


Tabla 4.18: Comportamiento histórico del comercio de oro en la Unión Europea (toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**220**	**264**	**296**	**285**	**207**	**157**
Italia	180	128	94	97	76	75
Alemania	-	51	105	125	74	46
Austria	27	71	85	49	40	27
Otros	13	14	12	14	17	9
Total Exportaciones	**73**	**77**	**36**	**82**	**103**	**146**

Data: GTIS, CRU Analysis

Tabla 4.19: Importaciones de oro de la Unión Europea por país de origen, 2007-2012 (toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**220**	**264**	**296**	**285**	**207**	**157**
Suiza	128	180	182	168	118	104
Perú	-	1	8	13	11	16
Sudáfrica	51	47	37	22	19	15
Noruega	-	1	1	1	2	3
Papua Nueva Guinea	1	2	3	4	3	3
Rusia	15	2	2	5	7	2
Otros	25	31	63	72	47	14

Data: GTIS, CRU Analysis

4.3.4.3 Las Américas y el Caribe

Las importaciones de oro de América se basan principalmente en Canadá y EE.UU.. En 2012 estos dos países importaron un 98,5% del total del continente. Sus importaciones han ido aumentando de manera poco consistente desde 2007. En el caso de Canadá, destaca Argentina como proveedor, mientras que en el caso de EE.UU. destaca México.

Dado que EE.UU. es uno de los principales productores de oro a partir de minería, tiene un rol de exportador neto a pesar de la cantidad de oro que importa. Canadá, por otro lado, es un país importador.

Figura 4.09: Importaciones de oro de países más relevantes de América en 2012

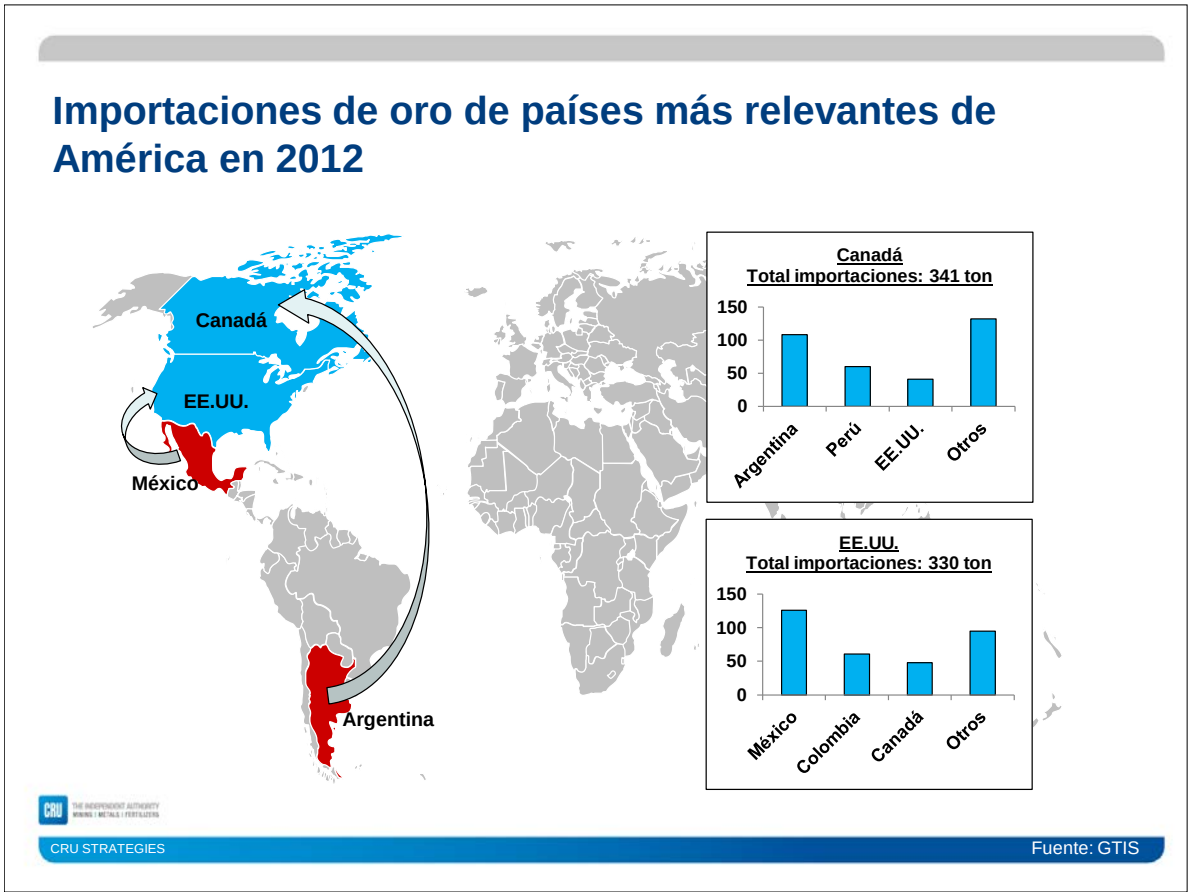


Tabla 4.20: Comportamiento histórico del comercio de oro en las Américas (toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**496**	**566**	**667**	**740**	**697**	**681**
Canadá	258	215	167	277	327	341
Estados Unidos	196	221	281	350	351	330
México	37	111	33	10	5	4
Otros	5	19	186	103	14	6

Data: GTIS, CRU Analysis

Tabla 4.21: Importaciones de oro de Canadá por país de origen, 2007-2012 (toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**258**	**215**	**167**	**277**	**327**	**341**
Argentina	3	2	7	60	103	108
Perú	95	93	79	86	81	60
Estados Unidos	12	21	8	14	5	41
Chile	88	1	4	13	17	15
Otros	60	98	69	104	121	117
Total Exportaciones	**264**	**279**	**236**	**341**	**345**	**285**

Data: GTIS, CRU Analysis

Tabla 4.22: Importaciones de oro de EE.UU. por país de origen, 2007-2012 (toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**196**	**221**	**281**	**350**	**351**	**330**
México	32	54	110	142	142	126
Colombia	10	19	36	44	45	61
Canadá	93	93	67	103	76	48
Perú	21	11	20	13	20	25
Bolivia	-	-	-	2	3	13
Otros	40	44	48	46	65	57
Total Exportaciones	**524**	**582**	**389**	**401**	**649**	**705**

Data: GTIS, CRU Analysis

4.3.5 Evolución histórica de la oferta

El volumen total de oro asociado a la oferta del metal en el mercado comprende la suma de las siguientes componentes:

- Oro extraído de la mina;
- Volumen del metal que llega al mercado físico de oro a través de ventas del sector oficial (bancos centrales);

- Oro liberado al mercado por mediante operaciones de cobertura (*de-hedging*);
- Metal recuperado de productos usados que han sido desechados, los cuales normalmente son fundidos y re-refinados.

Estas componentes de la oferta son particulares al oro, debido al valor intrínseco que posee el metal, y lo cual ha estimulado a que entidades asociadas al sector oficial (y gobiernos) y operaciones financieras sean parte importante de la oferta mundial del metal. Pese a ello, dichas entidades también pueden comportarse como compradores netos del metal, presentando ventas negativas y formando virtualmente parte de la demanda de oro.

Se estima que la oferta mundial de oro aumentó en 2012 a niveles de 3.960 toneladas, implicando un alza de un 3,3% después de una fuerte caída de 7,2% el año 2011. Un hecho reciente que es interesante es el aporte a la oferta de oro proveniente de la nueva tendencia de *de-hedging*. Hasta antes de 2011 se hacían compras de oro como una forma de cobertura, buscando disminuir y manejar el riesgo de un portafolio (actividad conocida como *hedging*). En 2011 y 2012, sin embargo, muchas de estas posiciones de cobertura fueron "desarmadas", es decir, el oro comprado previamente es vendido. Esto se conoce como *de-hedging*, y se traduce como un aumento de la oferta de oro en el mercado. Se espera que esta tendencia permanezca así en el corto y mediano plazo.

Con respecto a la oferta de mina, ésta mantiene su tendencia alcista que se viene mostrando desde el año 2009, alcanzando 2.641 toneladas de oro el año 2012. Se espera que la oferta minera continúe creciendo de manera constante a lo largo de los siguientes cinco años, demostrando cómo los productores mineros intentan aprovechar los todavía altos precios del oro – aunque se espera que vayan disminuyendo gradualmente en el futuro. China, Australia, EE.UU. y Rusia son – en ese orden – los mayores exponentes mundiales de producción minera de oro, seguidos de Perú y Sudáfrica. Cabe notar que Sudáfrica solía liderar la producción mina de oro, pero conflictos asociados a temas laborales ha llevado principalmente a la fuerte disminución de la producción del país.

En términos generales, a nivel mundial la producción mina de oro presenta muy bajos niveles de concentración de mercado, con una gran cantidad de empresas productoras presentes en muchos países alrededor del mundo. Debido al alto valor del metal por unidad de volumen (o peso), existe un incentivo para pequeñas empresas a desarrollar proyectos de extracción que no necesariamente

deben tener grandes magnitudes de producción – y esto lleva a que la industria de la minería del oro sea particularmente atomizada en comparación con industrias mineras de otros metales. Actualmente, las empresas productoras más relevantes son Barrick Gold Corporation con un 9,5% de la producción global de 2012, AngloGold Ashanti con un 6,2% y Newmont Mining Corporation con un 6,1%. Estos porcentajes consideran sólo aquellas minas donde las empresas son el único dueño, dejando de lado *joint ventures*. Barrick Gold y AngloGold Ashanti se caracterizan por controlar una serie de minas alrededor del mundo, muchas veces a través de *joint ventures* con otras compañías. Si se consideran estas operaciones, Barrick Gold alcanza a estar involucrado en un 12,7% y AngloGold en un 7,8% de la producción mina total de 2012. Aún así la estructura de la industria del oro dista de muchas otras donde los mayores productores controlan una fracción significativamente mayor de la oferta minera mundial. En el caso del oro los primeros seis productores suman apenas un tercio de la producción anual del año 2012 (sin considerar *joint ventures*), mientras que los tres principales productores mencionados han disminuido considerablemente su participación de mercado en los últimos años.

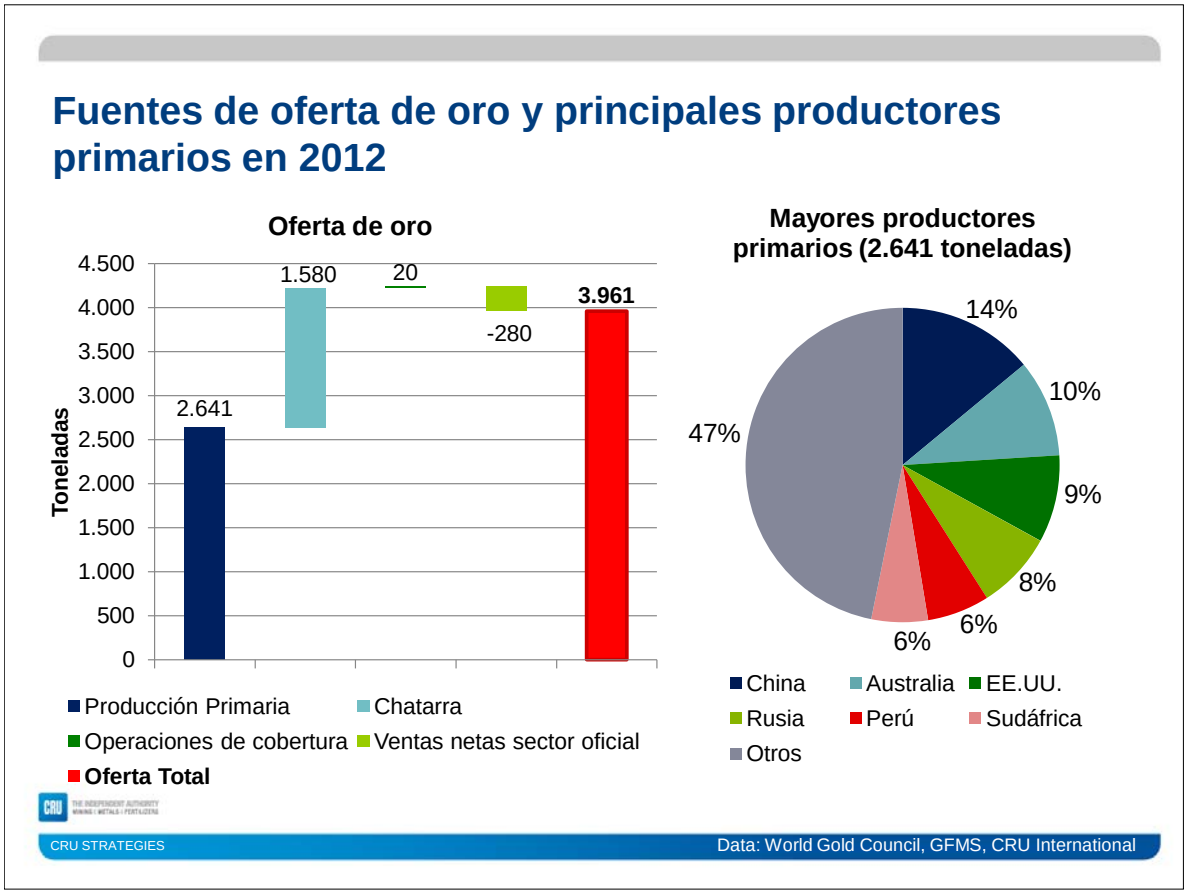
Respecto a la producción secundaria de oro (o reciclaje), ésta explicó en 2012 casi un 40% de la oferta mundial, posicionando al oro como uno de los metales en donde el reciclaje juega un rol significante en el mercado. Esto debido al alto valor unitario del metal que lleva a re-aprovechar su uso siempre que sea posible, donde el precio del metal juega un factor fundamental en este sentido. Por ejemplo, el nivel de reciclaje de 2012 es significativamente superior al observado en 2005, año en el cual sólo representó un 22,5% de la oferta aurífera mundial. Ciertamente el nivel de precios del oro en 2012 lleva a un incentivo mucho mayor de reciclar el metal y así venderlo a precios más altos.

La mayor parte de esta chatarra proviene de joyas recicladas, pero también otra parte de la producción secundaria nace de productos elaborados con usos industriales ya en edad de ser desechados por el usuario. El metal recuperado de dichos productos que ya cumplieron su vida útil es normalmente fundido, re-refinado y vendido de nuevo al mercado.

Así y todo, a pesar de los altos niveles de reciclaje de oro a nivel mundial en los últimos años, éstos igualmente registraron un nuevo retroceso de 1,6% en 2012, el cual sigue otras bajas observadas los años 2010 y 2011. Esto llama la atención debido a que los años 2010 y 2011 el precio del metal subió más de 25% cada año, lo cual debió haber incentivado la producción del metal proveniente del reciclaje. No obstante, más allá del alto precio del metal, creemos que la alta volatilidad del

precio del oro fue la que jugó en contra de la oferta secundaria – disminuyendo el apetito por recuperar oro desde fuentes secundarias.

Figura 4.10: Fuentes de oferta de oro y principales productores primarios en 2012



Por otro lado, aunque no esperamos que el sector oficial vuelva a ser un vendedor neto en cualquiera de los próximos cinco años, su impacto negativo en la oferta global de oro podría continuar disminuyendo después de alcanzar su pico en 2011 – con 402 toneladas de compras netas de oro. Cabe señalar que antes del año 2008, era común observar al sector oficial vendiendo volúmenes de oro y pudiendo influir significativamente en la oferta, representando hasta un 20,9% de la oferta anual mundial (año 2005).

Figura 4.11: Oferta total de oro y contribución del sector oficial, 2005-2012



4.3.5.1 Asia

La producción de oro de mina vio un aumento en Asia para el año 2012 de 1,1%, observándose en los últimos años un comportamiento mucho más estable que lo visto para los años 2008 y 2009, donde la producción disminuyó en un 6,6% para luego subir en un 16,8%. Asia es el segundo continente con mayor producción de oro proveniente de mina, con 703 toneladas el año 2012 – siendo más de un cuarto de la producción global del año.

Dentro de Asia, es China el mayor representante de producción primaria del metal, con casi un 53% de la producción regional – donde China es también el mayor productor a nivel mundial. Esta participación regional del país es notoriamente mayor a lo observado en años anteriores; por ejemplo, esta participación no llegaba al 38% el año 2005. Indonesia, por su parte, hace algún tiempo presentaba un relevante aporte a la producción primaria de oro; el año 2005 su participación regional era de un cuarto, pero llegando el año 2012 a menos de un octavo. La principal causa de

esto es la menor producción de las minas Grasberg (FreePort-McMoran) y Batu Hijau (Newmont Mining Corporation), las cuales han presentado varios problemas operacionales que han disminuido considerablemente sus resultados operacionales y productivos.

4.3.5.2 Europa

La producción minera de oro en Europa representó el año 2012 sólo un 8.8% del total mundial, siendo la región menos relevante en términos de extracción aurífera primaria. Dentro de Europa, Rusia es por lejos el de mayor peso en producción mina de oro. Este país ha representado desde 2001 no menos de casi un 90% de la producción europea.

4.3.5.3 Las Américas y el Caribe

América representó en 2012 un nivel de producción mina de 885 toneladas de oro contenido, lo que representa un tercio del total a nivel mundial. Este nivel de participación se ha mantenido en niveles similares durante todo el periodo 2005-2012, siendo la mayor región productora del mundo.

Dentro de América, los mayores exponentes en términos productivos de oro proveniente de mina son EE.UU., Perú, Canadá y México. Los dos primeros han mantenido su nivel de producción estable en el tiempo, no obstante Canadá viene mostrando una tendencia decreciente, lo cual contrasta con la tendencia creciente de la producción mina de oro en México.

Tabla 4.23: Oferta histórica de oro proveniente de mina por región, 2005-2012 (toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
China	209	244	271	282	314	341	361	372	8,6%
Indonesia	139	116	146	95	156	128	96	87	-6,5%
Uzbekistán	84	77	77	88	90	90	90	90	1,0%
Filipinas	38	38	39	37	38	41	31	31	-2,9%
Kazajstán	17	21	22	21	22	30	37	40	13,1%
Kisguistán	16	12	14	18	18	18	19	19	2,2%
Otros	56	58	56	54	57	57	61	65	2,0%
Asia	**558**	**566**	**625**	**584**	**682**	**705**	**695**	**703**	**3,4%**
% cambio anual		*1,4%*	*10,4%*	*-6,6%*	*16,8%*	*3,4%*	*-1,4%*	*1,1%*	
Sudáfrica	306	300	268	234	219	191	187	153	-9,4%
Ghana	67	70	77	82	87	93	88	89	4,2%
Tanzania	48	41	40	37	40	42	46	48	0,0%
Malí	46	63	57	51	49	39	36	36	-3,5%
Burkina Faso	2	2	3	7	13	23	32	40	53,3%
Guinea	14	16	18	23	21	25	24	25	8,5%
Otros	31	43	48	52	60	80	84	90	16,5%
África	**513**	**535**	**511**	**486**	**489**	**492**	**496**	**481**	**-0,9%**
% cambio anual		*4,3%*	*-4,5%*	*-4,9%*	*0,6%*	*0,7%*	*0,8%*	*-3,0%*	
Australia	263	243	246	215	221	260	258	263	0,0%
Papúa Nueba Guinea	69	56	58	70	71	67	63	63	-1,3%
Otros	14	10	10	13	14	15	14	14	0,4%
Australasia	**346**	**309**	**314**	**298**	**306**	**342**	**335**	**340**	**-0,2%**
% cambio anual		*-10,7%*	*1,6%*	*-5,1%*	*2,7%*	*11,9%*	*-2,1%*	*1,6%*	
Perú	208	203	170	178	181	164	164	168	-3,0%
Brazil	42	48	55	57	62	62	61	63	6,0%
Argentina	28	44	42	41	49	63	62	65	12,8%
Chile	40	41	41	40	41	38	45	45	1,8%
Colombia	36	16	15	34	48	54	56	49	4,6%
República Dominicana	-	-	-	-	1	0	1	10	-
Otros	84	100	98	96	101	58	64	63	-3,9%
America Central y del Sur	**432**	**462**	**432**	**438**	**462**	**440**	**447**	**463**	**1,0%**
% cambio anual		*6,9%*	*-6,5%*	*1,4%*	*5,5%*	*-4,7%*	*1,5%*	*3,7%*	
Estados Unidos	256	252	239	233	218	231	238	228	-1,6%
Canadá	121	104	102	96	97	91	100	96	-3,2%
México	31	40	45	52	58	70	87	97	17,7%
América del Norte	**408**	**396**	**386**	**381**	**373**	**392**	**425**	**422**	**0,5%**
% cambio anual		*-2,9%*	*-2,5%*	*-1,3%*	*-2,1%*	*5,2%*	*8,2%*	*-0,8%*	
Rusia	172	162	159	179	195	189	200	208	2,7%
Otros	18	11	10	11	14	22	23	24	4,4%
Europa	**190**	**173**	**169**	**190**	**209**	**211**	**223**	**232**	**2,9%**
% cambio anual		*-8,9%*	*-2,3%*	*12,4%*	*10,0%*	*0,8%*	*5,6%*	*4,2%*	
Producción mundial	**2.445**	**2.441**	**2.437**	**2.377**	**2.521**	**2.583**	**2.621**	**2.641**	**1,1%**
% cambio anual		***-0,2%***	***-0,2%***	***-2,5%***	***6,1%***	***2,5%***	***1,5%***	***0,8%***	

Data: CRU; Company Reports; Industry Associations; WBMS

4.3.6 Evolución pronosticada de la oferta en el corto plazo

4.3.6.1 Asia

Dentro de Asia, China se mantendrá como el principal productor de oro proveniente de fuentes primarias. La participación de China en la industria asiática de oro se mantendrá aumentando y esperamos que llegue el año 2017 a 55,6%, alcanzando 431 toneladas de oro contenido. El crecimiento de la producción china se espera que esté alrededor de 4,0% para los años 2013 y 2014, y luego disminuya hasta llegar a 2,0% en 2016 y 2017 – mostrando una tasa compuesta de crecimiento anual de 3,0% para el periodo 2012-2017. En este sentido, destacan los aumentos de producción esperados por parte de Shandong Gold y Zhaojin Mining, con 2.020 y 105 toneladas más de producción entre 2012 y 2017.

Por su parte, se espera que Indonesia no cambie la tendencia decreciente en producción de oro que ha venido mostrando desde 2009. De hecho, estimamos que para 2017 le ceda el segundo lugar en producción dentro de Asia a Uzbekistán, país el cual (a pesar de ver disminuida su producción) con 87 toneladas de producción superará las 80 toneladas provenientes de Indonesia para 2017.

4.3.6.2 Europa

Rusia se mantendrá como el máximo exponente de la industria aurífera en Europa en el futuro, alcanzando una producción de 233 toneladas para 2017 y mostrando una tasa compuesta de crecimiento anual de 2.3%.

No obstante, a pesar de la importante producción rusa, a nivel continental Europa seguirá siendo la región con menor producción minera de oro en el mundo, significando sólo un 9.2% de la producción primaria mundial para el año 2017.

Con respecto a la producción secundaria, existen varias empresas especializadas en el reciclaje de chatarra de oro a través de procesos de refinación dentro de Europa. Entre ellas destacan la empresa sueca Boliden y la empresa belga Umicore. Si bien no se cuentan con datos específicos de la cantidad de oro proveniente de chatarra, sí se sabe que este número está fuertemente correlacionado al precio del oro, el que funciona como incentivo para el reciclaje – a pesar que la volatilidad del precio del metal puede jugar igualmente en contra de ésta.

4.3.6.3 Las Américas y el Caribe

América se mantendrá como la mayor región productora de oro proveniente de mina, la cual presentará una tasa compuesta de crecimiento anual de 2,0%. Su participación a nivel mundial se mantendrá por sobre un tercio de la producción global durante los próximos cinco años.

EE.UU. y Perú se mantendrán como los mayores exponentes de la industria dentro de América. Canadá y México, quienes completan los cuatro mayores productores mina de oro dentro de la región, continuarán mostrando las tendencias productivas que venían mostrando en los últimos años. Canadá mantendrá disminuyendo su producción y México continuará creciendo; esto llevó a que Canadá le cediera el tercer puesto en producción a México el año 2012, y la diferencia en producción entre ambos irá incluso creciendo significativamente en el tiempo.

Tabla 4.24: Oferta pronosticada de oro proveniente de mina por región, 2012-2017 (toneladas)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2005-2012
China	372	387	402	414	422	431	3,0%
Indonesia	87	87	85	82	81	80	-1,5%
Uzbekistán	90	90	89	89	88	87	-0,7%
Filipinas	31	31	30	30	29	28	-1,7%
Kazajstán	40	44	48	51	52	53	5,5%
Kisguistán	19	19	19	19	19	20	1,8%
Otros	65	68	70	72	74	76	3,3%
Asia	**703**	**726**	**743**	**756**	**765**	**775**	**2,0%**
% cambio anual	*1,1%*	*3,3%*	*2,4%*	*1,8%*	*1,1%*	*1,4%*	
Sudáfrica	153	165	159	147	137	127	-3,7%
Ghana	89	92	95	99	103	108	3,8%
Tanzania	48	49	50	51	52	53	2,0%
Malí	36	35	34	33	32	30	-3,3%
Burkina Faso	40	44	46	48	51	53	6,0%
Guinea	25	26	27	29	31	34	6,4%
Otros	90	98	102	104	105	103	2,5%
África	**481**	**508**	**513**	**511**	**511**	**507**	**1,1%**
% cambio anual	*-3,0%*	*5,6%*	*1,0%*	*-0,3%*	*0,0%*	*-0,8%*	
Australia	263	268	271	273	275	279	1,2%
Papúa Nueba Guinea	63	63	63	62	62	63	-0,1%
Otros	14	15	15	15	15	16	2,3%
Australasia	**340**	**346**	**349**	**350**	**352**	**358**	**1,0%**
% cambio anual	*1,6%*	*1,7%*	*0,8%*	*0,4%*	*0,5%*	*1,6%*	
Perú	168	170	171	171	168	165	-0,4%
Brazil	63	65	69	72	75	79	4,7%
Argentina	65	71	78	87	99	107	10,5%
Chile	45	46	47	48	49	50	1,8%
Colombia	49	50	52	56	59	62	4,7%
República Dominicana	10	18	26	28	28	29	23,7%
Otros	63	64	63	63	62	60	-1,2%
America Central y del Sur	**463**	**484**	**506**	**524**	**539**	**551**	**3,5%**
% cambio anual	*3,7%*	*4,4%*	*4,5%*	*3,6%*	*2,9%*	*2,3%*	
Estados Unidos	228	223	219	215	211	208	-1,9%
Canadá	96	92	88	85	82	80	-3,5%
México	97	107	115	122	130	137	7,2%
América del Norte	**422**	**422**	**422**	**422**	**423**	**426**	**0,2%**
% cambio anual	*-0,8%*	*0,1%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,2%*	*0,6%*	
Rusia	208	211	215	220	225	233	2,3%
Otros	24	26	27	29	31	33	6,3%
Europa	**232**	**237**	**242**	**248**	**256**	**266**	**2,8%**
% cambio anual	*4,2%*	*2,2%*	*2,2%*	*2,6%*	*3,2%*	*3,9%*	
Producción mundial	**2.641**	**2.723**	**2.775**	**2.813**	**2.847**	**2.884**	**1,8%**
% cambio anual	***0,8%***	***3,1%***	***1,9%***	***1,4%***	***1,2%***	***1,3%***	

Data: CRU; Company Reports; Industry Associations; WBMS

4.3.7 Evolución pronosticada de la oferta en el largo plazo

Con respecto a la oferta del oro en el largo plazo, ésta continuará definiéndose en su mayor parte por la producción proveniente de mina. No obstante, en los próximos años se espera que la oferta de oro proveniente de fuentes primarias siga una tendencia decreciente, principalmente por la disminución del precio del metal y el aumento de costos – lo que desincentiva la operación de minas más pequeñas y más costosas dado que su producción ya no será económicamente rentable. Este aumento de costos se explicaría en parte por el aumento en el costo de mano de obra y la disminución en las leyes promedio de oro en el mineral.

Al mismo tiempo, se espera que la disminución en el precio del oro afecte también de manera negativa a la oferta proveniente del reciclaje de chatarra.

Figura 4.12: Oferta pronosticada de oro en el largo plazo, 2018-2032

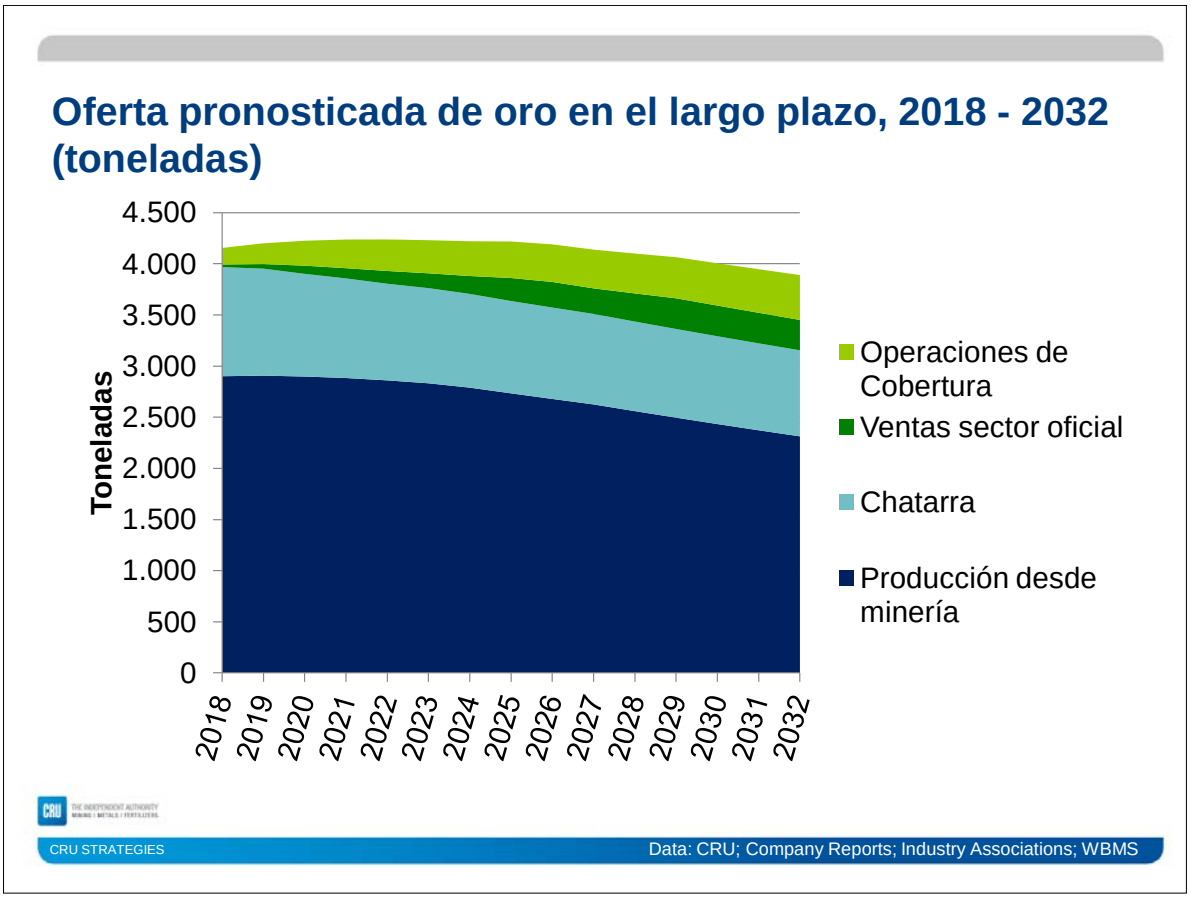


Tabla 4.25: Oferta pronosticada de oro en el largo plazo, 2018-2032 (toneladas)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Producción desde minería	2.901	2.907	2.898	2.884	2.861	2.832	2.790	2.734	2.679	2.625	2.560	2.496	2.433	2.373	2.313
% cambio anual	*0,6%*	*0,2%*	*-0,3%*	*-0,5%*	*-0,8%*	*-1,0%*	*-1,5%*	*-2,0%*	*-2,0%*	*-2,0%*	*-2,5%*	*-2,5%*	*-2,5%*	*-2,5%*	*-2,5%*
Chatarra	1.067	1.046	1.004	974	945	930	916	903	894	885	876	867	858	850	841
% cambio anual	*-3,0%*	*-2,0%*	*-4,0%*	*-3,0%*	*-3,0%*	*-1,5%*	*-1,5%*	*-1,5%*	*-1,0%*	*-1,0%*	*-1,0%*	*-1,0%*	*-1,0%*	*-1,0%*	*-1,0%*
Ventas netas sector oficial	25	45	80	100	125	145	175	225	250	250	275	300	300	299	297
% cambio anual	*-183%*	*80,0%*	*77,8%*	*25,0%*	*25,0%*	*16,0%*	*20,7%*	*28,6%*	*11,1%*	*0,0%*	*10,0%*	*9,1%*	*0,0%*	*-0,4%*	*-0,8%*
Operacines de cobertura	163	203	244	280	308	324	340	357	368	379	390	402	414	426	439
% cambio anual	*30,0%*	*25,0%*	*20,0%*	*15,0%*	*10,0%*	*5,0%*	*5,0%*	*5,0%*	*3,0%*	*3,0%*	*3,0%*	*3,0%*	*3,0%*	*3,0%*	*3,0%*
Oferta Total	**4.156**	**4.201**	**4.226**	**4.238**	**4.238**	**4.231**	**4.221**	**4.218**	**4.190**	**4.139**	**4.101**	**4.065**	**4.006**	**3.947**	**3.890**
% cambio anual	***1,9%***	***1,1%***	***0,6%***	***0,3%***	***0,0%***	***-0,2%***	***-0,2%***	***-0,1%***	***-0,7%***	***-1,2%***	***-0,9%***	***-0,9%***	***-1,5%***	***-1,5%***	***-1,5%***

Data: CRU; Company reports

4.4 Balance de oferta y demanda

4.4.1 Descripción de la estructura y mecanismos de precios

La estimación del balance entre la oferta y la demanda para el futuro es bastante más compleja en el caso del oro en comparación a otros metales, ya que el mercado del oro se caracteriza por tener un carácter estratégico ligado a la economía mundial. Al mismo tiempo, éste es un mercado que se extiende a nivel global por los bajos costos unitarios de transporte, por lo que el balance entre oferta y demanda y el análisis de precio deben examinarse a nivel mundial y no a nivel de regiones específicas.

El proceso de fijación de precios reconocido a nivel mundial es conocido como el London Gold Fixing. Éste data de 1919, cuando un pequeño grupo de bancos involucrados en la comercialización del oro crearon una instancia de intercambio de información para fijar un precio internacional de referencia. A partir de esta fecha, en las oficinas de Rothschild & Sons en Londres, se empezaron a transar barras de oro de 400 onzas. Dos veces al día, cinco representantes de empresas que formaban parte del comité de fijación de precio se reunían cara a cara para comercializar las barras de oro ante la mediación de un agente de Rothschild. A partir de las órdenes de compra y venta de cada agente se negociaba un precio, el que luego quedaba fijado y se publicaba. Actualmente el

precio se fija vía telefónica, sin la intermediación de Rothschild y con la participación de cinco bancos. Estos cinco bancos pertenecen a la London Bullion Market Association (LBMA), el mayor mercado Over The Counter (OTC) del mundo. Sin embargo, el precio establecido a través del London Gold Fixing es reconocido como el precio oficial del oro a nivel mundial, y se utiliza en otros mercados OTC como el de Nueva York (COMEX) y Tokio (TOCOM).

Con respecto al mercado secundario del oro, no existen mecanismos establecidos de fijación de precio. Ya que gran parte de la chatarra proviene de joyas, el precio dependerá tanto de su peso como de las distintas aleaciones que lo compongan, siendo éste negociado directamente entre el vendedor y el comprador.

4.4.2 Balance histórico de mercado y series de precios históricos

El precio del oro ha venido aumentando sostenidamente desde el año 2001. Esto se debe principalmente a la restricción de capacidad por parte de la producción y a los denominados Acuerdos Oficiales entre Bancos Centrales (CBGA), tres acuerdos consecutivos de cinco años de duración cada uno en los que se limitan las ventas de oro. Estos acuerdos han sido firmados fundamentalmente por bancos centrales de la Unión Europea, y han sido clave en los resultados de la oferta del oro a nivel global.

Además de esto, la alta incertidumbre económica mundial observada en los últimos años ha llevado a que el oro se convierta en una herramienta de inversión altamente atractiva. Esto ha ayudado a mantener el precio del oro en niveles récord en los últimos años. De hecho, el precio de este metal incluso no se vio negativamente afectado por la crisis financiera del año 2008. No obstante, estimamos que esta tendencia alcista está presentemente llegando a su final.

Figura 4.13: Precio histórico del oro en US$/oz, 1990-2012



En cuanto a la razón detrás del importante rol de los bancos centrales como agentes influyentes en la oferta, esto se debe a que los bancos centrales y otras organizaciones monetarias multinacionales, como el Fondo Monetario Internacional (FMI), el Banco de Pagos Internacionales (BIS) y el Banco Central Europeo (ECB), tienen posesiones estratégicas de oro que corresponden a una parte importante del stock mundial. Es debido a esto que nacen los tres Acuerdos de Oro entre Bancos Centrales mencionados anteriormente, firmados en los años 1999, 2004 y 2009.

El primer acuerdo surgió luego de que una desestabilización del mercado del oro causada por las ventas descoordinadas de distintos bancos centrales. La baja en el precio del metal afectó negativamente la economía de varios países. En ese entonces los bancos centrales poseían cerca de un tercio del inventario mundial de oro, por lo que sus acciones podían influenciar al mercado. Es así como los once bancos centrales que en ese momento pertenecían a la Eurozona, el Banco Central Europeo y los bancos centrales de Suiza, Suecia y el Reino Unido, firmaron en 1999 un acuerdo donde se indica que el oro se mantendría como un elemento importante de las reservas

monetarias. Se acordó limitar las ventas colectivas durante los próximos cinco años a 2.000 toneladas, con un máximo de 400 toneladas al año. Los bancos asociados al acuerdo abarcaban cerca del 45% de las reservas mundiales, a lo que debe agregarse el inventario de instituciones que se sumaron a la iniciativa informalmente como EE.UU., Japón, Australia, el Fondo Monetario Internacional y el Banco de Pagos Internacionales. Considerando tanto la adhesión formal como la informal, cerca del 85% de las reservas mundiales quedaron sujetas al acuerdo establecido. Esto estabilizó al mercado y aumentó el precio del oro, además de disminuir la incertidumbre.

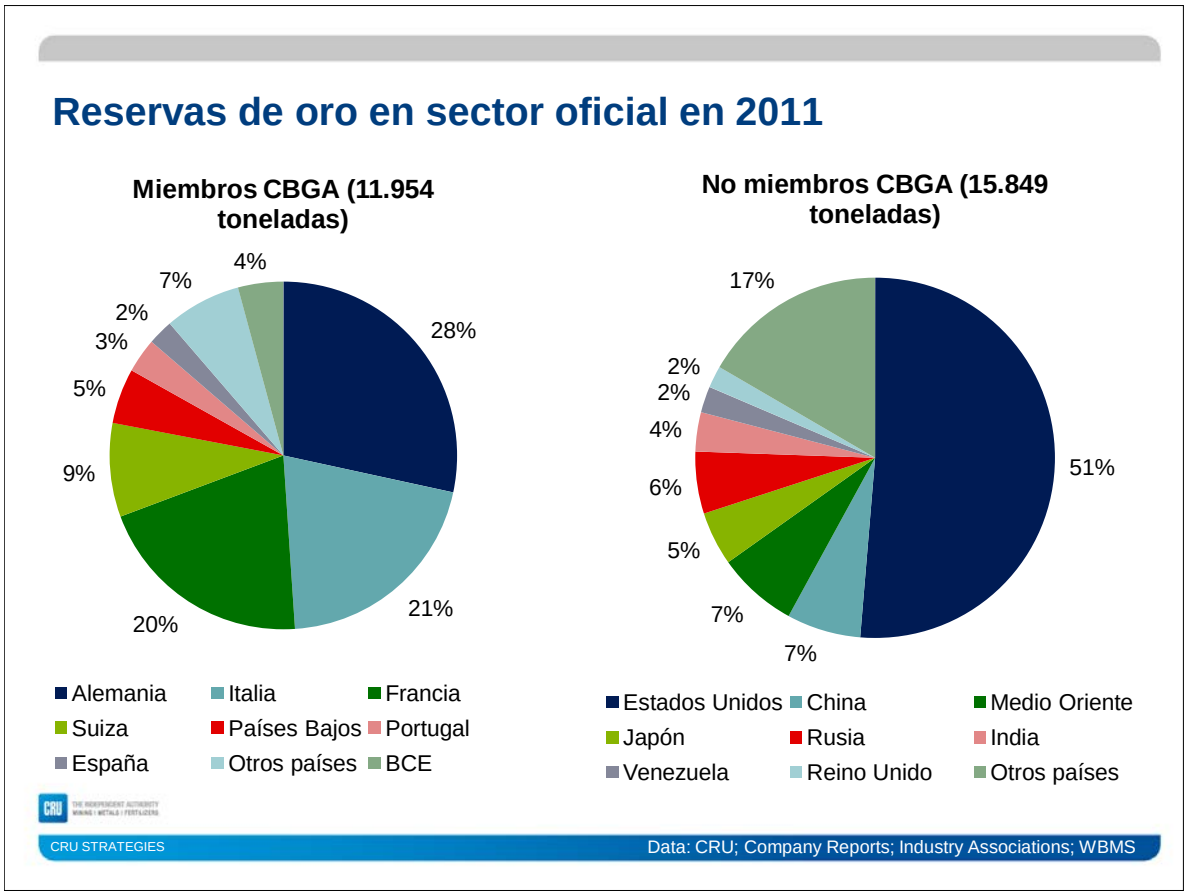
El segundo Acuerdo de Oro entre Bancos Centrales, firmado en 2004, presentó algunas diferencias en cuanto a los países involucrados y en cuanto a las ventas límite. Entre 2004 y 2009 se aumentó el límite a 2.500 toneladas en total, con un máximo de 500 toneladas anuales. Esto no generó grandes cambios en el precio ya que el mercado se encontraba estable, pero se esperaba que el acuerdo ayudara a mantener esta estabilidad.

Finalmente, el tercer Acuerdo de Oro entre Bancos Centrales continuó la misma línea del segundo, no obstante rebajó la cuota de venta a la originalmente estipulada en el primer acuerdo. Esto se debió principalmente a que los miembros del acuerdo vendieron volúmenes significativamente menores a los estipulados en el segundo acuerdo, por lo que esta modificación en el tercer acuerdo no tuvo mayor impacto en el mercado ni en el precio del oro.

Es así como la Unión Europea ha jugado un rol primordial en cuanto a la oferta de oro por parte de los bancos centrales, teniendo la principal participación en los stocks de estos y actuando para influir efectivamente en el precio del metal.

Es importante destacar que, si bien los bancos centrales tienen comportamientos heterogéneos entre ellos, tanto en el 2011 como en el 2012 el sector completo se comportó como un comprador neto, restándole a la oferta total anual alrededor de un 12%.

Figura 4.14: Reservas de oro en sector oficial en 2011



Otros factores que influyen en el balance de mercado son la producción secundaria, contratos de cobertura y compras de oro a modo de inversión. La producción secundaria, como se explicó anteriormente, se refiere a la recuperación de oro a partir de bienes de consumo que ya hayan cumplido su vida útil a través del reciclaje. En el caso particular del oro, esta fuente de oferta suma cantidades importantes de metal al mercado.

Los contratos de cobertura corresponden a la compra o venta de oro en el mercado futuro, dependiendo de las expectativas que se tengan. En el caso de los productores, si consideran que el precio futuro del oro es atractivo venderán a futuro (o *forward*), pudiendo realizar la operación contraria y recomprar contratos *forward* si las expectativas cambian.

Finalmente, las compras de oro como inversión se justifican por sus excelentes propiedades de diversificación y su bajo riesgo de desvalorización en comparación con las divisas en general. Esto lo convierte en un excelente seguro ante escenarios de crisis económica.

Se debe tener en consideración que, dado el valor estratégico del oro, lo que podría ser considerado como sobreoferta es de hecho absorbido por bancos centrales y otras entidades financieras. A esto se le suma el factor especulativo al que está sujeto el metal, relacionado con el contexto económico y las expectativas de inversionistas. El resultado final de la interacción de estas características únicas del oro es que el balance final entre oferta y demanda se relaciona en muy baja medida con el precio del metal.

Tabla 4.26: Balance histórico de mercado del oro, 2005-2012

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
OFERTA TOTAL	**4.054**	**3.429**	**3.404**	**3.305**	**3.864**	**4.132**	**3.836**	**3.961**
% cambio anual		*-15,4%*	*-0,7%*	*-2,9%*	*16,9%*	*6,9%*	*-7,2%*	*3,3%*
Producción desde minería	2.445	2.441	2.437	2.377	2.521	2.583	2.621	2.641
% cambio anual		*-0,2%*	*-0,2%*	*-2,5%*	*6,1%*	*2,5%*	*1,5%*	*0,8%*
Chatarra	902	1.133	982	1.316	1.695	1.645	1.605	1.580
% cambio anual		*25,6%*	*-13,3%*	*34,0%*	*28,8%*	*-2,9%*	*-2,4%*	*-1,6%*
Ventas netas del sector oficial	849	289	430	-36	-98	25	-402	-280
Operaciones de cobertura	-142	-434	-444	-352	-254	-121	12	20
DEMANDA TOTAL PARA FABRICACIÓN	**3.139**	**2.804**	**2.980**	**2.943**	**2.453**	**2.750**	**2.741**	**2.662**
% cambio anual		*-10,7%*	*6,3%*	*-1,2%*	*-16,6%*	*12,1%*	*-0,3%*	*-2,9%*
Joyería	2.588	2.186	2.332	2.258	1.785	2.003	1.957	1.907
% cambio anual		*-15,5%*	*6,7%*	*-3,2%*	*-20,9%*	*12,2%*	*-2,3%*	*-2,6%*
Productos electrónicos	265	295	304	299	266	321	327	319
% cambio anual		*11,2%*	*3,2%*	*-1,7%*	*-10,9%*	*20,6%*	*2,0%*	*-2,7%*
Aplicaciones dentales	57	56	53	53	51	48	43	41
% cambio anual		*-2,7%*	*-4,3%*	*-0,7%*	*-4,0%*	*-6,3%*	*-9,0%*	*-5,5%*
Monedas y Medallas	139	175	197	242	268	287	325	309
% cambio anual		*25,3%*	*12,9%*	*22,8%*	*10,8%*	*6,9%*	*13,1%*	*-4,6%*
Otros usos finales	89	93	93	91	82	91	89	86
% cambio anual		*4,0%*	*0,2%*	*-2,9%*	*-9,2%*	*10,6%*	*-1,8%*	*-3,7%*
BALANCE	**915**	**625**	**424**	**362**	**1.411**	**1.382**	**1.094**	**1.299**
de los cuales								
Inversiones netas en ETF	208	241	266	318	633	301	99	217
Precio Real, base 2012 (US$/oz)	**514**	**677**	**757**	**929**	**1.025**	**1.276**	**1.603**	**1.665**
Precio Nominal (US$/oz)	**444**	**604**	**695**	**872**	**972**	**1.225**	**1.571**	**1.665**

Data: CRU; Company Reports; Industry Associations; WBMS

4.4.3 Balance pronosticado de mercado y proyecciones de precios en el corto plazo

Para los próximos cinco años esperamos que los fundamentos de mercado del oro se mantengan en con excedentes. Como resultado de las últimas revisiones a los pronósticos de mercado, se prevé un

superávit de oro para 2013 que ascenderá a 1.349 toneladas, es decir 4,3% más que en 2012. Tras alcanzar un máximo en 2013, se espera que el excedente entonces disminuya a 1.128 toneladas en 2016, antes de repuntar a 1.175 toneladas en 2017. Durante el período, el equilibrio del mercado del oro se verá afectado por la escasez de oferta de chatarra, menor extracción de mineral, y una mejora de la demanda de las joyas, productos electrónicos y otros sectores industriales menores derivados de la reducción de precios y aumento en los ingresos de muchos países clave en vías de desarrollo.

Hoy por hoy, la economía mundial parece estar en mejor forma de lo que mostraba en 2012. En efecto, una serie de datos económicos generalmente positivos que han salido de EE.UU. desde principios de 2013, esperanzas de una recuperación de la economía japonesa, una reducción de los temores de una fuerte desaceleración en China y las perspectivas de un fuerte crecimiento económico en muchos países en desarrollo, han despertado un mayor riesgo y confianza en los inversores y generaron mejorías en la mayoría de las bolsas. En un ambiente así no es de extrañar que algunos inversores hayan decidido vender sus activos de bajo riesgo, como el oro, y que prefieran otras alternativas que les pudiera ofrecer un mejor retorno si el crecimiento económico se recupera.

En este sentido, cabe notar que un importante factor en el balance de mercado será lo que ocurra con los stocks de oro asociado a los fondos *Exchange Traded Funds* (ETF). Los stocks de los ETF son sustanciales, presentando alrededor de 2.210 toneladas – que equivalen a casi el 84% de la producción minera mundial en 2012. Si una participación importante de este volumen es soltado al mercado en un periodo corto de tiempo (como se registró en los primeros meses de 2013), luego la tendencia alcista año a año llegaría probablemente a un dramático final.

Tabla 4.27: Balance pronosticado de mercado del oro, 2012-2017

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
OFERTA TOTAL	**3.961**	**3.948**	**3.985**	**3.938**	**3.947**	**4.079**
% cambio anual		*-0,3%*	*0,9%*	*-1,2%*	*0,2%*	*3,3%*
Producción desde minería	2.641	2.723	2.775	2.813	2.847	2.884
% cambio anual	*0,8%*	*3,1%*	*1,9%*	*1,4%*	*1,2%*	*1,3%*
Chatarra	1.580	1.410	1.320	1.180	1.100	1.100
% cambio anual	*-1,6%*	*-10,8%*	*-6,4%*	*-10,6%*	*-6,8%*	*0,0%*
Ventas netas del sector oficial	-280	-220	-160	-125	-90	-30
Operaciones de cobertura	20	35	50	70	90	125
DEMANDA TOTAL PARA FABRICACIÓN	**2.662**	**2.598**	**2.686**	**2.771**	**2.819**	**2.904**
% cambio anual	*0,0*	*-2,6*	*3,4*	*3,2*	*1,7*	*3,0*
Joyería	1.907	1.860	1.953	2.054	2.100	2.178
% cambio anual	*-2,6%*	*-2,5%*	*5,0%*	*5,2%*	*2,3%*	*3,7%*
Productos electrónicos	319	310	320	325	345	370
% cambio anual	*-2,7%*	*-2,7%*	*3,2%*	*1,6%*	*6,2%*	*7,2%*
Aplicaciones dentales	41	39	37	35	34	32
% cambio anual	*-5,5%*	*-4,6%*	*-5,0%*	*-5,0%*	*-5,0%*	*-5,0%*
Monedas y Medallas	309	301	286	266	248	230
% cambio anual	*-4,6%*	*-2,6%*	*-5,0%*	*-7,0%*	*-7,0%*	*-7,0%*
Otros usos finales	86	88	89	91	93	94
% cambio anual	*-3,7%*	*1,9%*	*1,9%*	*1,9%*	*1,9%*	*1,9%*
BALANCE	**1.299**	**1.349**	**1.299**	**1.167**	**1.128**	**1.175**
de los cuales						
Inversiones netas en ETF	217					
Precio Real, base 2012 (US$/oz)	**1.665**	**1.551**	**1.455**	**1.376**	**1.264**	**1.174**
Precio Nominal (US$/oz)	**1.665**	**1.575**	**1.510**	**1.460**	**1.370**	**1.300**

Data: CRU; Company Reports; Industry Associations; WBMS

4.4.4 Balance pronosticado de mercado y proyecciones de precios en el largo plazo

Para comenzar a entender el posible comportamiento del precio del oro en el largo plazo, es importante tener en consideración que el oro como *commodity* cuenta con una serie de características que lo diferencian de otros *commodities* minerales.

El oro ha sido usado como reserva de valor y moneda de cambio desde tiempos inmemoriales. Su popularidad se debe en parte a que el oro no se degrada y es virtualmente indestructible, por lo que material que es extraído en la actualidad compite con el producido cientos de años atrás.

La oferta minera de este metal precioso también se ha comportado de manera diferente con relación a otros *commodities*, pues se ha mantenido estable por largos períodos de tiempo. El volumen que año a año se incorpora desde la minería al mercado representa una pequeña fracción del total de oro acumulado en el mundo. A diferencia de otros elementos, la industria del oro a nivel global tiene un margen de acción muy limitado en cuanto a incrementar significativamente la oferta como reacción a precios elevados.

Un tercer elemento que resalta la particularidad del oro es el escaso peso de las aplicaciones industriales dentro de la demanda, que representan sólo un 12% del total. Como ya ha sido mencionado en este capítulo, el grueso de la demanda está orientado a joyería e inversión, por lo que el comportamiento del precio del oro guarda escasa relación con ciclos económicos – contrariamente a lo que ocurre con muchos otros minerales.

Finalmente, el oro es único en relación a otros activos financieros en tanto que no genera ningún retorno (como cupones o dividendos) sino que los inversores apuestan solamente a una apreciación del capital. Como contrapartida, el oro no presenta riesgos de *default*.

En virtud de todos estos factores, es posible afirmar que el precio del oro tiene un comportamiento especial, generalmente alejado de los fundamentos de oferta y demanda y más vinculado con expectativas de inversionistas. Esta característica hace que la predicción de la evolución futura de precio sea particularmente compleja de realizar.

No obstante lo anterior, sí podemos definir algunos patrones generales que han sido observados respecto de la relación del oro con otros factores macroeconómicos:

1. <u>El oro y su relación con el nivel general de precios.</u> En el largo plazo el oro ha demostrado que es capaz de mantener su poder de compra sorprendentemente estable, moviéndose muy de cerca con el nivel general de precios en la economía. Esto ha incentivado que se considere al oro como un *"inflation hedge"*, es decir, una cobertura efectiva frente a los efectos de la inflación. Sin embargo, se debe recordar que durante la mayor parte de los últimos 200 años, el oro no ha tenido la libertad de moverse según las variaciones en el

balance de oferta y demanda. En el siglo XIX y comienzos del siglo XX, el precio del oro con respecto a las divisas era fijado por el patrón oro, sistema bajo el cual el emisor de la divisa garantiza que puede dar al poseedor de sus billetes la cantidad correspondiente en oro según el valor fijado. En 1944 se estableció el sistema de Bretton Woods, donde se fijó la tasa de cambio de 35 US$/oz mientras que las demás divisas se fijaban con respecto al dólar. Recién en 1971 se convierte el oro en un activo flotante. Desde ese entonces, existe cierta evidencia de que el oro efectivamente mantiene su valor en períodos de inflación, sin embargo no se sabe cómo podría comportarse en periodos extendidos de deflación.

2. El oro y la tasa de interés. El oro por sí solo no tiene un rendimiento determinado, por lo que el costo oportunidad de retenerlo se mueve junto con la tasa de interés real. Es decir, en periodos de tasas bajas el precio del oro tiende a aumentar, mientras que en periodos de tasas altas el precio del oro tiende a disminuir. Se ha visto evidencia empírica de esta relación durante las décadas de los 70 y los 80, cuando se dieron tasas bajas y altas respectivamente con los efectos esperables en el precio del oro.
3. El oro y el dólar. Desde que las tasas de cambio pasaron de ser fijas as ser flotantes a principios de los 70, el valor del dólar estadounidense ha tenido una influencia significativa el movimiento del precio del oro en el corto plazo. Historia reciente ha mostrado que en periodos donde el dólar se encuentra bajo, el oro tiende a presentar precios elevados y viceversa. Esto se explica porque, al encontrarse el dólar débil frente a otra divisa, el poder de compra de quienes manejan esa divisa aumenta. Esto aumenta el precio de los *commodities* en general, incluyendo el oro. Al mismo tiempo, cuando el dólar se encuentra débil los inversionistas tienden a migrar hacia el oro como una forma de almacenar valor, aumentando el precio de éste.
4. El oro, el estrés financiero y la inestabilidad política. Existe fuerte evidencia empírica de que en tiempos de mayor estrés financiero el precio del oro tiende a aumentar. Distintos indicadores de estrés financiero tienden a correlacionarse de manera consistente con el precio del oro por lo explicado anteriormente: el oro es considerado un refugio en periodos de incertidumbre. En el caso de la inestabilidad política, preocupación por conflictos internos, guerras civiles y tensiones internacionales puede llevar a inversionistas a refugiarse en el oro como cobertura ante la incertidumbre general.
5. El oro y la actividad del sector público. Como se discutió anteriormente, los bancos centrales han sido fundamentales al momento de estabilizar el precio del oro en los últimos años, a través de los Acuerdos Oficiales entre Bancos Centrales (CBGA).

Como es posible notar, la mayoría de estos factores se han inclinado en tiempos recientes en la dirección favorable a una apreciación del precio del oro. Desde 2008 a esta parte se ha observado a nivel global una gran inestabilidad política y financiera, tasas de interés reales negativas y un dólar que se estuvo debilitando en términos generales frente a la mayoría de las monedas más importantes.

Considerando todos los factores mencionados, CRU tiene una visión conservadora en cuanto al precio de largo de plazo del oro y estima que la exuberancia observada en años recientes difícilmente se repetirá.

Figura 4.15: Pronóstico de precio del oro en el largo plazo, 2017-2032

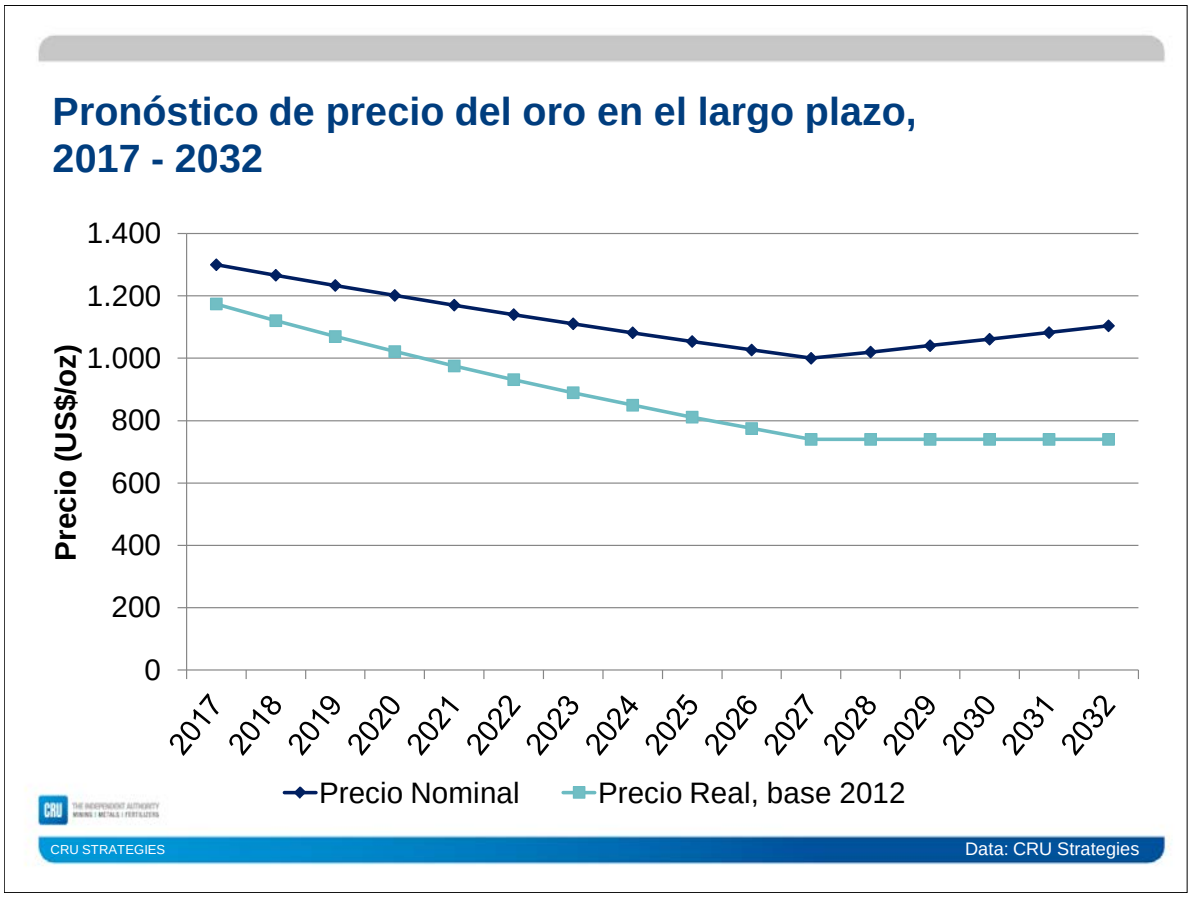


Tabla 4.28: Pronóstico de precio del oro en el largo plazo, 2017-2032

Precio (US$/oz)	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Nominal	1.300	1.266	1.234	1.202	1.170	1.140	1.111	1.082	1.054	1.027	1.000	1.020	1.040	1.061	1.082	1.104
Real base 2012	1.174	1.121	1.070	1.021	975	932	890	850	811	775	740	740	740	740	740	740

Data: CRU Strategies

Existen varias razones para la trayectoria descendente en el largo plazo del precio del oro, cuyo valor nominal estimamos se estabilizará en 1.000 US$/oz para finales de la década próxima.

Por un lado, los riesgos globales han disminuido. Nuestro escenario macroeconómico presume una recuperación lenta pero estable de la economía mundial, lo que disminuiría la demanda por oro incentivada por la incertidumbre económica de los últimos años. Al mismo tiempo, activos que entregan retornos en forma de capital como bonos corporativos, acciones e incluso el mercado inmobiliario se percibirán como más seguros, atrayendo las inversiones que en periodos menos estables iría posiblemente al oro.

Segundo, las expectativas inflacionarias de corto y mediano plazo se mantienen bajas. A pesar de la relajación cuantitativa implementada por los países desarrollados no se espera un incremento significativo en los niveles de precios, lo que disminuiría la popularidad del oro como un "*inflator hedge*".

En sintonía con lo anterior, las tasas de interés deberían empezar a recuperarse desde los niveles históricamente bajos actuales. Esto debería deprimir el precio del oro al aumentar el costo oportunidad de retenerlo como activo.

Finalmente, los Bancos Centrales también operarán un rol importante como vendedores netos, en muchos casos para afrontar el pago de las abultadas deudas nacionales. Sólo para dar un ejemplo, Italia tiene más de US$ 130.000 millones acumulados en oro.

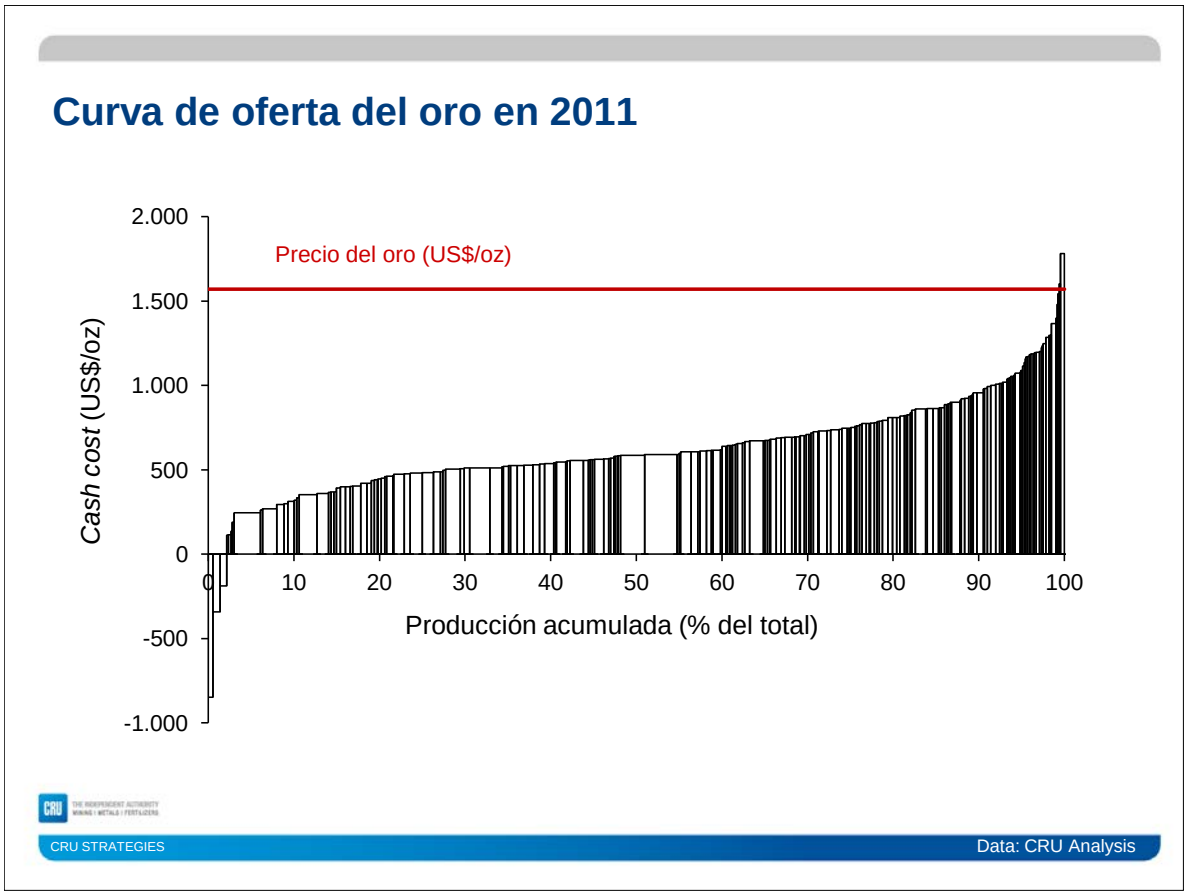
Creemos que esta tendencia decreciente se va a estabilizar una vez alcanzado el "piso" fijado por el Costo Marginal de Largo Plazo de las mineras productoras de oro, el cual se estima que se va a mantener en niveles cercanos a los 750 US$/oz en términos reales.

Es importante mencionar que ya se ha visto una disminución en el precio del oro durante el primera semestre de 2013, lo que indicaría que la tendencia decreciente esperada por CRU ya ha empezado a hacerse notar.

4.4.5 Márgenes y rentabilidad

En 2011 el *cash cost* promedio de la industria fue de 715 US$/oz, con un precio de venta de 1.571 US$/oz. Esto significó un margen promedio del 54% para la industria. Al mismo tiempo, más del 90% de los productores mineros operó con un costo menor a los 1.000 US$/oz. Del 10% de los productores que operan con un costo mayor a los 1.000 US$/oz, el 51% se encuentran en África. En el otro extremo, cerca de un 16% de los productores opera con costos menores a los 400 US$/oz, es decir, con un margen del 75%. Dos tercios de estos productores se encuentran en América.

Figura 4.16: Curva de oferta del oro en 2011



4.5 Análisis competitivo de la industria en Colombia

4.5.1 Modelamiento de las cinco fuerzas de Porter y atractivo de la industria

El modelamiento de las cinco fuerzas de la competitividad de Porter se utiliza para conocer qué tan atractiva es una industria *per sé*, considerando las ventajas y desventajas para entrar a un mercado en particular. La tabla siguiente presenta el análisis de competitividad para el mercado mundial del oro basado en este modelo.

Tabla 4.29: Modelo de las cinco fuerzas de Porter

Fuerza	Observaciones
Riesgo de sustitución MEDIO-BAJO	• En joyería y en aplicaciones industriales (como eléctricas y dentales), existe un riesgo de sustitución ligado a opciones menos costosas - pero de peor calidad. • Cuando es usado como instrumento de inversión, la dinámica de sustitución es muy volátil y altamente correlacionada con los movimientos en el valor del dólar, del petróleo y la inflación global. • Para casos de aplicaciones en componentes eléctricos que requieren de gran confiabilidad, la elasticidad de la demanda es baja debido a la baja proporción que representa el oro en los costos totales del artefacto.
Barreras de entrada MEDIAS	• Existe un altísimo número de operaciones mineras de todo tipo y escala. • Los operadores mineros de oro como metal primario tienen costos de capital que han tendido a ser más bajos que los productores de metales base. • No obstante, muchos proyectos mineros de oro (mayormente de compañías junior) se encuentran en una difícil situación para encontrar capital por parte de inversionistas. • En los depósitos aluviales las barreras son bajas, pues requieren bajos niveles de inversión. Sin embargo estos depósitos se explotan generalmente a través de pequeña minería y sus volúmenes de extracción impactan poco al mercado.
Poder proveedores MEDIO-BAJO	• No hay mucha diferencia con la minería en general. • El *boom* minero en muchos países ha impactado en la disponibilidad y altos costos de servicios y suministros fundamentales para la actividad minera, incluyendo a profesionales y expertos en la industria.
Poder clientes BAJO	• Demanda altamente atomizada. • En las aplicaciones industriales donde se transa directamente entre productor y consumidor, los compradores industriales no pueden imponer ninguna condición a los productores mineros o refinerías. • En el caso de concentrados de otros metales que contienen oro, no existe mucha dinámica en las negociaciones, pues el oro es un metal por el cual se paga una prima relativamente estándar por sobre el contenido pagable del metal principal.
Rivalidad de la industria ALTA	• El mercado es bastante fragmentado y con operaciones de todo tipo y escala. • Dados los altos precios del oro observados recientemente, existe alta rivalidad entre las compañías de exploración y explotación de oro para lograr levantar capital y/o vender proyectos *greenfield* , así como también para lograr sacar adelante proyectos en etapas tempranas de ingeniería. • El oro producido como subproducto de operaciones mineras de metales básicos no responde a los mismos incentivos de mercado, pudiendo afectar la competitividad de minas primarias de oro.

Data: CRU

Haciendo un análisis basado en las cinco fuerzas de Porter, se estima que el atractivo de la industria del oro es relativamente bajo en el largo plazo. En el corto plazo el atractivo es algo mayor, aunque depende completamente de la capacidad de encontrar yacimientos que destaquen por sobre la gran variedad y cantidad de yacimientos actuales. Esto último, no obstante, queda sujeto a la posibilidad de levantar de manera económicamente atractiva el capital necesario para desarrollar nuevos proyectos.

Desde el punto de vista del precio del oro, se espera que éste baje en los próximos años y que se mantenga en valores considerablemente menores a los vistos en los últimos años. Esto claramente

disminuye el atractivo de la industria en general, reduciendo los márgenes esperados por los productores primarios.

4.5.2 Dotación de recursos de Colombia

4.5.2.1 Producción histórica de oro en Colombia

Durante las últimas dos décadas Colombia ha ido aumentando lentamente su producción minera de oro, a pesar de que este crecimiento no haya sido constante.

De los departamentos que componen Colombia, dieciocho de ellos contribuyeron a la producción de oro del país en 2012. Dentro de éstos, Antioquía y Chocó suman el 79% de la producción total mina de dicho año. Históricamente, Antioquía ha sido consistentemente relevante en la producción de oro del país. Chocó, por otro lado, ha ido aumentado su producción en los últimos años hasta convertirse en la segunda región que más aporta a la producción minera de oro de Colombia.

Figura 4.17: Producción histórica de oro en Colombia por departamento, 2000-2012



Antioquía abarca por sí solo parte importante del cinturón de oro del Cauca medio, área donde se encuentra gran parte de los depósitos de oro colombianos que han captado el interés de las grandes mineras en los últimos años. Esta ocurrencia geológica, sin embargo, se caracteriza por tener depósitos del tipo porfídico, es decir, de grandes tonelajes y leyes relativamente bajas y dispersas. El departamento también cuenta con el llamado Batolito de Antioquía, región donde se han encontrado interesantes depósitos de oro. Antioquía, junto con el departamento del Caldas, que es donde se encuentra el resto del cinturón de oro, son sectores esenciales para el desarrollo de la minería del oro en Colombia.

Es interesante mencionar que en el Censo Minero colombiano, llevado a cabo en 2011 por el Ministerio de Minas y Energía del país, se establece que un 86,6% de las operaciones de oro censadas no posee título minero. Esto significa que estas operaciones funcionan de forma ilegal, sin cumplir con las normas mínimas de seguridad impuestas por el país y sin pagar los impuestos correspondientes. En el caso del oro el llevar a cabo una operación ilegal presenta menos dificultades que con otros metales, ya que su alto precio permite su rápida venta en el mercado negro.

4.5.2.3 Reservas y recursos

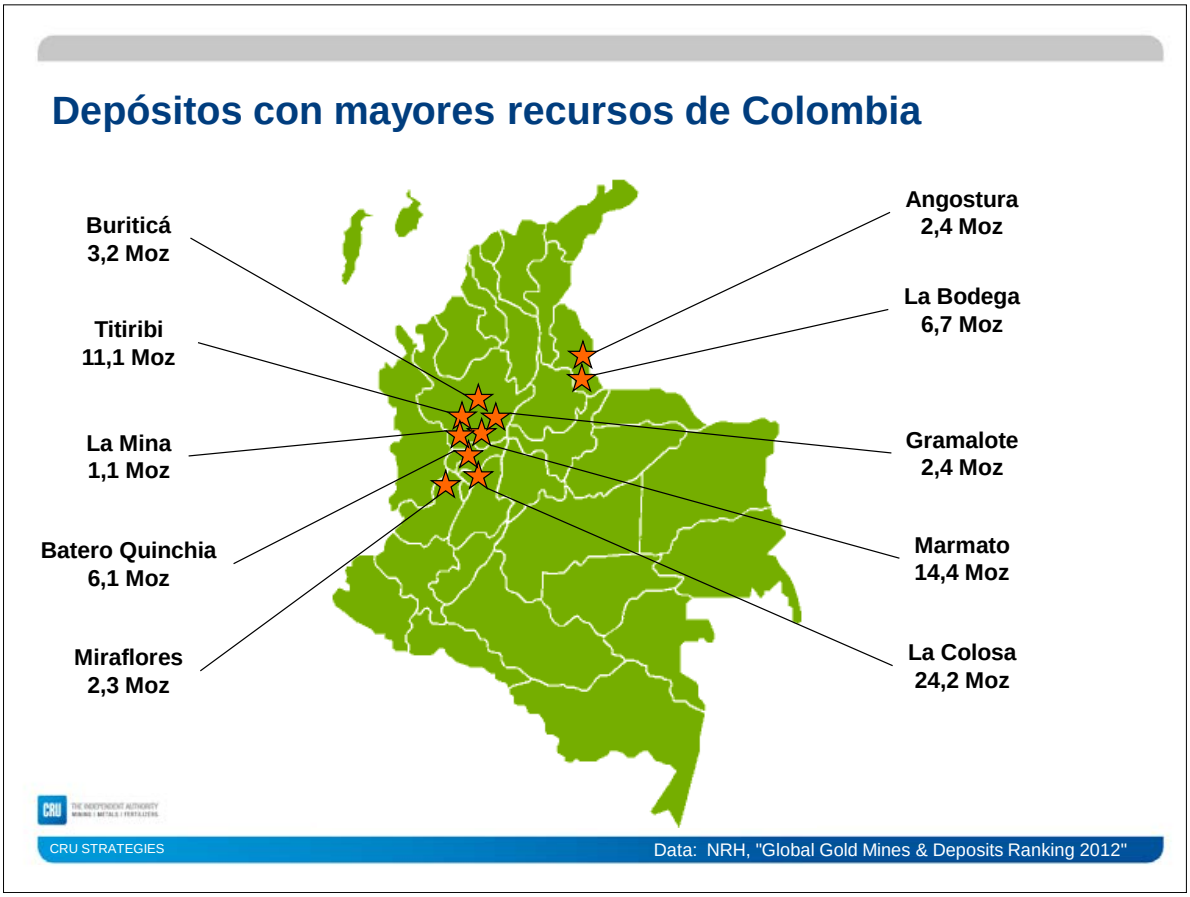
En cuanto a recursos y reservas, Colombia cuenta con grandes depósitos de oro que aún no se encuentran en producción. Desde 2009 en adelante se ha notado un aumento en la cantidad de proyectos de exploración dentro del país, tanto por la relativa estabilidad política alcanzada en los últimos años como por los altos precios de venta del oro. Hasta la fecha, Colombia cuenta con diez depósitos de más de 1 millón de onzas de oro en recursos declarados. Esto equivale al 2% de los depósitos con estas características en el mundo. Si bien esta fracción puede implicar un valor económico no menor para Colombia, es bastante menor en comparación con, por ejemplo, los más de 100 depósitos de estas características que hay en América del Norte. Por otro lado, la mayoría de los depósitos mencionados cuenta con leyes relativamente bajas.

Tabla 4.30: Depósitos colombianos con más de 1 millón de onzas de oro en recursos declarados

	Depósito	Ley promedio (gr/ton)	Recursos de oro (oz troy)
1	La Colosa	0,91	24.200.000
2	Marmato	0,91	14.377.000
3	Titiribi	0,54	11.079.000
4	La Bodega	1,50	6.700.000
5	Batero Quinchia	0,39	6.087.000
6	Buriticá	12,30	3.164.000
7	Angostura	5,38	2.405.000
8	Gramalote	1,00	2.390.000
9	Miraflores	0,59	2.302.000
10	La Mina	0,68	1.064.722

Data: NRH, "Global Gold Mines & Deposits Ranking 2012"

Figura 4.18: Depósitos con mayores recursos de Colombia

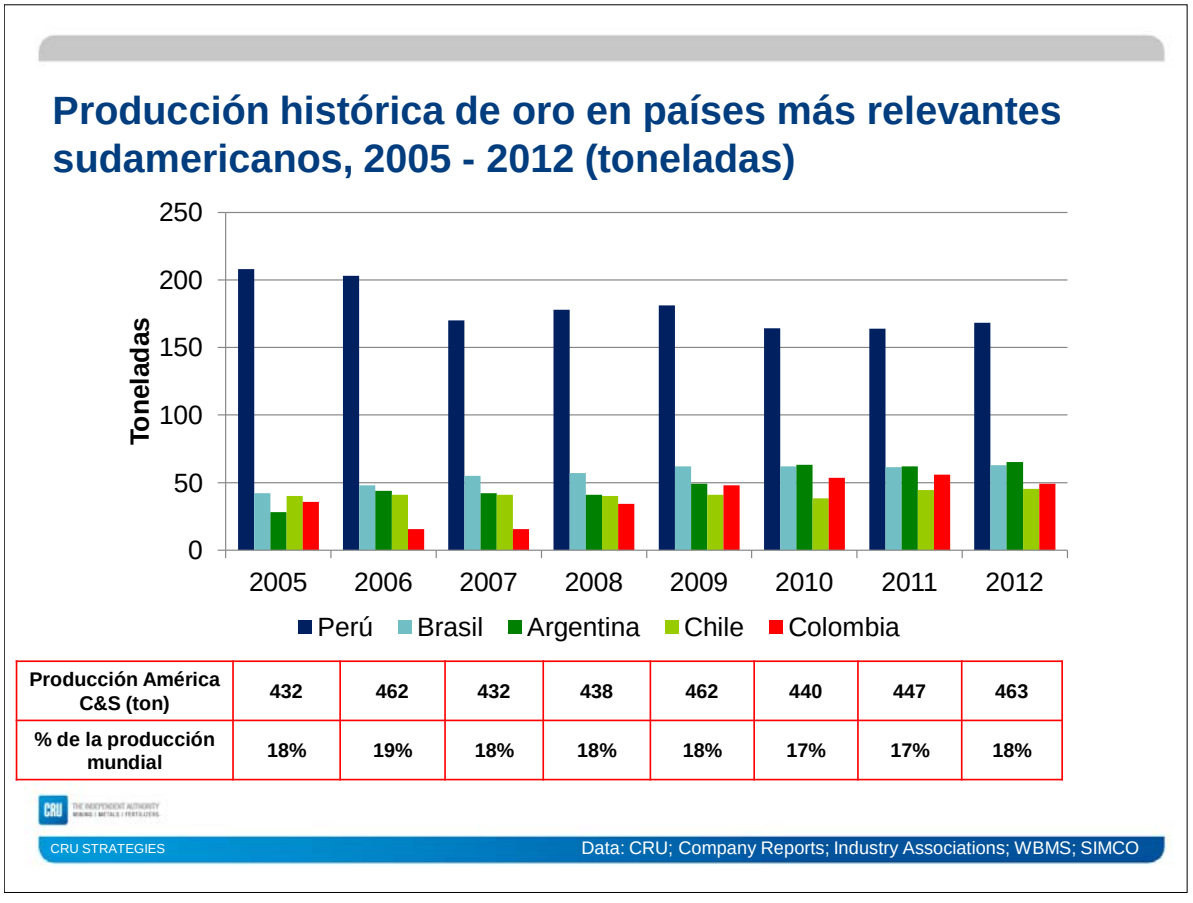


4.5.3 Principales competidores y posición competitiva de Colombia

4.5.3.1 Competitividad de Colombia a nivel sudamericano

A nivel sudamericano Colombia se ha mantenido dentro de los cinco primeros productores mineros de oro, representando un 10,6% de la producción regional para 2012 con casi 50 toneladas. Sin embargo su producción se mantiene muy por debajo del primer productor sudamericano, Perú. En 2012, la producción de oro de Colombia no alcanzó a ser ni un tercio de la de Perú. A modo de comparación, Perú contribuyó con un 6,4% de la producción mundial de 2012, estableciéndose como el quinto mayor productor y el único país sudamericano con relevancia desde el punto de vista global. Aún así, localmente Colombia ha logrado superar a Chile en producción desde 2009 hasta la fecha.

Figura 4.19: Producción histórica de oro en países más relevantes sudamericanos, 2005-2012



Producción América C&S (ton)	**432**	**462**	**432**	**438**	**462**	**440**	**447**	**463**
% de la producción mundial	**18%**	**19%**	**18%**	**18%**	**18%**	**17%**	**17%**	**18%**

Cuando se trata de recursos geológicos, de las veinte minas y depósitos con mayores recursos de oro en América Latina, seis se encuentran en Chile, tres en México y tres en suelo colombiano. Estos últimos son La Colosa, propiedad de AngloGold Ashanti; Marmato, propiedad de Gran Colombia; y Titiribi, propiedad de Sunward. Perú, el actual principal productor latinoamericano, cuenta con dos depósitos de los veinte mejores de la región. De esta forma, Chile, México y Colombia se presentan como los países de mejor potencial geológico ligado al oro dentro de Latinoamérica.

Figura 4.20: Veinte minas y depósitos con mayores recursos de oro de América Latina, 2012



En cuanto a proyectos mineros de oro, Colombia vuelve a presentar una alta relevancia dentro del marco latinoamericano, principalmente debido a que ninguno de sus grandes depósitos ha comenzado a ser explotado. De los diez proyectos con mayores recursos de la zona, Chile cuenta con cuatro y Colombia con tres.

Tabla 4.31: Principales proyectos de oro en América Latina

	Proyecto	Recursos de oro (oz troy)	Ubicación
1	Cerro Casale	32.587.666	Chile
2	Las Cristinas	30.804.000	Venezuela
3	Pascua-Lama	25.810.000	Chile
4	Caspiche	24.869.000	Chile
5	**La Colosa**	**24.200.000**	**Colombia**
6	Metates	19.828.000	México
7	Conga	17.473.300	Perú
8	**Marmato**	**14.377.000**	**Colombia**
9	El Morro	13.788.000	Chile
10	**Titiribi**	**11.079.000**	**Colombia**

Data: NRH, "Global Gold Mines & Deposits Ranking 2012"

Cerro Casale, el proyecto con mayores reservas de oro en América Latina en la actualidad, acaba de recibir en 2012 la aprobación ambiental necesaria para continuar su desarrollo. Sin embargo, la empresa Barrick Gold, controladora de Cerro Casale con un 75% de su propiedad, ha anunciado que no planea desarrollar el proyecto en un futuro cercano. Pascua-Lama, el segundo mayor proyecto de oro chileno, ha sido recientemente pospuesto en vista de los problemas que ha tenido Barrick Gold, su dueño, para cumplir con los estándares medioambientales impuestos por el gobierno chileno. Se espera que la producción comience a fines de 2015 en vez de en 2014. Por otro lado, la venezolana Las Cristinas, segundo mayor proyecto de oro latinoamericano, fue nacionalizada en 2011 y todavía no cuenta con una fecha estimada para comenzar a producir.

Las circunstancias anteriores le abren a Colombia la posibilidad de aumentar su importancia en la producción de oro dentro de la región, dado que los proyectos más relevantes en la región presentan claros problemas para entrar finalmente en producción. La Colosa ha presentado retrasos en su inicio de producción tanto por temas medioambientales como por problemas con las comunidades por el uso del agua, al igual que los proyectos mencionados anteriormente. Si bien en un principio se estimaba que en 2016 La Colosa comenzaría a producir, hoy se habla de fines de 2019 como fecha tentativa. En el caso de Marmato, este proyecto se encuentra en una fase más temprana que La Colosa. Se espera que el estudio de prefactibilidad se encuentre terminado para fines de 2013.

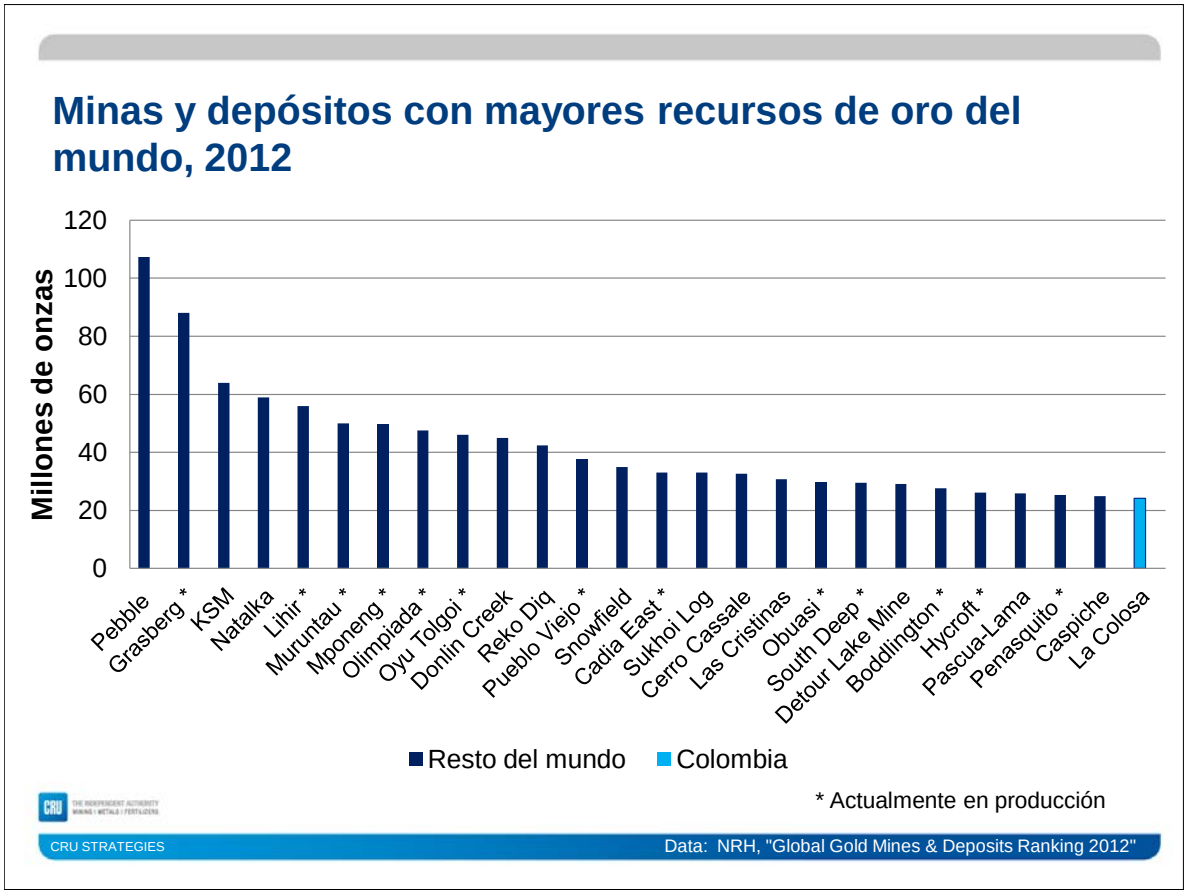
Titiribi, por su parte, también se encuentra en su etapa de prefactibilidad, aunque algo menos avanzado que Marmato. En estos casos se presenta una real oportunidad de desarrollar las etapas siguientes de manera expedita, aprovechando que ambos yacimientos están localizados en distritos con tradición minera.

4.5.3.2 Competitividad de Colombia a nivel mundial

A nivel mundial, Colombia no alcanza a tener una participación significativa. Con una producción en 2012 de apenas el 2% mundial aproximadamente, Colombia se sitúa muy por debajo del 14% de China y el 10% de Australia. En este sentido, en 2012 el 52,7% la industria mundial de oro extraído de mina se concentró en los seis mayores países productores, donde el sexto productor es Sudáfrica con un 5,8%. Dado que la industria del oro se encuentra tan atomizada, bastantes países separan a Sudáfrica de Colombia en la lista de los países productores más relevantes.

Cuando se trata de recursos y reservas de oro, los depósitos colombianos pierden protagonismo ante minas con más de tres veces los recursos de La Colosa, como lo serían la estadounidense Pebble (107,3 millones de onzas) y Grasberg en Indonesia (88 millones de onzas en recursos). Gran parte de los depósitos con mayor potencial para la explotación de oro se encuentran actualmente en EE.UU. y Canadá.

Figura 4.21: Minas y depósitos con mayores recursos de oro del mundo, 2012



En relación a los proyectos que se están desarrollando a nivel mundial, EE.UU. y Canadá llevan la delantera tanto en número de proyectos a desarrollar como en la cantidad de recursos de cada uno.

Tabla 4.32: Principales proyectos de oro a nivel mundial

	Proyecto	Recursos de oro (oz troy)	Ubicación
1	Pebble	107.300.000	USA
2	KSM	63.979.000	Canadá
3	Natalka	58.950.000	Rusia
4	Donlin Creek	45.000.000	USA
5	Snowfield	34.950.000	Canadá
6	Sukhoi Log	33.000.000	Rusia
7	Cerro Casale	32.587.666	Chile
8	Las Cristinas	30.804.000	Venezuela
9	Detour Lake Mine	29.119.000	Canadá
10	Pascua-Lama	25.810.000	Chile
11	Caspiche	24.869.000	Chile
12	**La Colosa**	**24.200.000**	**Colombia**

Data: NRH, "Global Gold Mines & Deposits Ranking 2012"

En cuanto al avance de cada proyecto, se espera que Pebble comience a producir en 2019, KSM alrededor del año 2020 y Natalka a fines de 2014. Hay varios proyectos que se encuentran más avanzados que los latinoamericanos, en parte por las dificultades tanto con las comunidades como con las aprobaciones de permisos medioambientales que han surgido en la región.

4.5.3.3 Ventajas y desventajas competitivas de Colombia

Las ventajas y desventajas competitivas de un país dependen tanto de los recursos naturales que tenga como de la estabilidad del país, el funcionamiento de sus institucionalidades y la voluntad política existente para desarrollar proyectos. En este sentido, los últimos gobiernos del ex presidente Álvaro Uribe y el actual presidente José Manuel Santos han tenido un fuerte énfasis en aumentar la seguridad del país y en buscar atraer inversiones extranjeras. En los últimos años ha aumentado la exploración y han surgido varios proyectos de distintas magnitudes bajo el manejo de empresas como AngloGold Ashanti, EcoOro, Ventana Gold, Gran Colombia Gold, Columbian Mines Corporation y Red Eagle Mining, empresas sin presencia en el país hace diez años. Estas mejoras representan una clara ventaja de Colombia por sobre países que aún se consideran inestables, como lo serían los africanos. Sin embargo, esto no implica una ventaja definitiva sobre los mayores

productores mineros de oro. Al mismo tiempo, este tipo de mejoras no significan nada si los recursos naturales del país no alcanzan a ser competitivos por sí solos.

Tabla 4.33: Ventajas y desventajas competitivas de Colombia

Ventajas	• En los últimos años Colombia ha pasado de ser percibido como un país poco seguro a un país con buen crecimiento económico y con una buena institucionalidad . • En los últimos años han ingresado empresas a Colombia buscando desarrollar proyectos de oro. A pesar de que aún falta para que estas inversiones den frutos, la presencia de empresas en el rubro aumenta la probabilidad de que entren compañías nuevas o de que las compañías existentes abran nuevos proyectos. • Colombia cuenta con depósitos con una magnitud de recursos considerable.
Desventajas	• La entrada de empresas internacionales al país en busca de depósitos de oro ha traído consigo fuertes reacciones por parte de las comunidades locales, llegando a complicar el desarrollo de los proyectos actuales (como La Colosa y Marmato). • Depósitos colombianos se caracterizan por tener bajas leyes. • Considerando la producción proyectada de Colombia, esta aumentaría durante los próximos años pero seguiría rondando el 2% del total mundial, debido a la gran cantidad de productores que existen a nivel global. • El acceso a capital está siendo una problema en la minería en general. Al no tener Colombia una tradición en minería de oro, puede ser considerado más riesgoso y aumentar la dificultad de acceder a financiamiento por parte de las empresas.

Data: CRU Strategies

RESUMEN

- La industria del oro es considerada medianamente atractiva sólo en el corto plazo debido a los precios históricamente altos que ha alcanzado el metal en los últimos años. En el largo plazo, sin embargo, la industria presenta un atractivo bajo.
- En el caso de Colombia, en los últimos años han entrado al país una serie de proyectos actualmente en desarrollo. La presencia de recursos considerables, el aumento en la seguridad y apertura a la inversión, así como el alto precio del oro han sido en gran parte responsables de este surgimiento de proyectos.
- Los proyectos han traído problemas con las comunidades locales principalmente por los temas medioambientales y de sustentabilidad, lo que ha complicado su desarrollo.
- Hoy en día el acceso a capital es un problema para las mineras, privilegiándose por lo tanto la explotación de depósitos de leyes altas. Los yacimientos colombianos en general son de baja ley.
- La gran atomización de la industria global dificulta que Colombia llegue eventualmente a ocupar un puesto importante dentro de los productores de oro a partir de la minería.

Capítulo 5 – Mercado del Platino

5.1 Resumen general del mercado

RESUMEN DEL MERCADO

- **Características clave del mercado**

  El mercado mundial del platino alcanzó los US$14.600 millones en el año 2012, equivalentes a 9.437 Koz producidas.

  Desde el punto de vista de la demanda, el platino tiene una serie de usos dentro de los cuales destacan su rol en la fabricación de convertidores catalíticos para automóviles, joyería, la industria química (específicamente en la producción de fertilizantes y explosivos), su uso en la producción de vidrios (principalmente LCD y fibra de vidrio), en la refinación de petróleo y en artículos eléctricos. La industria automotriz y la joyería abarcan un 53% de la demanda total de 2012.

  Con respecto a la oferta, ésta puede provenir desde la minería y o desde el reciclaje de chatarra. La oferta desde minería se caracteriza por ser muy concentrada geográficamente, con más del 70% de la producción total proveniente de Sudáfrica. La oferta desde el reciclaje de chatarra es de tanta importancia como la producción desde minería, y se comporta de manera muy sensible al precio del platino.

  En términos de precio, el año 2012 cerró con un promedio de 1.550 US$/oz. De acuerdo a los fundamentos del mercado CRU prevé que este precio seguirá una tendencia creciente en los próximos años.

- **Cambios recientes y en desarrollo en el mercado**

  Recientemente ha ocurrido un importante cambio en el balance de mercado del platino, pasando de un superávit de oferta entre 2005 y 2011 a un déficit en 2012. Este déficit se explica mayoritariamente por una brusca disminución en la oferta a partir de minería, debido en gran parte a las huelgas, paros y cierres de mina que se dieron en Sudáfrica.

  A futuro se espera que esta tendencia se mantenga.

- **Acceso al mercado / Barreras de entrada**

La principal barrera para entrar al mercado del platino es la poca ocurrencia de este metal en la naturaleza y el hecho de que los depósitos de alta calidad que puedan ser explotados económicamente se dan de manera muy puntual. Hoy en día un 95% de los recursos conocidos se encuentran en Sudáfrica, por lo que la evolución de la industria en este país va a marcar la dinámica global del mercado del platino a futuro.

5.2 Estructura y caracterización de la demanda en Europa, Asia y las Américas y el Caribe

5.2.1 Determinantes de demanda

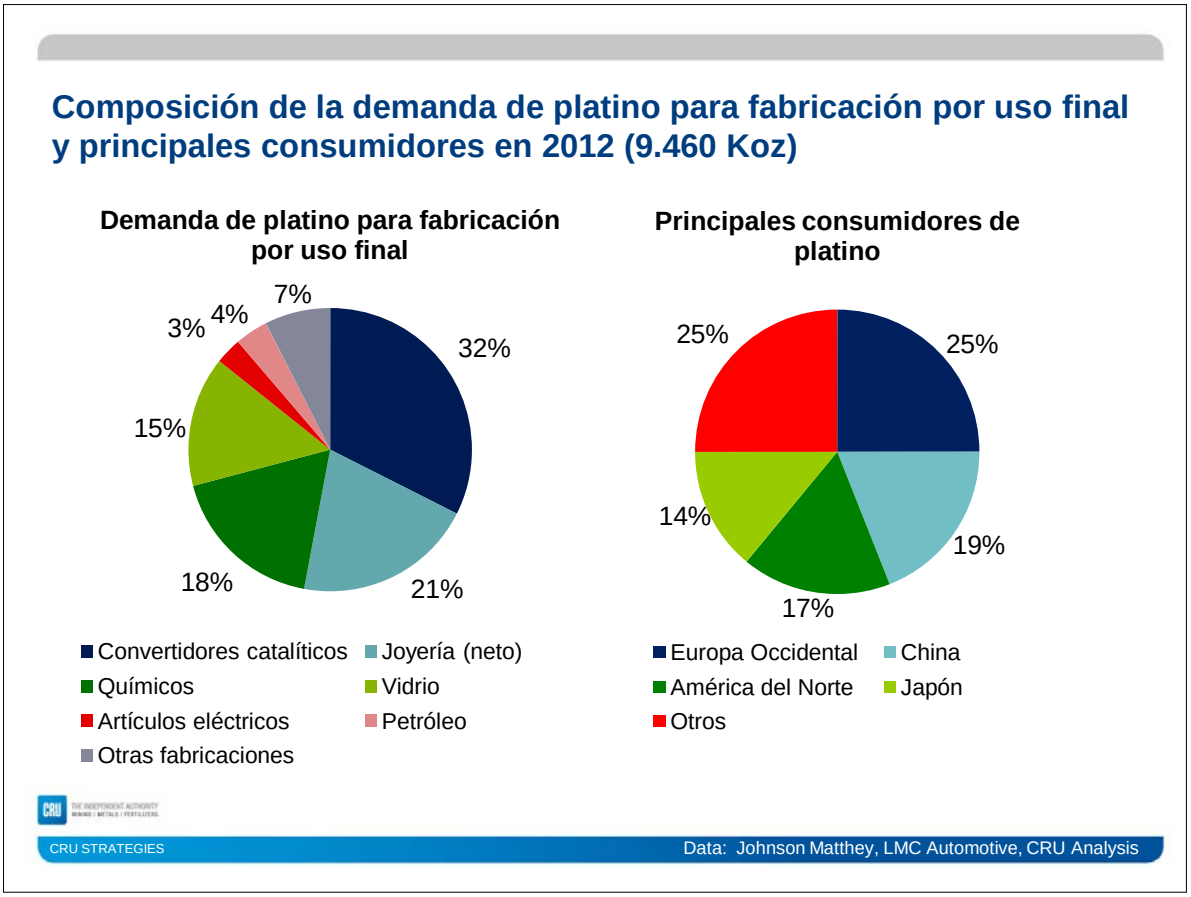
El platino tiene una serie de usos, dentro de los cuales destaca su importante rol en la fabricación de convertidores catalíticos para automóviles y su extensivo uso en el diseño y fabricación de joyas. Estos dos usos finales representan hoy en día más de la mitad de la demanda de platino a nivel mundial.

Si bien la cantidad de platino utilizada en los convertidores catalíticos es menor, el gran número de autos producidos a nivel mundial hoy en día hace que la cantidad de platino requerida sea significativa. Con respecto a las joyas, un porcentaje importante de estas son demandadas desde China, país que se ha caracterizado en los últimos años por presentar altos índices de crecimiento.

Otros usos importantes ocurren en la industria química, específicamente en el procesamiento de fertilizantes y explosivos, y en la fabricación de vidrio, donde destacan las pantallas de cristal líquido (LCD) y la fibra de vidrio. La industria del petróleo hace uso del platino en el proceso de refinación de éste, y se puede encontrar platino también en la fabricación de artículos eléctricos.

Además de sus usos en fabricación, el platino también se usa como forma de inversión. Sin embargo la cantidad de platino que se demanda para estos fines es bastante pequeña y no alcanza a ser suficiente como para que la especulación a la que está sujeta afecte significativamente su precio.

Figura 5.01: Composición de la demanda de platino para fabricación por uso final y principales consumidores en 2012



5.2.2 Demanda en base a usos finales

5.2.2.1 Convertidores catalíticos

El mayor sector consumidor de platino es la industria automotriz, la cual representó un 32% de la demanda total del metal en el mundo en 2012. En la industria automotriz se requieren convertidores catalíticos para tratar las emisiones de escape mediante la catalización de la oxidación de monóxido de carbono e hidrocarburos y la reducción de óxidos de nitrógeno. Éstos se transforman en gases y productos menos tóxicos como dióxido de carbono, agua y gas de nitrógeno cuando pasan por el tubo de escape para ser emitidos finalmente a la atmósfera.

Los catalizadores para vehículos se construyen mediante la aplicación de un revestimiento de platino, paladio y rodio – los cuales pertenecen al conjunto de “metales del grupo platino” (MGP). El total de MGP dentro del catalizador puede variar de 5 a 25 gramos por cada uno. Recientemente, se calcula que el consumo promedio de platino es de alrededor de 0,9 a 1,2 gramos (0,03-0,04 oz)

en catalizadores instalados en países emergentes, desde 0,8 hasta 1,1 gramos (0,025-0,035 oz) en catalizadores instalados en América del Norte, 1,7 a 1,9 gramos (0,055-0,06 oz) en catalizadores equipados en Japón y 2,8 a 3,1 gramos (0,09 a 0,099 oz) en catalizadores instalados en Europa Occidental. El promedio mundial actual se estima que es del orden de 0,9 a 1,1 gramos de platino (0,03 hasta 0,037 oz) por catalizador.

Aunque cada MGP actúa de una manera sutilmente diferente, además de ser más eficiente en catalizar algunas reacciones y menos en otras, igualmente existen posibilidades de sustitución entre los diferentes MGP dentro de los catalizadores. De esta forma, la cantidad de platino utilizado en la producción de catalizadores para automóviles depende de siete factores:

- La producción mundial de vehículos y el desglose regional de ventas;
- La legislación de emisiones (normas más estrictas casi siempre requieren cargas de metal más altas);
- Las restricciones del motor (dado que los límites de emisión permisibles se establecen en base a la distancia recorrida y no por unidad de combustible consumido, los vehículos con motor más grande deben transformar una proporción mayor de flujos más altos de gases contaminantes, por lo que deben utilizar catalizadores más grandes);
- Tipo de motor (dado que el paladio es más barato que el platino, el paladio tiende a ser utilizado siempre que sea técnicamente factible, sin embargo su rendimiento suele ser inferior en motores *diesel*, por lo que los catalizadores de dichos vehículos han presentado históricamente mayor uso de platino);
- La tecnología del motor (motores que aumentan la eficiencia de combustible tienen el efecto secundario de reducir las emisiones totales por distancia recorrida, y por lo tanto la cantidad de gases contaminantes que se deben procesar; sin embargo, también bajan la temperatura de estos flujos de escape y los MGP son catalizadores menos eficientes a temperaturas más bajas, por lo que el efecto global sobre el uso de MGP no es claro);
- Tecnología del catalizador, mejoras en la eficiencia y el resultante ahorro en el uso del metal;
- Los precios del metal, tanto en términos absolutos como relativos (entre los MGP).

Cabe notar, sin embargo, que a pesar de que los MGP puedan comportarse como sustitutos, en la mayoría de los convertidores el paladio y el rodio actúan como complemento del platino – donde la proporción usada de cada metal puede variar en un rango sin alterar las propiedades del mismo. En

concordancia con esto, los mayores precios que ha evidenciado el platino desde su abrupta subida en 2003 han incentivado el aumento del uso del paladio en la fabricación de convertidores catalíticos. Esto no ocurre en el caso del rodio, cuyos precios han sido y siguen siendo aún más elevados que los del platino.

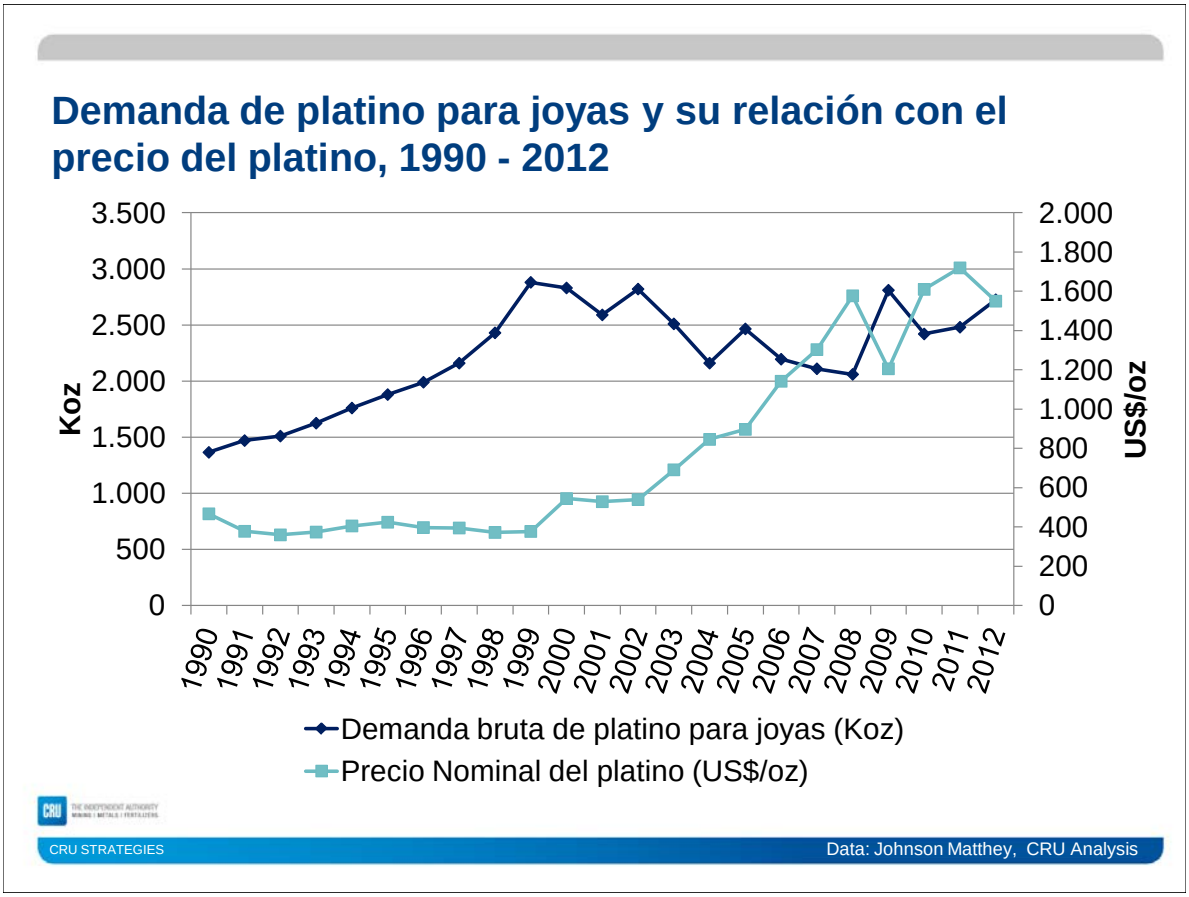
5.2.2.2 Joyería

La joyería es el segundo segmento más grande de la demanda de platino, representando un 21% de la demanda mundial del metal. No es sólo su valor estético el que hace del platino un metal muy usado en la industria joyera, sino que además su dureza y durabilidad incentivan a que sea preferentemente utilizado en diseños con piedras para ajustes más seguros de éstas. Además, el platino es hipoalergénico, lo que hace que sea la mejor opción en cuanto a joyería para las personas que sufren reacciones alérgicas a otros metales.

Debido a estas cualidades, el platino se está convirtiendo en una opción popular para la joyería moderna, robando poco a poco participación de mercado al oro. La joyería de platino ha sido muy popular entre los consumidores asiáticos quienes sienten que el platino tiene un contraste más atractivo con su color de piel. Otros grupos étnicos han comenzado a comprar platino por razones similares. El platino parece también tener una ventaja comercial sobre el oro o la plata: productos y premios etiquetados con "platino" se consideran superiores a los etiquetados con "oro" o "plata". Esto le da a la joyería de platino un prestigio adicional.

En términos de la dinámica de oferta y demanda del mercado del platino, la joyería desempeña un papel fundamental como un segmento balanceador. A diferencia de los catalizadores para automóviles y de la mayoría de las aplicaciones industriales, la demanda de joyería de platino ha sido históricamente altamente elástica al precio. Así, la demanda de joyas normalmente disminuye cuando los precios son altos, liberando metal para catalizadores de automóviles y segmentos industriales. Por el otro lado, cuando los precios son bajos, la demanda de joyería tiende a subir, absorbiendo el exceso de oferta.

Figura 5.02: Demanda de platino para joyas y su relación con el precio del platino, 1990-2012



En cuanto a la sustitución del platino en joyería, el oro actúa como principal sustituto. Sin embargo, en línea con lo anterior, dicha sustitución se lleva a cabo como una respuesta a cambios inmediatos – o de corto plazo – en los precios de ambos metales.

5.2.2.3 Químicos

En la industria de productos químicos, el platino se utiliza principalmente en la producción de fertilizantes y explosivos, donde mallas de platino actúan como catalizador para la conversión de amoníaco a ácido nítrico. También se utiliza en la fabricación de siliconas para el sector aeroespacial, automotor y de la construcción. Además, es un catalizador en la producción de

elementos biodegradables para detergentes domésticos. Este sector presentó una participación de 18% de la demanda total del metal en 2012.

Debido a la función del ácido nítrico como un componente importante en la producción de fertilizantes, sus niveles de producción siguen muy de cerca las tendencias en el consumo de éstos. Es complejo estimar el número de plantas de producción de ácido nítrico en todo el mundo, ya que estas plantas normalmente forman parte de instalaciones más grandes que fabrican productos utilizando ácido nítrico, tales como fertilizantes y explosivos. Por esto, nuestro *driver* para la demanda de platino en este sector es la producción mundial de amoníaco – un componente principal en la producción de ácido nítrico, que se produce principalmente por la oxidación de amoníaco. Según nuestras estimaciones, aproximadamente el 80% del suministro mundial anual de amoníaco se utiliza para la producción de ácido nítrico, con cada tonelada de ácido requiriendo alrededor de 0,27 toneladas de amoníaco. Cabe señalar que, durante el uso de catalizadores que contienen platino, el metal puede quedar disuelto o suspendido como un coloide en el ácido nítrico, resultando en un promedio de pérdidas de alrededor de 0,035 gramos de platino por tonelada de ácido nítrico producido. Por lo tanto, las mallas de platino deben ser reemplazadas periódicamente. Sin embargo, posteriormente se recupera el metal perdido, así como también las mallas, por lo que la demanda neta de platino en el sector químico es mucho menos que la demanda bruta del metal.

En cuanto al riesgo de sustitución, un sustituto del platino en algunas áreas de la industria química es el tantalio. Dentro de sus características se encuentra una mayor resistencia a la corrosión.

5.2.2.4 Vidrio

La industria del vidrio representó en 2012 una participación del 15% de la demanda total de platino, y se compone de cuatro segmentos principales: vidrio para contenedores (botellas, tarros, etc.), vidrio plano (ventanas, parabrisas, espejos, etc.), fibra de vidrio (aislamiento en edificios y fibras para productos textiles) y, finalmente, vidrios especiales (utensilios de cocina, pantallas planas, bombillas, fibra óptica, equipos médicos, etc.). Su alto punto de fusión, fuerza y alta resistencia a la corrosión le permiten al platino soportar la acción abrasiva del vidrio fundido en su proceso de producción. Debido a que no reaccionan con el vidrio y no se oxidan a altas temperaturas, el platino y las aleaciones del platino se utilizan en los equipos de fabricación de varios tipos de vasijas. En general, mientras más corrosivo es el vidrio, mayor es la cantidad de platino que se requiere.

Los sectores de pantallas de cristal líquido (LCD) y de fibra de vidrio son los principales impulsores de la demanda para el uso de platino en la industria del vidrio. Estos son los más intensivos en uso del metal por unidad de vidrio producido.

En la industria del vidrio, el platino tiene riesgo de ser sustituido por otros metales. En particular, los principales sustitutos al platino en este sector son metales de su grupo (MGP), particularmente el paladio.

5.2.2.5 Artículos eléctricos

El platino cuenta con una amplia variedad de aplicaciones en los sectores de electricidad y electrónica, que representan en conjunto aproximadamente el 3% de la demanda total de fabricación para 2012. Estas aplicaciones incluyen termopares para medir la temperatura en las industrias de vidrio, acero y semiconductores, y detectores infrarrojos para aplicaciones militares y comerciales. El platino también se emplea en cables y contactos eléctricos para el uso en de éstos en ambientes corrosivos o de alta tensión y en condensadores cerámicos. Sin embargo, el mayor área de uso del platino en estos sectores está en las unidades de disco duro de alta densidad para computadores (HDD), donde el metal juega un importante papel como componente de revestimientos magnéticos.

5.2.2.6 Petróleo

El reformado catalítico es un proceso importante dentro de la refinación de petróleo y se utiliza para convertir nafta de bajo octanaje en componentes para mezcla de gasolina de alto octanaje. Los procesos de reformado utilizan catalizadores de platino en una malla y dan cuenta del 4% del total de la demanda para fabricación de 2012. Existen otras tecnologías que pueden separar el crudo, pero los procesos catalíticos que utilizan platino son más económicos y amigables con el medio ambiente.

Al igual que en otros procesos catalíticos, el platino en el refinado de petróleo se consume sólo marginalmente y el metal es normalmente recuperado, reciclado y reutilizado. Esto hace que la demanda de platino en la industria del petróleo sea altamente volátil.

5.2.2.7 Inversión

Al igual que otros *commodities* como el oro y la plata, el platino se utiliza también como forma de inversión. A diferencia de la mayor parte de la demanda para fabricación, la demanda por platino como inversión dependerá principalmente del precio del metal y de cómo el mercado especulativo

espera que éste se comporte. Al mismo tiempo, cada inversionista se puede comportar de manera distinta según su motivación para invertir en platino. Algunos pueden querer lograr una ganancia rápida y otros esperar retornos en el largo plazo, así como también pueden existir aquellos que busquen simplemente diversificar su portafolio.

En cuanto al riesgo de sustitución, éste es bastante difícil de medir. Dependiendo de lo que el inversionista busque podría ser sustituido por otros metales de alto valor unitario – como por ejemplo, el oro.

5.2.3 Intensidad de uso & el ciclo de desarrollo

Debido al alto valor del platino por unidad de volumen, los distintos sectores que utilizan el metal tienden a recuperarlo y reutilizarlo internamente dentro de sus procesos. Cabe notar que, sin embargo, este volumen reciclado del metal nunca llega al mercado abierto de platino, donde el uso del metal en la industria del vidrio, petróleo y químicos son ejemplos de material que periódicamente debe ser devuelto a los fabricantes para retratamiento. Por el otro lado, el platino en catalizadores ya en el fin de su vida útil y en circuitos electrónicos viejos encuentra su camino a las refinerías de metales preciosos través de la vía convencional de la chatarra. Para ambos casos, el ciclo de vida del platino presenta un ciclo de vida muy particular, dado que cuando es dejado de utilizar, el metal será muchas veces reutilizado posteriormente.

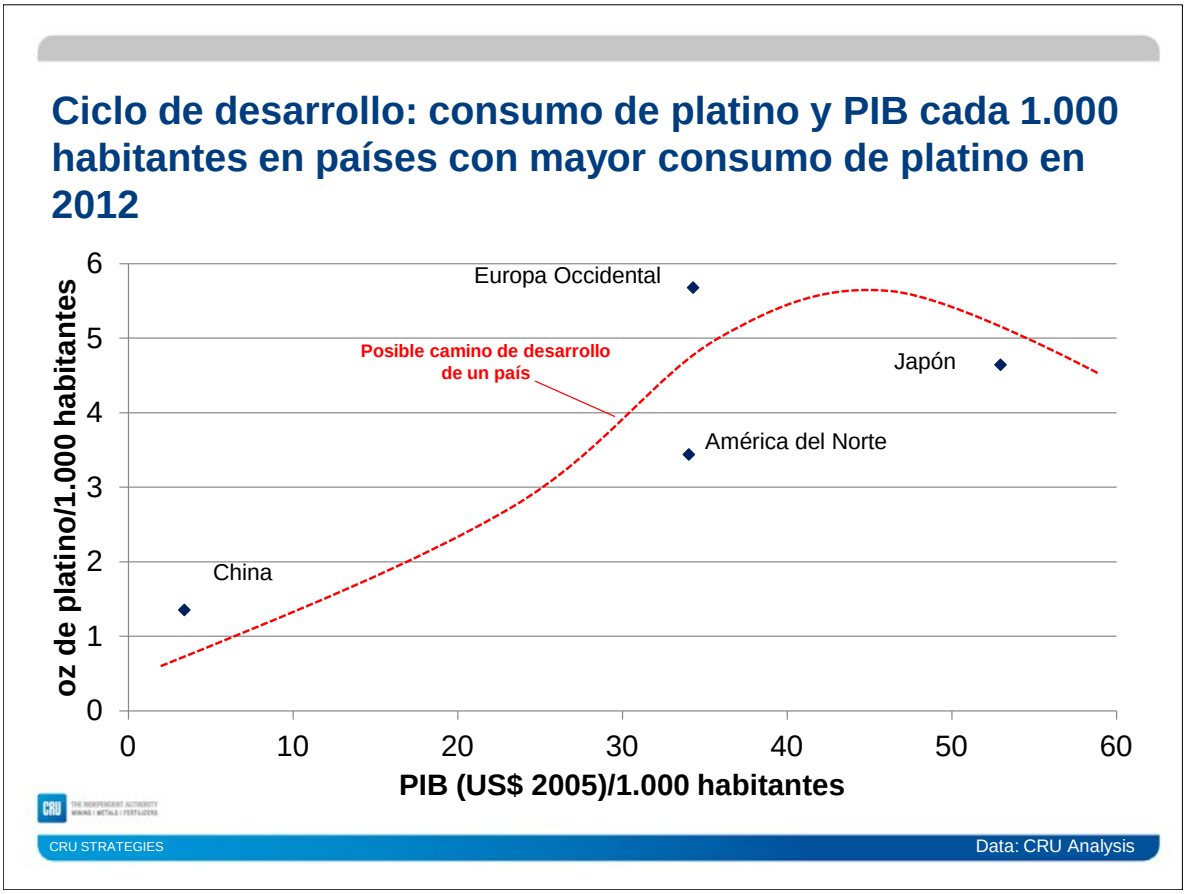
5.2.3.1 Curva S

Para estudiar la posible evolución del consumo de metales en diferentes países es interesante ver cómo se relaciona la intensidad de uso del metal (es decir, el consumo total del país dividido por la cantidad de habitantes) con el PIB per cápita. La teoría indica que países emergentes o en vías de desarrollo la intensidad de uso va aumentando a medida que aumenta el PIB per cápita, debido a la industrialización que se lleva a cabo. Esto continúa hasta que se llega a un punto máximo de consumo de metal por habitante, después del cual el país se centra en actividades y servicios que son menos intensivos en el uso del metal. Esto es especialmente cierto en el caso de metales como el acero y el cobre, altamente utilizados en construcción y en otras áreas industriales.

El caso del platino es algo distinto ya que no es un metal ligado a la industrialización, y por lo tanto no es demandado por una serie de países. Sin embargo, de todas formas se puede ver cierta relación entre el PIB per cápita y el consumo por habitante. Según esto se esperaría que de las regiones más relevantes que consumen platino hoy en día, China sea el lugar que más aumente su consumo en el

tiempo a medida que aumenta el poder de compra de la población y el país aumenta en su nivel de industrialización.

Figura 5.03: Ciclo de desarrollo: consumo de platino y PIB cada 1.000 habitantes en países con mayor consumo de platino en 2012



5.2.4 Evolución histórica de la demanda (fabricación)

La desaceleración de la economía mundial en general y la crisis de deuda soberana europea, en particular, dieron un duro golpe a la demanda de platino en 2012. Como la mayoría de las principales aplicaciones industriales de platino sufrieron un retroceso, el consumo bruto de platino se contrajo un 0,8% anual (con respecto a 2011) a 9.460 miles de oz (o Koz).

En términos absolutos, la demanda de platino en la industria de vidrio fue la que más bajó, comprando 1.405 Koz – o casi 22% – menos de platino en 2012 que en 2011. La disminución de la

demanda en otros sectores, como el eléctrico/electrónico, catalizadores y petróleo, fueron menos dramáticas en 2012, con caídas de 13,6% (45 Koz), 1,1% (35 Koz) y 2,7% (10 Koz), respectivamente.

Sin embargo, no todas las aplicaciones sufrieron reveses. Un crecimiento del consumo de platino se registró en las industrias de la joyería y productos químicos. Como era de esperar, impulsada por menores precios promedio de platino a lo largo del año, el permanente descuento del platino en comparación al precio del oro y un mayor interés por parte de la demanda neta de China e India por parte de los compradores de joyas de platino hicieron que la demanda del metal se disparara en 270 Koz (16%) en 2012. Mientras tanto, la desaceleración en la expansión de capacidad de fabricación en China dio lugar a un crecimiento moderado del 0,6% (10 Koz) en el uso de platino en la industria química.

La aparición de una nueva fuente de demanda de platino asociada a fabricantes de motores *diesel off-road* tuvo un significativo impacto en el crecimiento del consumo de metal – bajo la categoría de "Otras Fabricaciones" en las tablas de este capítulo. En efecto, la demanda combinada de estos usos menores se elevó en 2012 un 21,4% (o 125 Koz) a partir de los volúmenes de 2011 a un máximo histórico de 710 Koz.

Figura 5.04: Demanda histórica de platino para fabricación, 2005-2012



5.2.4.1 Asia

La industria automotriz japonesa es el segundo mayor consumidor de platino en el sector de catalizadores para automóviles. Los catalizadores producidos en este país todavía tienden a tener una alta utilización de platino, ya sea para motores *diesel* o gasolina.

Después de un difícil 2011 para Japón, cuando los efectos del terremoto y tsunami del 11 de marzo afectaron significativamente la economía nacional, el mercado de automóviles de Japón se recuperó fuertemente en 2012. En los primeros diez meses de 2012, las ventas de vehículos japoneses, impulsados por la demanda acumulada e incentivos fiscales y subsidios gubernamentales destinados a compradores de vehículos híbridos, eléctricos y *diesel*, se dispararon un 33,3% a 4,5 millones de unidades, de acuerdo con LMC Automotive. Mientras tanto, la producción de vehículos aumentó un 26,2% a 7,3 millones de unidades durante el mismo período, según la Asociación Japonesa de Fabricantes de Automóviles (JAMA).

No obstante, una comparación año con año con respecto a 2010, el último año no afectado por factores exógenos, presenta un panorama menos optimista – aunque aún positivo. Según los datos de JAMA, la producción de vehículos mejoró un 4,9% en los primeros diez meses de 2012, mientras que la demanda aumentó un 6,7% durante el mismo período. Esto sugiere que el mercado japonés de automóviles podría haberse recuperado totalmente de las perturbaciones causadas por los desastres naturales de 2011.

Figura 5.05: Producción de autos y onzas de platino utilizadas por convertidor catalítico en Japón, 2005-2012



En cuanto a la demanda de platino en la industria automotriz en China, la trayectoria de crecimiento del mercado automotriz chino, después de haber subido en los años 2010 y 2011, se vio aplastado en 2012. Según los datos recopilados por la Asociación China de Fabricantes de Automóviles, las ventas de automóviles nacionales durante los primeros once meses del año aumentaron en un 4% a 17,5 millones de unidades en comparación con el mismo período del año anterior. La producción de automóviles fue ligeramente más fuerte, subiendo un 4,5% durante el mismo período. Este ritmo de

crecimiento del mercado es considerablemente más lento que el 33% de ganancias anuales observados en 2010 y las tasas de crecimiento de dos dígitos observadas en los años anteriores. Se estima que el consumo de platino haya crecido a un ritmo similar a la producción de automóviles y podría haber aumentado en un 4,5% más que en 2011.

El debilitamiento de la economía china, junto con inventarios muy altos de automóviles, fueron las principales razones detrás de la pérdida de impulso en 2012. Pero tal vez la mayor amenaza para los fabricantes de automóviles que operan en este mercado llegó mediante las nuevas directrices para la inversión extranjera emitidas por la Comisión de Reforma y Desarrollo Nacional de China y el Ministerio de Comercio. Según el documento, en la lista de industrias en las que el país busca inversión extranjera, la fabricación de automóviles fue rebajada desde la categoría de "ser incentivada" a simplemente "estar permitida". La revisión de la situación de la industria podría ser una forma de reconocimiento de que el mercado chino de automóviles se está acercando a la saturación. De hecho, la congestión y la contaminación provocada por el tráfico de automóviles han alcanzado un alto nivel en varias ciudades importantes donde los gobiernos locales han tenido que imponer medidas que limitan las ventas de automóviles en sus territorios. Desde julio de 2012, Beijing, Shanghai, Guangzhou y Guiyang han promulgado leyes para restringir la compra y propiedad de automóviles. Junto con las últimas noticias sobre Shenzhen aumentando las tasas de estacionamiento para frenar la congestión, todo esto indica que es poco probable que las altas tasas de crecimiento de 2009 y 2010 en el mercado chino del automóvil vuelvan en el corto plazo – ya que los gobiernos locales aplican medidas para reducir el impacto ambiental y social de una dependencia excesiva de confianza del automóvil en muchas áreas urbanas. Por esta razón, el crecimiento en la demanda de platino es también probable que siga siendo lento.

Con respecto a las normas ambientales en Asia, y en particular en China, después de repetidos aplazamientos, se espera que la norma de emisión China IV para vehículos pesados sea finalmente implementada el 1º de julio de 2013 – según un anuncio del Ministerio de Protección del Medio Ambiente. La razón indicada para el retraso de la norma es la falta de suministro nacional de *diesel* de 350 ppm (de azufre). Una vez implementada, estos estándares forzarán el uso de catalizadores de relativo bajo contenido de platino (o de platino y paladio) en estos vehículos, añadiendo demanda de platino desde el año 2013. Demanda adicional de platino también puede provenir de la promulgación de la norma de emisión Beijing V – equivalente a la norma Euro V y la más estricta

en China. Esta norma se comenzó a implementar a principios de 2013 debido a los altísimos niveles de contaminación alcanzados en la ciudad.

En cuanto a la demanda asiática por joyería, China presenta un fuerte apetito por la joyería de platino, convirtiéndose en el líder mundial dentro del mercado de la joyería. Según Johnson Matthey, la demanda bruta de joyería de platino de China puede haber ascendido a 1.920 Koz en 2012 – lo que significa el 70% de la demanda global. A pesar de un pequeño aumento en el reciclaje de chatarra de joyería, las compras netas de platino por parte de los joyeros chinos aumentaron un 16% respecto a los niveles de 2011, a un total de 1.420 Koz. En 2012 la demanda neta de joyería fue el sector más importante en cuanto a demanda de platino, siendo un 13% mayor que la demanda europea de catalizadores.

Por su parte, se estima que Japón, aunque ha mantenido su condición de segundo mayor consumidor mundial de joyería de platino en 2012, su demanda bruta por el metal ha caído un 3% anual a 305 Koz. Este desempeño no es inusual. De hecho, el consumo de joyería de platino en este país ha presentado una tendencia a la baja desde 2005, cuando ascendió a 670 Koz – más del doble de su volumen actual. Las principales razones de este constante debilitamiento de la demanda son una tendencia a largo plazo hacia menos matrimonios (o matrimonios materializados más tarde) y un bajo nivel crecimiento de la economía nacional que continúa limitando las compras de todo tipo de artículos de lujo, como joyas de platino.

Dicho esto, la demanda neta de joyería de platino en realidad mejoró en 2012. Después de un aumento en el reciclaje de joyería en 2011, cuando muchas personas tuvieron que vender sus joyas con el fin de recaudar dinero para ayudar con los gastos post-terremoto, menos piezas fueron devueltas y recicladas en 2012. Como resultado, se estima que el reciclaje de joyería de platino haya disminuido en un 20% anual a 280 Koz.

Este rápido crecimiento se debe en parte a los esfuerzos de *marketing* por parte de Platinum Guild International, los cuales se enfocaron en crear conciencia y conocimiento del platino como un metal de joyería. De acuerdo con este organismo de comercialización de platino, el metal gana popularidad entre los consumidores más jóvenes, especialmente mujeres de 35 años o menos. Los comerciantes también ampliaron su segmento de consumidores mediante la inclusión de joyería para hombres dentro de su oferta.

De no poca importancia es el hecho que el platino se cotizó a un descuento históricamente inusual con respecto al oro en gran parte de 2012, por lo que el platino se convirtió en una opción preferencial para los fanáticos de joyas de oro dados sus altos y volátiles precios que lo convirtieron en prohibitivo para su poder adquisitivo.

Tabla 5.01: Demanda histórica de platino por uso final en regiones más relevantes de Asia, 2005-2012 (Koz)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
Japón									
Convertidores catalíticos	600	605	610	610	395	550	500	570	-0,7%
Joyería (neto)	510	360	180	55	105	45	-35	25	-35,0%
Vidrio	410	425	420	420	410	470	520	395	-0,5%
Químicos	130	135	150	155	155	150	155	160	3,0%
Artículos eléctricos	95	90	65	75	75	85	65	65	-5,3%
Petróleo	15	15	20	25	25	20	20	15	0,0%
Otras fabricaciones	45	40	45	45	35	60	65	75	7,6%
Total	**1.805**	**1.670**	**1.490**	**1.385**	**1.200**	**1.380**	**1290**	**1.305**	**-4,5%**
% cambio anual		*-7,5%*	*-10,8%*	*-7,0%*	*-13,4%*	*15,0%*	*-6,5%*	*1,2%*	
China									
Convertidores catalíticos	120	155	175	145	85	100	110	115	-0,6%
Joyería (neto)	875	760	780	850	1750	1.200	1.225	1.420	7,2%
Vidrio	70	50	180	85	-90	130	40	80	1,9%
Químicos	10	65	70	60	40	80	105	95	37,9%
Artículos eléctricos	25	45	20	30	20	30	30	30	2,6%
Petróleo	5	10	10	10	10	15	15	10	10,4%
Otras fabricaciones	10	10	15	20	20	35	40	50	25,8%
Total	**1.115**	**1.095**	**1.250**	**1.200**	**1.835**	**1.590**	**1.565**	**1.800**	**7,1%**
% cambio anual		*-1,8%*	*14,2%*	*-4,0%*	*52,9%*	*-13,4%*	*-1,6%*	*15,0%*	

Data: Johnson Matthey, LMC Automotive, CRU

5.2.4.2 Europa

La demanda de platino para catalizadores de automóviles está fuertemente ligada a Europa debido a la predominancia del metal en catalizadores para automóviles con motores *diesel*. A este tipo de combustible tradicionalmente se le asigna un precio con un descuento con respecto a la gasolina corriente en Europa, principalmente debido a que sido tratada con más indulgencia en cuanto a regímenes fiscales y de impuestos.

El mercado automotriz europeo no mostró signos de mejora en 2012; durante los primeros diez meses de 2012 las ventas de automóviles de la UE se redujeron un 7,3% en comparación a 2013 a 10,33 millones de vehículos – según la Asociación Europea de Fabricantes de Automóviles (ACEA).

Este bajo rendimiento de la industria automotriz europea no es sorpresa dado que el deterioro de las condiciones económicas que estaban enfocadas en países de la periferia de Europa comenzó a extenderse a los países centrales de Europa en el transcurso de 2012. Dado que los países de la

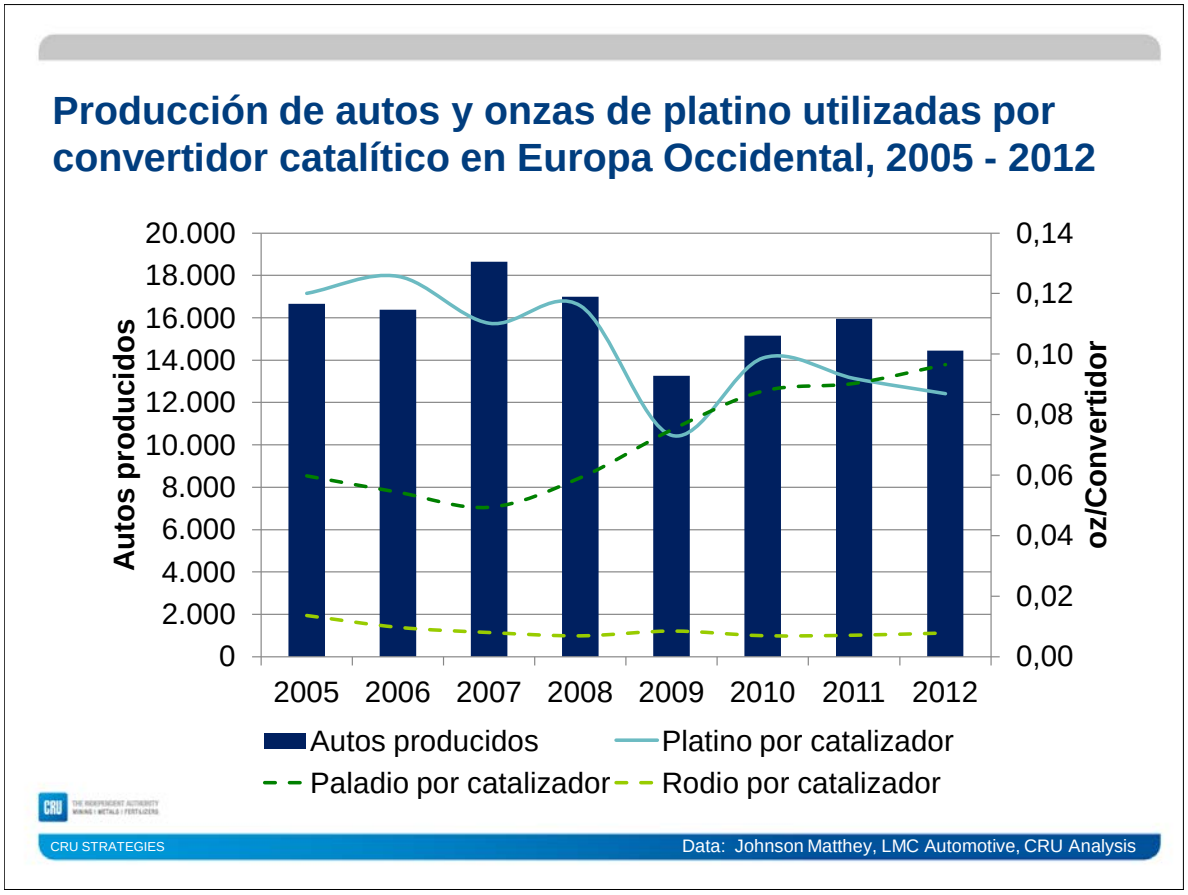
región redujeron sus presupuestos para hacer frente a la crisis de deuda soberana, los ciudadanos europeos individualmente tuvieron que apretarse el cinturón también. Una disminución en el gasto en artículos caros como automóviles fue el indicio más notable de este cambio en los hábitos de consumo. En su intento de adaptarse a los cambios del mercado, los fabricantes se vieron obligados a reducir su producción. Según las proyecciones de LMC Automotive, los fabricantes europeos produjeron un total de 13,82 millones de vehículos en 2012, un 11% menos que en 2011. Incluso en Alemania, que antes parecía ser inmune a los problemas económicos de la UE, la producción de automóviles cayó un 6,5% a 5,63 millones de vehículos. Es importante destacar que tanto el segmento de pasajeros y como el segmento comercial del mercado automotriz europeo sufrieron en 2012, registrando descensos anuales de 9% y 21% en cada segmento, respectivamente. Esto es totalmente diferente a lo observado en 2011, cuando ambos sectores mostraron crecimiento.

En cuanto a la división entre vehículos ligeros a gasolina y *diesel*, los automóviles *diesel* han mantenido su dominio en el mercado europeo para 2012. Sin embargo, su participación ha disminuido del 54,0% en 2011 al 52,4% en 2012 ya que los consumidores comenzaron a reducir el tamaño de los vehículos a automóviles más pequeños y baratos, que son en su mayoría están equipados con motores a gasolina.

En general, se estima que la demanda de platino dentro de los fabricantes europeos de automóviles haya caído un 14% o 210 Koz en 2012 a un total de 1.255 Koz. Esto posicionaría a 2012 como el año con menor demanda europea de platino para convertidores catalíticos después de 2009, y significaría una disminución en este tipo de demanda del 6,2% compuesto anual desde 2005.

Con respecto a las regulaciones ambientales en Europa, las normas europeas de emisiones declaran límites diferenciados, para motores a gasolina y *diesel*, de monóxido de carbono, hidrocarburos, óxidos de nitrógeno y material particulado. Los límites se han endurecido progresivamente, con la última actualización, denominada Euro VI, entrando recientemente en vigor para vehículos pesados en el inicio de 2013. Desde el 1º de septiembre de 2014 esta nueva norma será obligatoria para la producción del resto de los tipos de vehículos.

Figura 5.06: Producción de autos y onzas de platino utilizadas por convertidor catalítico en Europa Occidental, 2005-2012



En cuanto a joyería de platino, las compras netas del metal provenientes de la industria de relojes y joyería europea en 2012 aumentó en un 3% (5 Koz) a un total estimado de 175 Koz. De acuerdo con Assay Office, las ventas de piezas de platino fueron particularmente fuertes en el Reino Unido durante el primer semestre de 2012 cuando saltaron un 7% con respecto al año pasado a un total de 34 Koz – impulsado por celebraciones como el Queen's Diamond Jubilee y los Juegos Olímpicos de Londres 2012.

Tabla 5.02: Demanda histórica de platino por uso final en regiones más relevantes de Europa, 2005-2012 (Koz)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
Europa Occidental									
Convertidores catalíticos	1.960	2.060	2.055	1.970	970	1.495	1.465	1.255	-6,2%
Joyería (neto)	195	195	200	200	180	170	170	175	-1,5%
Vidrio	160	160	165	120	150	155	165	145	-1,4%
Químicos	475	485	495	495	465	510	515	505	0,9%
Artículos eléctricos	55	40	30	30	35	25	45	40	-4,4%
Petróleo	30	40	45	55	50	40	55	40	4,2%
Otras fabricaciones	175	175	185	200	170	190	195	235	4,3%
Total	**3.050**	**3.155**	**3.175**	**3.070**	**2.020**	**2.585**	**2.610**	**2.395**	**-3,4%**
% cambio anual		*3,4%*	*0,6%*	*-3,3%*	*-34,2%*	*28,0%*	*1,0%*	*-8,2%*	

Data: Johnson Matthey, LMC Automotive, CRU

5.2.4.3 Las Américas y el Caribe

Así como la demanda de automóviles en gran parte del mundo fue moderada, las ventas y la producción en los Estados Unidos se mantuvo firme en 2012. En general, las ventas de vehículos experimentaron un aumento del 13,9% en los once primeros meses de 2012, un total de 11,5 millones de vehículos a esta fecha. La compra de vehículos nuevos se debió principalmente a la demanda acumulada para sustituir los coches viejos que había sido pospuesta debido a la debilidad de la economía. Los productores de automóviles en base a *clean diesel*, los principales usuarios de platino en este sector, también disfrutaron de un mayor interés por parte de los consumidores; las ventas de estos automóviles se dispararon un 25,6%.

Cabe destacar que las ventas de automóviles *diesel* han aumentado en 26 de los últimos 27 meses, con 23 de estos meses con incrementos de dos dígitos. Esta coherencia en los incrementos mensuales y el ritmo de crecimiento sugiere que los sistemas de propulsión *diesel* son cada vez más populares no sólo en Europa, sino al otro lado del Atlántico también. Dicho esto, todavía hay un largo camino por recorrer antes que la participación de mercado de automóviles *diesel* en los Estados Unidos – en la actualidad en menos de un 1% del mercado de vehículos para pasajeros – llegue a un nivel cercano al nivel observado en Europa.

A pesar del fuerte crecimiento de las ventas y producción de vehículos, se estima que el consumo de platino para convertidores en América para 2012 – en 380 Koz – se haya mantenido en los mismos niveles en general como consecuencia de la sustitución y reducción de la cantidad de platino requerido por vehículo.

Por parte de las normas ambientales en los Estados Unidos, se espera que la implementación de nuevos estándares federales de eficiencia en el uso de combustible que exigen un rendimiento

promedio de 54,5 millas por galón para el año 2025 impulse las ventas de automóviles *clean diesel*. Esto debido a que los motores *diesel* presentan un consumo que va desde un 20% a un 40% más bajo que las versiones a gasolina – lo que representa un potencial de desarrollo positivo para la demanda de platino.

Figura 5.07: Producción de autos y onzas de platino utilizadas por convertidor catalítica en América del Norte, 2005-2012



En cuanto a la demanda de joyería de platino en América, el consumo neto en América del Norte disminuyó en un 5% a 175 Koz en 2012, según Johnson Matthey. Sin embargo, dicha compañía se dio cuenta de que una caída de 10 Koz fue el resultado de una racionalización de inventario de los productores principales en lugar de una disminución en los volúmenes de fabricación. De hecho, los joyeros locales siguen estando muy ocupados para lograr alcanzar tanto los niveles de exportación como los de demanda interna de piezas de platino. En cuanto a la demanda interna, un *marketing* exitoso de anillos de compromiso y anillos de matrimonio de platino para parejas jóvenes ayudaron

a las ventas de joyas para novias en contraste con un contexto global de caída en las tasas de matrimonio.

Tabla 5.03: Demanda histórica de platino por uso final en regiones más relevantes de América, 2005-2012 (Koz)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
América del Norte									
Convertidores catalíticos	820	705	850	505	370	405	380	380	-10,4%
Joyería (neto)	275	245	220	195	135	175	185	175	-6,3%
Vidrio	180	165	170	140	115	165	140	140	-3,5%
Químicos	445	450	445	455	425	465	455	470	0,8%
Artículos eléctricos	140	120	100	65	60	70	65	50	-13,7%
Petróleo	100	110	105	95	80	90	110	115	2,0%
Otras fabricaciones	220	225	215	235	180	195	220	275	3,2%
Total	**2.180**	**2.020**	**2.105**	**1.690**	**1.365**	**1.565**	**1.555**	**1.605**	**-4,3%**
% cambio anual		*-7,3%*	*4,2%*	*-19,7%*	*-19,2%*	*14,7%*	*-0,6%*	*3,2%*	

Data: Johnson Matthey, LMC Automotive, CRU

5.2.5 Evolución pronosticada de la demanda (fabricación) en el corto plazo

Durante los próximos cinco años se espera que la demanda de platino para fabricación aumente anualmente para todos sus usos finales a excepción de los artículos eléctricos. El uso final específico que más se espera que aumente su demanda por platino es la refinación de petróleo con un crecimiento esperado del 6% compuesto anual, seguido por la fabricación de vidrio, la joyería y la industria automotriz con un 5,7%, 4,9% y 4,4% de crecimiento anual, respectivamente. De todas formas, la mayor parte de la demanda va a seguir siendo generada por la industria automotriz.

El pronóstico realizado considera la evolución de la industria petrolera y química de manera independiente al país en el que se está llevando a cabo la actividad, estudiando sólo el mercado de demanda global.

Figura 5.08: Demanda pronosticada de platino para fabricación, 2005-2017

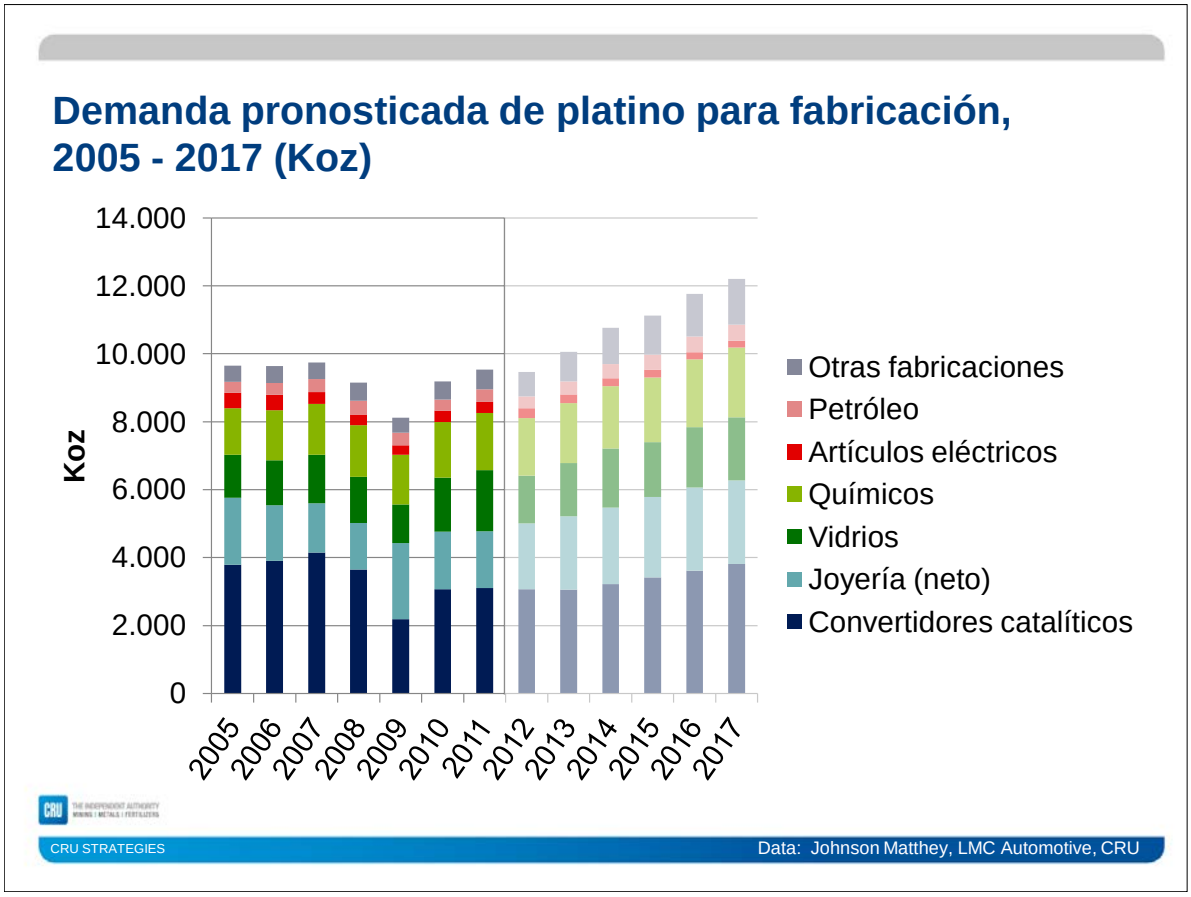


Tabla 5.04: Demanda pronosticada de platino para fabricación por uso final, 2012-2017 (Koz)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
Convertidores catalíticos	3.070	3.057	3.228	3.419	3.620	3.817	4,4%
Joyería (neto)	1.940	2.160	2.245	2.365	2.450	2.460	4,9%
Vidrio	1.405	1.570	1.735	1.615	1.765	1.850	5,7%
Químicos	1.695	1.765	1.835	1.905	2.005	2.060	4,0%
Artículos eléctricos	285	255	240	225	205	190	-7,8%
Petróleo	355	380	415	440	460	475	6,0%
Otras fabricaciones	710	865	1.060	1.160	1.260	1.355	13,8%
Demanda total para fabricación	**9.460**	**10.052**	**10.758**	**11.129**	**11.765**	**12.207**	**5,2%**
% cambio anual		*6,3%*	*7,0%*	*3,4%*	*5,7%*	*3,8%*	

Data: Johnson Matthey, LMC Automotive, CRU

5.2.5.1 Asia

En Japón, Toyota ha rebajado recientemente su previsión de ventas nacionales en un 20% con respecto a 2012. La empresa señaló que producción pendiente en la cartera de pedidos después de las interrupciones de la cadena de suministro por el terremoto y tsunami del año 2011 había inflado las ventas correspondientes a 2012. Considerando el lento mercado europeo, parece probable que la producción de vehículos japoneses, y consecuentemente la demanda de platino, caerá el año 2013. Los planes del gobierno japonés para empezar poco a poco a aumentar el impuesto sobre ventas nacionales a partir de 2014 pueden en parte restringir la caída adelantando una pequeña cantidad de demanda de automóviles para 2013.

En China, se espera que la producción de vehículos siga creciendo en 2013 bajo el supuesto que los nuevos líderes del gobierno aumentarán el gasto en inversión y pondrán en marcha un programa de subvenciones de vehículos en las zonas rurales para estimular la demanda. La introducción de los estándares de emisión China IV para vehículos pesados también debería ser positiva para la demanda de platino en el país.

En cuanto a la demanda de joyería de platino, dado que la demanda de China es la más alta en el segmento de joyería de platino – representando el 71% de la demanda global neta por joyería en 2012 – la demanda futura volverá a depender en gran medida de las perspectivas de crecimiento de China. Esperamos que la economía china se acelere nuevamente en 2013. Un mayor crecimiento económico acompañado de los planes en curso de las cadenas de joyería para continuar su expansión en ciudades más pequeñas del país deberían ser la principal fuerza impulsora del crecimiento esperado en las ventas de joyas de platino. Chow Tai Fook Jewellery Group, por ejemplo, tiene previsto abrir otros 200 puntos de venta en China a finales de abril de 2014.

También se espera que el platino continúe fortaleciendo su posición en el mercado de la joyería en India, donde este metal precioso ha ganado impulso gracias a un *marketing* agresivo y a un descuento no común con respecto al precio del oro. Casi todas las tiendas de joyas más importantes de India ahora tienen mesones separados para mostrar joyas de platino, y algunas incluso tienen tiendas exclusivas para joyas de platino, una indicación de la creciente popularidad de las joyas hechas de este metal precioso.

Tabla 5.05: Demanda pronosticada de platino para fabricación por usos finales y países más relevantes de Asia, 2012-2017 (Koz)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
Japón							
Convertidores catalíticos	570	550	530	520	515	525	-1,6%
Joyería (neto)	25	80	110	160	210	205	52,3%
Vidrio	395	420	430	485	500	530	6,1%
Artículos eléctricos	65	50	50	45	40	35	-11,6%
Otras fabricaciones	75	85	100	110	120	125	10,8%
China							
Joyería (neto)	1.420	1.540	1.565	1.595	1.615	1.630	2,8%

Data: Johnson Matthey, LMC Automotive, CRU

5.2.5.2 Europa

La demanda futura de platino seguirá dependiendo en gran medida de la evolución del mercado europeo del automóvil y, en particular, de su segmento a motores *diesel*. La austeridad de los gobiernos y la poca confianza de los consumidores han perjudicado gravemente las ventas de automóviles nacionales en 2012 y, dado que se espera que estas tendencias continúen en 2013, las perspectivas de la demanda de automóviles durante este año no son mucho mejores. General Motors, por ejemplo, dijo que ve pocas posibilidades de mejora en 2013 y no es demasiado optimista para el 2014. Está apuntando a un retorno al punto de equilibrio (sin pérdidas) para sus operaciones en Europa de aquí a 2015, lo que sugiere que la recuperación tardará un tiempo considerable dado el impacto de la debilidad en las ventas – la cual es agravada por el exceso de capacidad de la producción europea. Asimismo, otros productores no son más optimistas. El jefe de ventas de Volkswagen dijo: "Nos estamos reforzando para más sorpresas negativas en 2013, quizás también en 2014". Y desde Opel dijeron: "No estamos esperando ningún viento a favor en el mercado para el próximo año (2013)". Mientras tanto, Ford espera que las ventas caigan aún más en 2013 antes de recuperarse lentamente en 2014. Además de eso, Peugeot-Citroën ha anunciado recientemente planes para cerrar una fábrica en Francia en 2014 y Opel ha dicho que va a detener la producción en una de sus plantas de Alemania en 2016. Así como los fabricantes de automóviles reducen el tamaño de su producción, se espera que la demanda de platino de los fabricantes europeos de automóviles siga contrayéndose en 2013.

Por el lado positivo, la introducción de la nueva norma de emisiones Euro VI para los nuevos modelos de vehículos pesados *diesel* desde el inicio de 2013 puede hacer más lento el ritmo de

contracción, dado que mayor contenido de platino por catalizador – que son necesarios para cumplir con la nueva norma – probablemente impulse la demanda del metal. Por otra parte, la puesta en marcha de los nuevos estándares para todos los demás tipos de vehículos en 2014 y 2015 seguirá siendo un importante apoyo a la demanda de platino de esta región en el mediano plazo.

Respecto a la demanda de joyería de platino, es probable que la demanda en Europa siga estando afectada por la continua recesión, la incertidumbre política y el aumento de los niveles de desempleo en muchos países de la región.

Tabla 5.06: Demanda pronosticada de platino para fabricación por usos finales y regiones más relevantes de Europa, 2012-2017 (Koz)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
Europa Occidental							
Convertidores catalíticos	1.255	1.155	1.180	1.255	1.305	1.380	1,9%
Joyería (neto)	175	155	160	160	165	165	-1,2%
Vidrio	145	145	155	160	165	165	2,6%
Artículos eléctricos	40	40	35	25	25	25	-9,0%
Otras fabricaciones	235	290	360	400	440	480	15,4%

Data: Johnson Matthey, LMC Automotive, CRU

5.2.5.3 Las Américas y el Caribe

Con los aún altos precios del petróleo y los nuevos estándares de eficiencia de combustible del gobierno de EE.UU., se espera que ahora los conductores estadounidenses le darán mayor preferencia a vehículos limpios y más eficientes en combustible – como vehículos *diesel*. En este momento hay 14 modelos de vehículos *clean diesel* y vehículos utilitarios deportivos disponibles en EE.UU. – y el número aumenta a 31 si se incluyen los camiones livianos y furgones. Por otra parte, se espera que el número de modelos *clean diesel* casi se duplique en los próximos 18 meses con una importante cantidad de nuevas incorporaciones de Audi, BMW, Chrysler, Ford, General Motors, Mazda y Mercedes-Benz. Esto debería dar lugar a un aumento significativo en las ventas nacionales de vehículos *diesel* y, por lo tanto, impulsar el uso del platino en los sistemas de control de emisiones nacionales.

A más largo plazo, el reciente anuncio por parte del gobierno federal que consiste en endurecer las normas de rendimiento de combustible significativamente para el año 2025 debería impulsar automóviles más pequeños y livianos y mayores ventas de vehículos *diesel* e híbridos. Como tal, se espera que la participación de mercado de vehículos *diesel* de pasajeros siga aumentando. En términos generales, esta evolución será positiva para la demanda de platino.

Respecto a la demanda de joyería en América, y en particular su mayor mercado, EE.UU., evitando su "*fiscal cliff*" se proyecta una recuperación económica, y esto puede dar un impulso a la demanda de piezas de platino.

Tabla 5.07: Demanda pronosticada de platino para fabricación por usos finales y regiones más relevantes de América, 2012-2017 (Koz)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
América del Norte							
Convertidores catalíticos	380	392	423	459	500	527	6,7%
Joyería (neto)	175	190	195	215	215	215	4,2%
Vidrio	140	145	150	160	165	165	3,3%
Artículos eléctricos	50	45	40	40	35	35	-6,9%
Otras fabricaciones	275	350	440	480	520	560	15,3%

Data: Johnson Matthey, LMC Automotive, CRU

5.2.6 Evolución pronosticada de la demanda (fabricación) en el largo plazo

En el largo plazo se espera que la demanda de platino aumente a ritmos similares a los que se esperan para fines de 2017, siendo impulsada principalmente por la demanda mundial de autos y el aumento en la cantidad de platino utilizado en convertidores catalíticos. En este sentido, la tendencia mundial debería ser hacia normas y legislaciones más estrictas, así como hacia el aumento de los motores *diesel* en el mercado.

Con respecto al uso de platino en joyería, este uso final del metal debería disminuir en importancia en el tiempo debido a la elasticidad de este tipo de demanda. El precio del platino debería continuar aumentando, lo que podría llevar a una rápida sustitución de platino por oro en la fabricación de joyas. De hecho, se espera que eventualmente la demanda por joyas de platino no sólo se estanque, sino que comience a decaer.

Figura 5.09: Demanda pronosticada de platino para fabricación en el largo plazo, 2018-2032

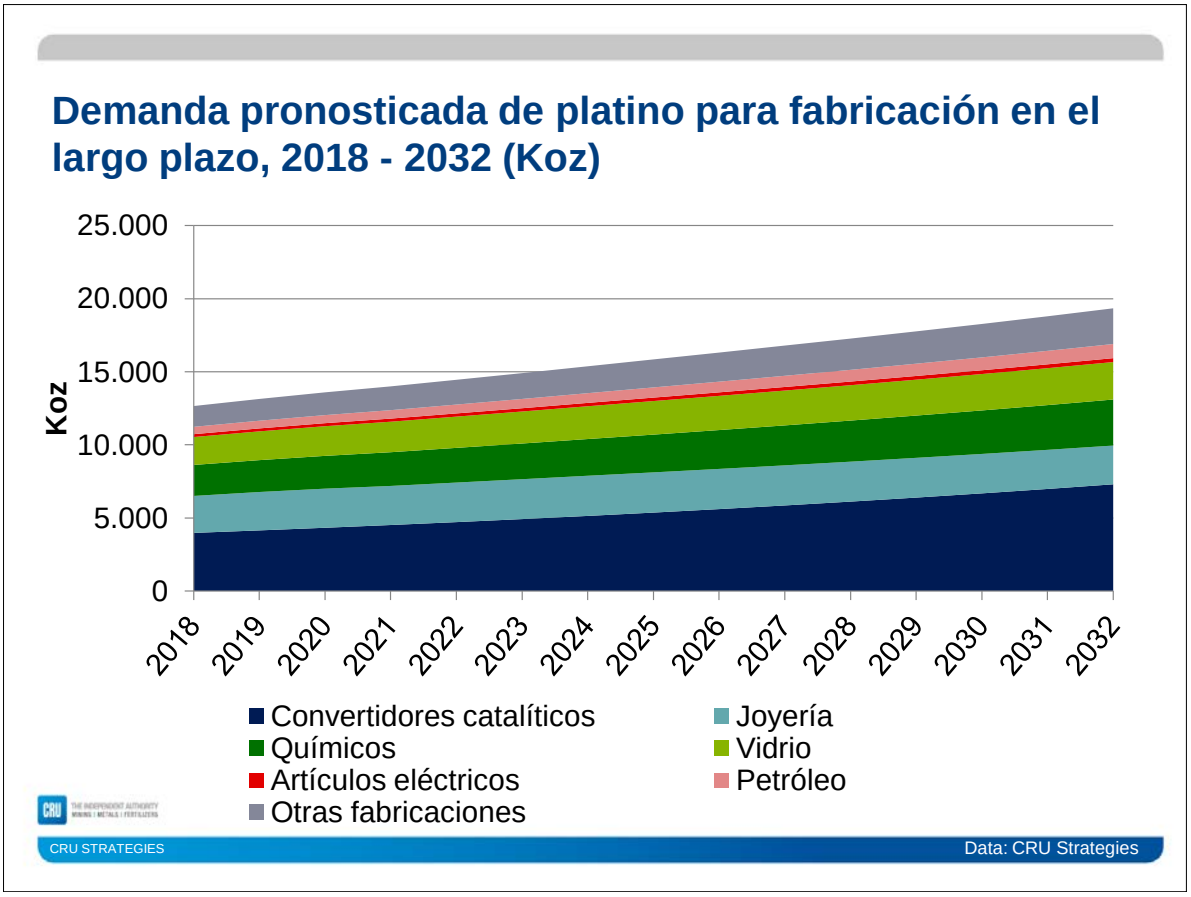


Tabla 5.08: Demanda pronosticada de platino por uso final, 2018-2032 (Koz)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Convertidores catalíticos	3.980	4.152	4.332	4.521	4.719	4.926	5.143	5.370	5.609	5.859	6.122	6.397	6.685	6.988	7.305
% cambio anual	*4,3%*	*4,3%*	*4,3%*	*4,4%*	*4,4%*	*4,4%*	*4,4%*	*4,4%*	*4,4%*	*4,5%*	*4,5%*	*4,5%*	*4,5%*	*4,5%*	*4,5%*
Joyería (neto)	2.530	2.627	2.676	2.673	2.706	2.729	2.749	2.751	2.750	2.743	2.732	2.719	2.698	2.676	2.653
% cambio anual	*2,8%*	*3,8%*	*1,9%*	*-0,1%*	*1,2%*	*0,8%*	*0,7%*	*0,1%*	*0,0%*	*-0,3%*	*-0,4%*	*-0,5%*	*-0,8%*	*-0,8%*	*-0,9%*
Vidrio	1.909	1.969	2.029	2.087	2.138	2.190	2.243	2.297	2.340	2.384	2.420	2.455	2.491	2.527	2.563
% cambio anual	*3,2%*	*3,1%*	*3,1%*	*2,8%*	*2,5%*	*2,4%*	*2,4%*	*2,4%*	*1,9%*	*1,9%*	*1,5%*	*1,5%*	*1,5%*	*1,4%*	*1,4%*
Químicos	2.120	2.180	2.243	2.307	2.374	2.442	2.512	2.583	2.658	2.734	2.812	2.893	2.976	3.061	3.148
% cambio anual	*2,9%*	*2,8%*	*2,9%*	*2,9%*	*2,9%*	*2,9%*	*2,9%*	*2,9%*	*2,9%*	*2,9%*	*2,9%*	*2,9%*	*2,9%*	*2,9%*	*2,9%*
Artículos eléctricos	196	202	208	214	219	224	230	235	240	245	249	254	258	263	268
% cambio anual	*3,1%*	*3,0%*	*3,0%*	*2,8%*	*2,5%*	*2,5%*	*2,4%*	*2,4%*	*2,0%*	*2,0%*	*1,8%*	*1,8%*	*1,8%*	*1,8%*	*1,7%*
Petróleo	502	527	551	577	606	634	665	696	730	765	802	840	880	923	967
% cambio anual	*5,8%*	*4,9%*	*4,6%*	*4,6%*	*5,0%*	*4,8%*	*4,8%*	*4,8%*	*4,8%*	*4,8%*	*4,8%*	*4,8%*	*4,8%*	*4,8%*	*4,8%*
Otras fabricaciones	1.423	1.489	1.557	1.627	1.695	1.765	1.839	1.916	1.991	2.069	2.139	2.211	2.286	2.364	2.444
% cambio anual	*5,0%*	*4,6%*	*4,6%*	*4,5%*	*4,2%*	*4,2%*	*4,2%*	*4,2%*	*3,9%*	*3,9%*	*3,4%*	*3,4%*	*3,4%*	*3,4%*	*3,4%*
DEMANDA TOTAL	**12.661**	**13.146**	**13.597**	**14.006**	**14.456**	**14.911**	**15.380**	**15.851**	**16.318**	**16.798**	**17.275**	**17.770**	**18.275**	**18.801**	**19.347**
% cambio anual	*3,7%*	*3,8%*	*3,4%*	*3,0%*	*3,2%*	*3,1%*	*3,1%*	*3,1%*	*2,9%*	*2,9%*	*2,8%*	*2,9%*	*2,8%*	*2,9%*	*2,9%*

Data: CRU Strategies

5.3 Dimensionamiento y caracterización de la oferta

5.3.1 Características generales

El platino era un metal completamente desconocido en Europa hasta el siglo XVI, cuando fue descubierto por los conquistadores españoles en América. En ese momento se pensó que era una forma de oro sin madurar, por lo que no se le adjudicó mucho valor y se le dio el nombre de platina o “pequeña plata”. América fue el único productor de platino a partir de minería del mundo hasta la primera mitad del siglo XIX, cuando se descubrieron grandes depósitos del metal en Rusia.

Hasta principios del siglo XX Rusia fue el principal productor de platino, aportando alrededor del 90% de la producción mundial. Fue en 1916 que South American Gold and Platinum Company creó su subsidiaria Compañía Minera Chocó Pacífico en Colombia. Esta compañía no sólo desplazó a Rusia como primer productor, sino que monopolizó la explotación de platino durante la primera

mitad del siglo XX. Finalmente, esta empresa perdió su supremacía ante Sudáfrica, desde donde proviene alrededor del 70% de la producción mundial actual de platino.

Además de la producción de platino a partir de minería, u oferta primaria, existe también el reciclaje de productos que contienen platino y que han cumplido su vida útil. Este tipo de oferta se conoce como oferta secundaria, y es de gran importancia para la oferta total en el caso del platino.

5.3.2 Geología

El platino presenta una ocurrencia muy baja en la corteza terrestre, siendo esta de sólo 5 ppb (partes por billón). Si bien la concentración del platino en la corteza es similar a la del oro, se suele considerar al platino como un metal más escaso que el oro. Esto se debe a que, de los depósitos de platino conocidos, muy pocos concentran la cantidad de metal suficiente para que su explotación minera sea económicamente factible. A pesar de esto el precio del oro ha estado por sobre el del platino en el último tiempo, principalmente por el rol del oro en mercados especulativos que no se relacionan con su escasez a nivel geológico.

En la naturaleza el platino se encuentra asociado a otros metales del grupo del platino (MGP) como el paladio y el rodio. Estos metales se encuentran tanto en depósitos primarios, es decir depósitos en los que la mineralización ocurrió en el mismo lugar en el que está, como en depósitos aluviales, donde el mineral ha sido sedimentado y transportado por flujos de agua. Los depósitos aluviales son de más fácil acceso y han sido en su mayoría explotados. La producción mundial hoy en día y la mayor parte de las reservas conocidas se encuentran en depósitos primarios, donde destacan depósitos de níquel y cobre con importantes concentraciones de MGP. Dada la baja ocurrencia del platino, existen eventos geológicos puntuales de los cuales depende su extracción hoy en día. Estos son el complejo de Bushveld en África, el complejo Norilsk-Talnakh en Rusia, Stillwater en Estados Unidos y la cuenca de Sudbury en Canadá.

5.3.3 Extracción y procesamiento

5.3.3.1 Rutas de procesamiento

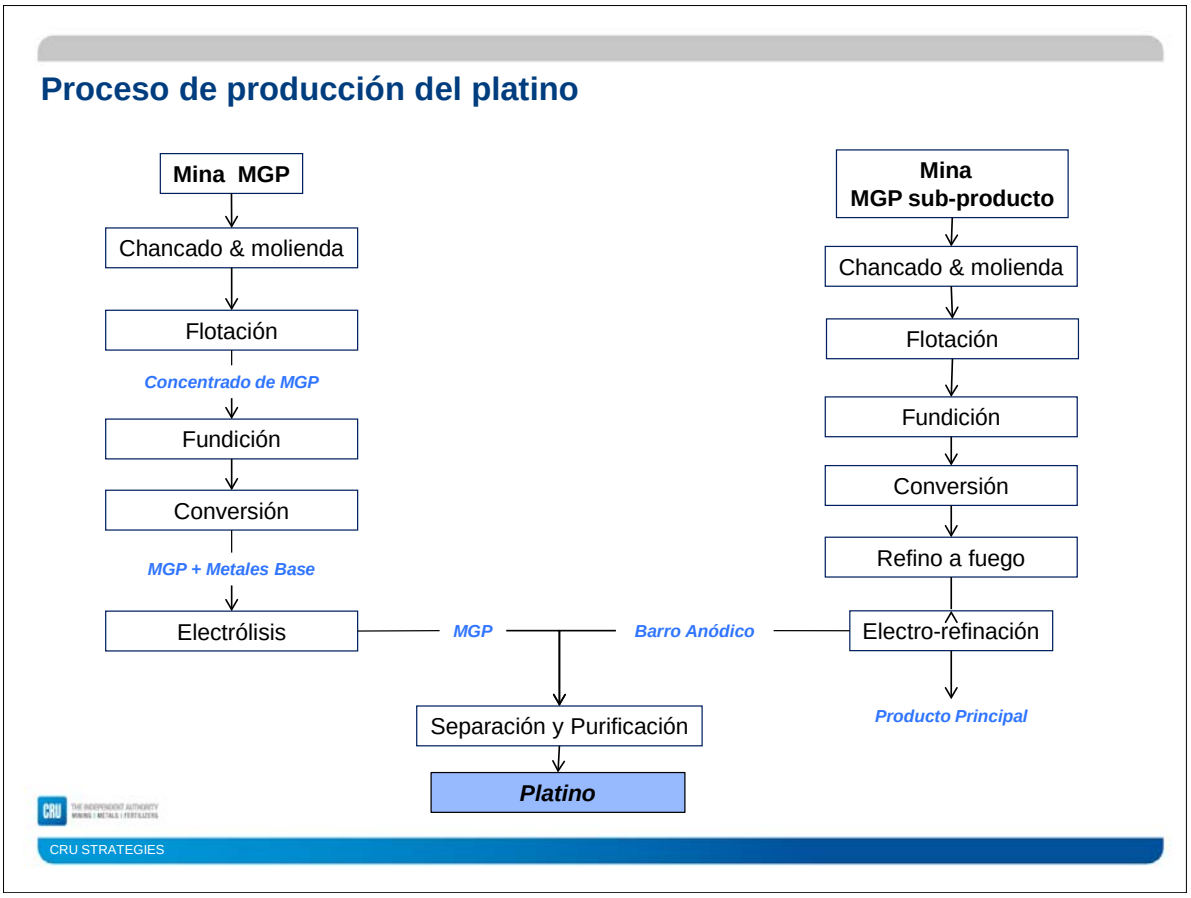
En cuanto a métodos de explotación, gran parte del platino producido hasta la primera mitad del siglo XX era extraído de depósitos aluviales a través de métodos artesanales. Fue el descubrimiento de grandes depósitos con altas concentraciones del metal como los de Sudáfrica lo que permitió que el platino se comenzara a explotar a gran y mediana escala a través de métodos mineros

convencionales. Hoy en día el platino se explota tanto a cielo abierto como con métodos subterráneos. En este sentido, la mayor parte de los recursos conocidos se encuentran en el complejo de Bushveld en Sudáfrica, complejo que se caracteriza por su gran profundidad – por lo que gran parte se desarrolla a través de métodos subterráneos.

Una vez que el mineral es extraído de la tierra y fragmentado, pasa a un proceso de flotación a través del cual se aumenta la concentración de MGP en el producto. Este mineral concentrado es fundido a altas temperaturas para lograr una primera separación entre los metales con valor económico y el material sin valor. Luego se traspasa a un convertidor donde el contenido de MGP aumenta aún más por tonelada tratada, para finalmente pasar a refinación. En la refinación se separan los MGP de los metales base como el cobre y el níquel a través de electrólisis. El último paso en la obtención del platino consiste en un complejo proceso de separación y purificación. En general el proceso de refinación requiere de una tecnología muy específica y compleja de manejar.

Por otro lado, existe una importante parte de la oferta proveniente del reciclaje de platino. Existe una fracción relevante de esta oferta secundaria que proviene de procesos industriales que reutilizan el metal internamente, no entrando abiertamente al mercado mundial de platino – no obstante, sigue siendo considerada parte de la oferta dado que es igualmente reutilizado posteriormente y formando parte del volumen de platino acumulado sobre la Tierra. Por el otro lado, existe otra fracción de oferta secundaria de platino que sigue un proceso de reciclaje convencional. Es decir, es procesado en refinerías de metales preciosos que recuperan el metal de artículos desechados.

Figura 5.10: Proceso de producción del platino



5.3.3.2 Cadena de valor

La cadena de valor del platino aguas abajo, desde la materia prima proveniente tanto del mineral como del reciclaje, se presenta en la figura a continuación.

Figura 5.11: Cadena de valor para el platino

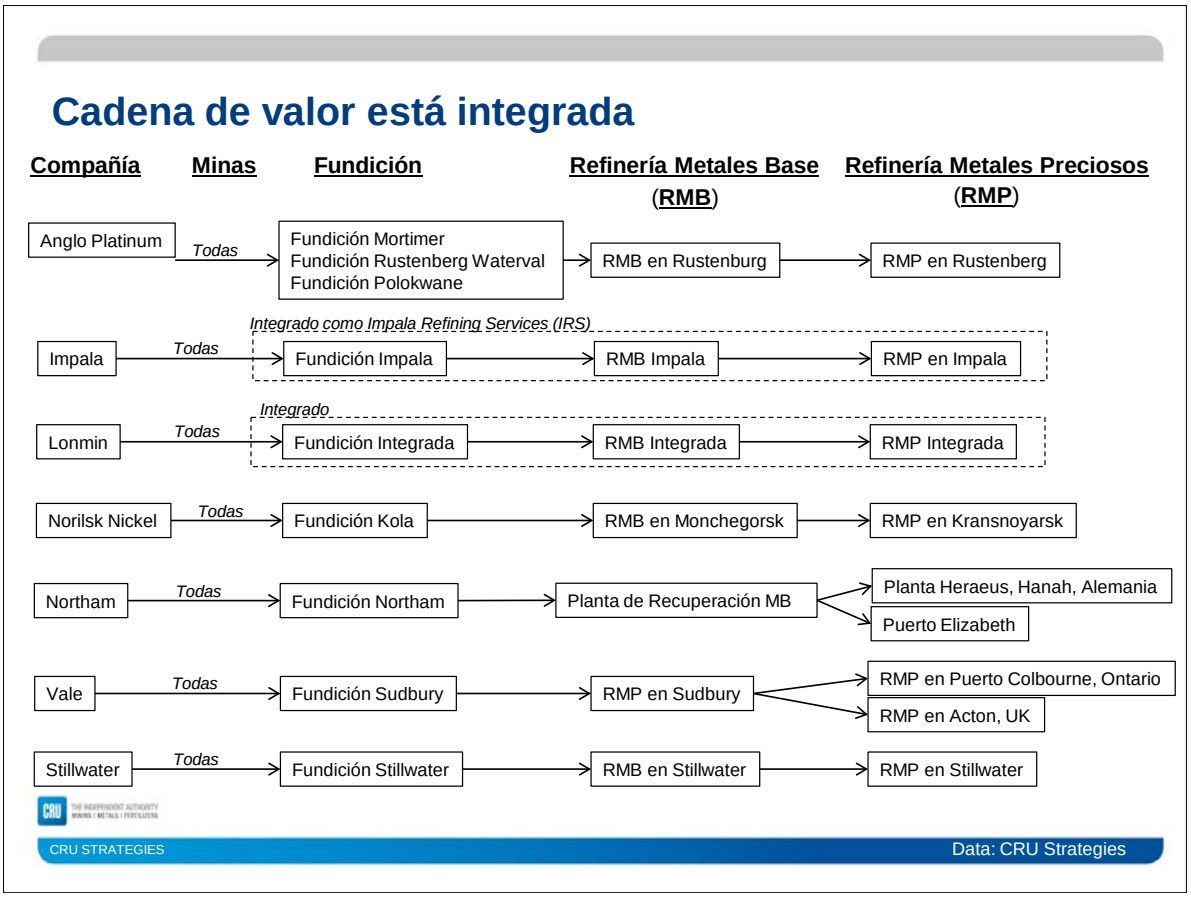


En 2012 un 61% de la producción total de platino provino de la minería, mientras que el 39% provino del reciclaje de chatarra.

Con respecto a la producción desde minería, alrededor del 70% de la producción mundial de platino a partir de minería proviene de Sudáfrica, específicamente del complejo Bushveld. Este enorme depósito tiene como producto principal los MGP. Antes de ser procesado, el mineral proveniente de Bushveld contiene entre 2 y 6 gramos de MGP por tonelada, lo que considerando pérdidas se traduce en que se deben procesar entre 10 y 40 toneladas de mineral para obtener 1 oz de platino.

Como se mencionó anteriormente, la refinación del concentrado de MGP es un proceso complejo y delicado. Como consecuencia gran parte de las compañías productoras cuenta con un proceso vertical integrado, haciéndose cargo del procesamiento completo del metal.

Figura 5.12: Cadena de valor está integrada



En el caso del reciclaje de chatarra, la cantidad que se necesita procesar para obtener 1 oz de platino varía considerablemente dependiendo del tipo de chatarra. Por ejemplo, en el caso del reciclaje de convertidores catalíticos, se podría recuperar un máximo de entre 0,045 y 0,055 oz de platino por automóvil reciclado. Por otro lado, en el caso de las joyas se puede dar el caso de que cerca del 100% de lo que se recicla sea platino.

5.3.4 Comercialización (exportaciones e importaciones)

En cuanto a la comercialización de platino en el mundo, Asia es el principal importador llegando a importar 5.948 Koz en 2012. Esto equivale a más de cuatro veces lo importado por América y a más de cinco veces lo importado por la Unión Europea en el mismo año. Una gran parte de las importaciones asiáticas corren por parte de China, Japón, Tailandia y Hong Kong, cada uno de los cuales importa montos de platino cercanos al total de América o la Unión Europea. Actores

relevantes en otros continentes incluyen a Estados Unidos en América y al Reino Unido y Alemania en la Unión Europea, con cantidades de platino importado considerablemente menores.

5.3.4.1 Asia

Como se dijo anteriormente, Asia es el mayor importador de platino a nivel mundial. Entre 2007 y 2009 hubo un declive en la cantidad de platino importada por el continente, motivada principalmente por Corea del Sur y otros países asiáticos menos relevantes. Sin embargo, durante 2011 y 2012 las importaciones aumentaron considerablemente por la súbita aparición de Tailandia como un gran importador local. Tailandia pasó de importar platino en contadas ocasiones y en montos pequeños a ingresar al país más de 1.310 Koz en 2012. Al mismo tiempo, Hong Kong continuó la tendencia al alza de importaciones que venía mostrando durante los últimos años importando 1.254 Koz, un 44% más de platino que el año anterior. Estas dos alzas fueron suficientes para compensar la estabilidad de China y disminución de importaciones de Japón, Corea del Sur y otros países asiáticos, llevando al continente a un aumento del 6% en sus importaciones totales.

Tabla 5.09: Comportamiento histórico del mercado de platino en Asia (Koz)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**5.486**	**5.171**	**4.951**	**4.880**	**5.626**	**5.948**
China	868	900	1.222	1.608	1.672	1.672
Japón	1.993	2.283	1.800	1.608	1.865	1.415
Tailandia	-	32	-	-	32	1.318
Hong Kong	514	900	1.608	675	868	1.254
Corea del Sur	225	193	64	64	129	96
Otros	1.885	863	257	926	1.061	193

Data: GTIS, CRU Analysis

En cuanto al origen del platino importado por Asia, la mayor parte viene de Sudáfrica. Esto no es sorpresa ya que Sudáfrica es responsable de más de un 70% del a producción anual de platino a partir de minería. El país que obtiene mayor cantidad de platino desde Sudáfrica es Japón. Con respecto a China y Hong Kong, ellos importan también desde Japón, Suiza y Rusia. Tailandia, por su parte, importó en 2012 prácticamente sólo desde Japón.

Figura 5.13: Importaciones de platino de países más relevantes de Asia en 2012

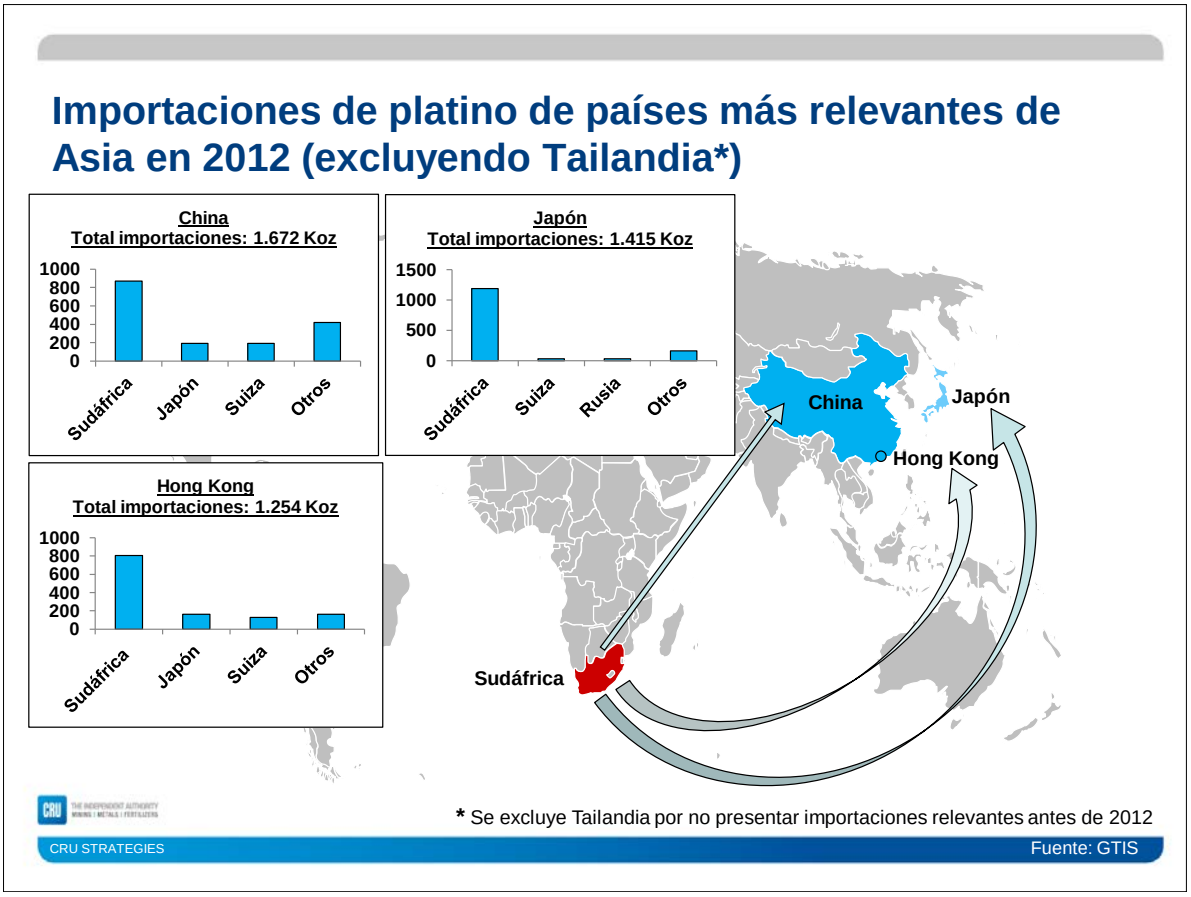


Tabla 5.10: Importaciones de platino de Asia por país de origen (Koz)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones 4 Paises*	**3.376**	**4.115**	**4.630**	**3.890**	**4.437**	**5.659**
Sudáfrica	1.929	2.508	2.765	2.315	2.797	2.861
Japón	289	322	418	418	386	1.447
Suiza	418	482	707	418	482	354
Rusia	64	129	193	193	32	289
Alemania	225	225	257	129	64	225
Otros	450	450	289	418	675	482
Participacion 4 Paises	*89%*	*80%*	*94%*	*80%*	*79%*	*95%*

Data: GTIS, CRU Analysis

***4 Paises: China, Japon, Tailandia y Hong Kong**

Tabla 5.11: Importaciones de platino de China por país de origen, 2007-2012 (Koz)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**868**	**900**	**1.222**	**1.608**	**1.672**	**1.672**
Sudáfrica	225	482	675	675	707	868
Japón	161	161	193	257	225	193
Suiza	129	32	96	257	289	193
Rusia	-	-	-	64	-	129
Alemania	161	96	161	96	32	32
Otros	193	129	96	257	418	257
Total Exportaciones	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

Data: GTIS, CRU Analysis

Tabla 5.12: Importaciones de platino de Japón por país de origen, 2007-2012 (Koz)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**1.993**	**2.283**	**1.800**	**1.608**	**1.865**	**1.415**
Sudáfrica	1.575	1.672	1.415	1.415	1.608	1.190
Japón	-	-	-	-	-	-
Suiza	129	225	193	32	-	32
Rusia	32	96	64	32	32	32
Alemania	32	96	32	-	32	-
Otros	225	193	96	129	193	161
Total Exportaciones	**354**	**482**	**386**	**514**	**547**	**514**

Data: GTIS, CRU Analysis

Tabla 5.13: Importaciones de platino de Tailandia por país de origen, 2007-2012 (Koz)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**-**	**32**	**-**	**-**	**32**	**1.318**
Sudáfrica	-	-	-	-	-	-
Japón	-	32	-	-	-	1.093
Suiza	-	-	-	-	-	-
Rusia	-	-	-	-	-	-
Alemania	-	-	-	-	-	193
Otros	-	-	-	-	32	32
Total Exportaciones	**64**	**129**	**418**	**322**	**64**	**-**

Data: GTIS, CRU Analysis

Tabla 5.14: Importaciones de platino de Hong Kong por país de origen, 2007-2012 (Koz)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**514**	**900**	**1.608**	**675**	**868**	**1.254**
Sudáfrica	129	354	675	225	482	804
Japón	129	129	225	161	161	161
Suiza	161	225	418	129	193	129
Rusia	32	32	129	96	-	129
Alemania	32	32	64	32	-	-
Otros	32	129	96	32	32	32
Total Exportaciones	**161**	**225**	**386**	**386**	**289**	**418**

Data: GTIS, CRU Analysis

5.3.4.2 Europa

El total de platino importado por la Unión Europea disminuyó en un 52% en 2012 con respecto a 2011, de 2.347 Koz a 1.125 Koz. Sin embargo 2011 fue un año con una alta cantidad de importaciones, impulsado por un súbito aumento en las importaciones del Reino Unido. Si se analizan las importaciones totales dejando de lado el año 2011, notamos que muestran una tendencia decreciente que sigue la de los países más relevantes: Reino Unido, Alemania e Italia.

Tabla 5.15: Comportamiento histórico del mercado de platino en la Unión Europea (Koz)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**1.897**	**1.704**	**1.318**	**1.543**	**2.347**	**1.125**
Reino Unido	579	514	514	579	1.479	482
Alemania	868	772	547	675	675	482
Italia	418	322	257	225	193	129
Otros	32	96	-	64	-	32
Total Exportaciones	**1.350**	**1.897**	**1.511**	**1.672**	**1.543**	**1.350**

Data: GTIS, CRU Analysis

Con respecto al origen del platino importado, la mayoría proviene de Sudáfrica. También destacan Estados Unidos y Suiza como exportadores del metal hacia la UE.

Figura 5.14: Importaciones de oro de la Unión Europea en 2012

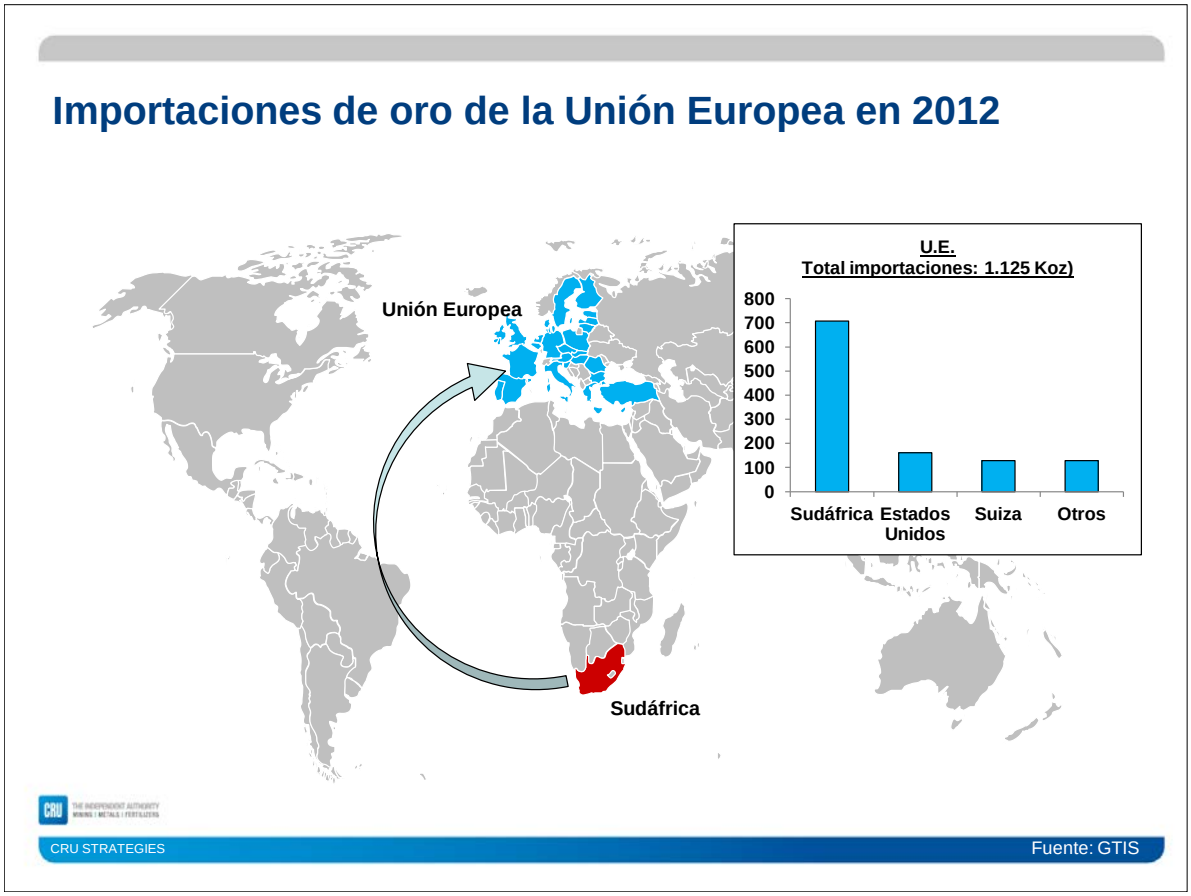


Tabla 5.16: Importaciones de platino de la Unión Europea por país de origen, 2007-2012 (Koz)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**1.897**	**1.704**	**1.318**	**1.543**	**2.347**	**1.125**
Sudáfrica	1.125	965	707	932	900	707
Estados Unidos	322	257	257	193	129	161
Suiza	129	64	64	161	1.093	129
Rusia	32	96	129	96	193	64
Otros	289	322	161	161	32	64

Data: GTIS, CRU Analysis

5.3.4.3 Las Américas y el Caribe

Dentro de América el país más relevante en cuanto a importaciones de platino es Estados Unidos, representando un 93% de las importaciones del continente en 2012. Desde 2007 las importaciones del país han ido claramente disminuyendo, pasando de las 2.251 Koz importadas en 2007 a las 1.286 Koz importadas en 2012.

Tabla 5.17: Comportamiento histórico del mercado de platino en las Américas (Koz)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**2.636**	**1.961**	**1.415**	**1.672**	**1.511**	**1.382**
Estados Unidos	2.251	1.608	1.318	1.157	1.415	1.286
Brasil	64	96	64	64	64	64
Canada	64	32	32	32	32	-
Otros	257	225	-	418	-	32

Data: GTIS, CRU Analysis

El platino importado por Estados Unidos proviene, al igual que en los casos de Asia y la UE, en gran parte de Sudáfrica. Sin embargo, Estados Unidos (y por lo tanto América) cuenta con más países desde los cuales importa platino que otras regiones, dependiendo en menor medida de Sudáfrica.

Figura 5.15: Importaciones de platino de países más relevantes de América en 2012

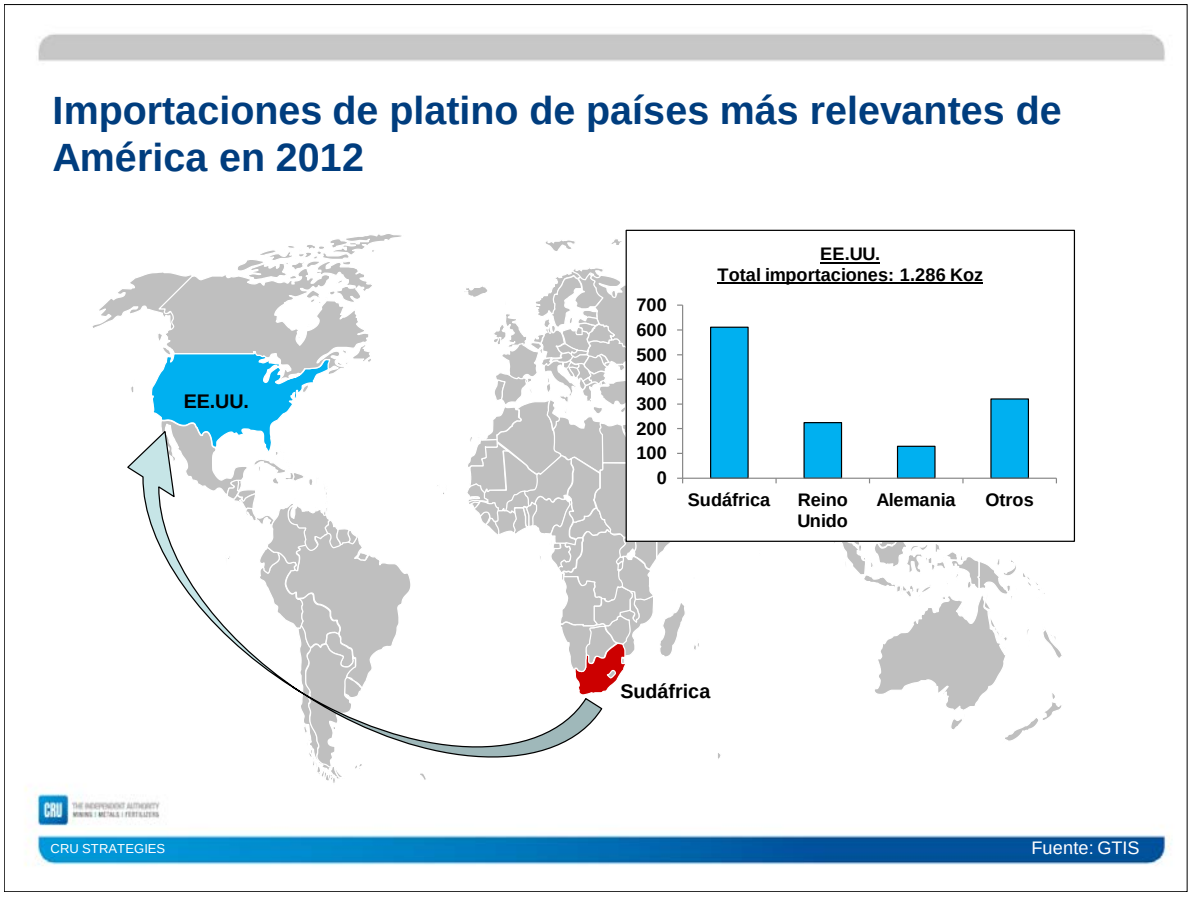


Tabla 5.18: Importaciones de platino de Estados Unidos por país de origen, 2007-2012 (Koz)

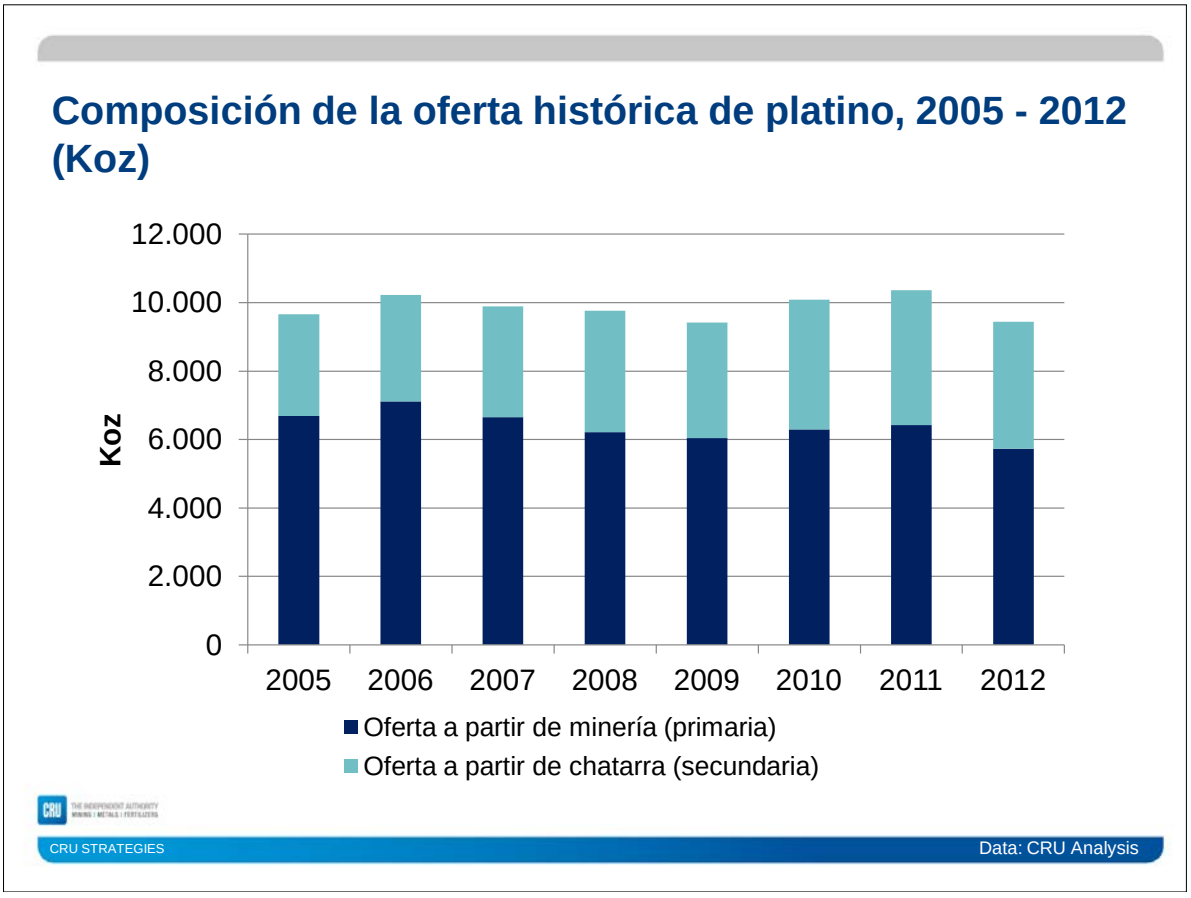
	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**2.251**	**1.608**	**1.318**	**1.157**	**1.415**	**1.286**
Sudáfrica	1.415	836	643	643	675	611
Reino Unido	514	418	289	129	193	225
Alemania	64	64	64	129	225	129
Bélgica	64	64	64	64	64	32
Otros	193	225	257	193	257	289
Total Exportaciones	**1.382**	**772**	**643**	**643**	**514**	**450**

Data: GTIS, CRU Analysis

5.3.5 Evolución histórica de la oferta

En 2012 la oferta a partir de minería, u oferta primaria, representó un 61% de la oferta total de platino con 5.727 Koz producidas. El reciclaje de chatarra, también conocido como oferta secundaria, representó el restante 39% con 3.710 Koz. Durante los últimos años la producción primaria ha tendido a disminuir en su aporte a la oferta total en comparación con la producción secundaria, pasando de ser un 69% de la producción total de 2005 al 61% mencionado en 2012. Esto se explica en parte por el aumento del precio de venta del platino, que ha aumentado desde los 1.050 US$/oz en 2005 a 1.550 US$/oz en 2012. Al mismo tiempo, el reciclaje de chatarra tiene una mayor capacidad que la producción mina de ajustarse a los cambios de precio.

Figura 5.16: Composición de la oferta histórica de platino, 2005-2012



Con respecto a la oferta primaria, la incipiente recuperación que mostró entre 2010 y 2011 se interrumpió bruscamente en 2012, año en que la producción de las minas se desplomó un 14% anual hasta un total de 5.727 Koz. Esto representó una caída al nivel más bajo de producción de

platino desde 2001 y llegó a estar un 19% por debajo del máximo de casi 7.108 Koz de producción alcanzada en 2006.

Gran parte del déficit se originó en Sudáfrica, el país de mayor producción primaria de platino en el mundo, donde se perdió un total estimado de casi 850 Koz debido a una combinación de factores tales como huelgas, pausas de producción por seguridad, recortes de producción y cierre de minas. Una menor producción de platino también se registró en Canadá (-35 Koz), Rusia (-25 Koz) y EE.UU. (-3 Koz). Mientras tanto, Zimbabue y Botsuana fueron los únicos puntos positivos en términos de crecimiento de la oferta con un aumento de 8 Koz y 3 Koz respectivamente, pero estos incrementos fueron demasiado pequeños para compensar la disminución de la producción en otras regiones.

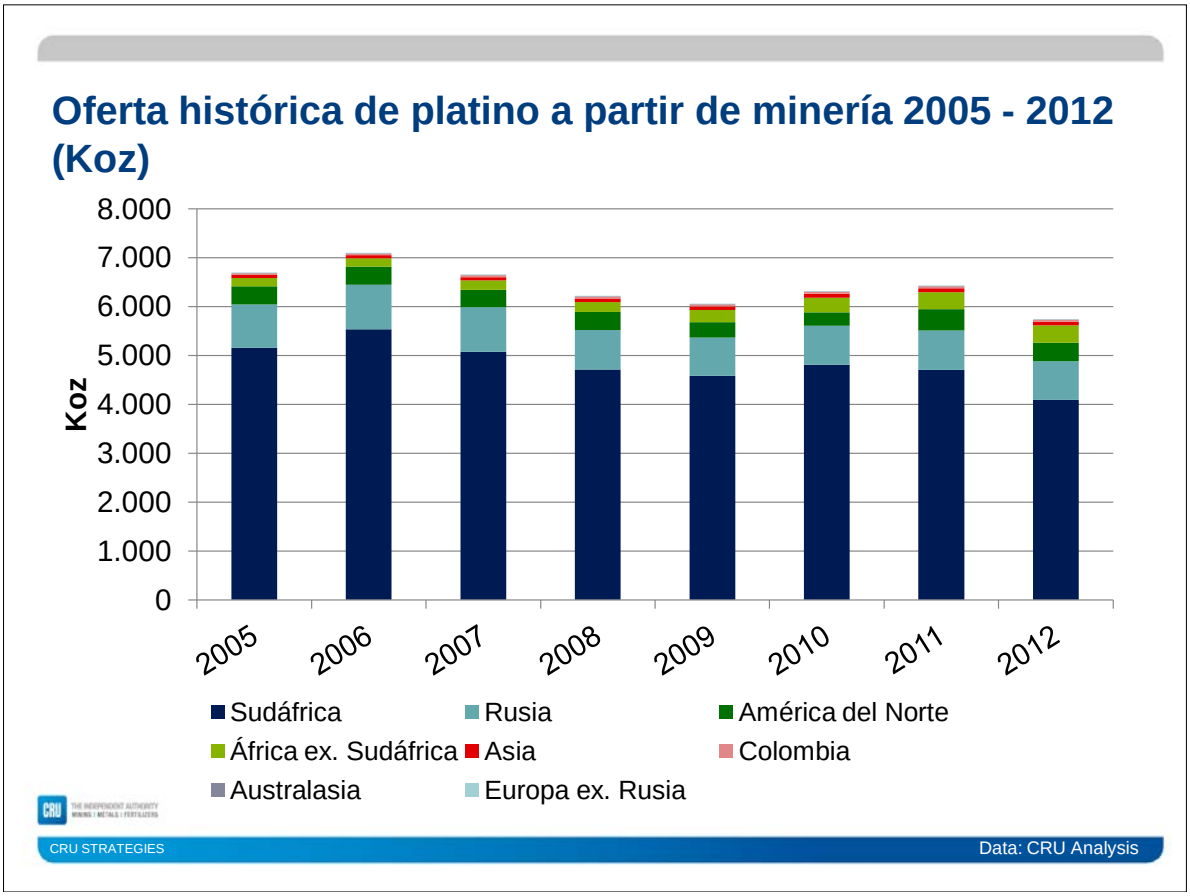
Una producción restringida en Sudáfrica es probable que continúe actuando como un obstáculo para la producción global de minas de platino en 2013. Al contrario que en 2012, sin embargo, su impacto negativo puede ser contrarrestado significativamente en 2013 con el aumento de producción prevista en América del Norte, donde la mina Totten – la que posee mineral de níquel con un alto contenido de MGP – está prevista para su reapertura a fines del año.

Anteriormente, la oferta minera de platino cayó un 15% entre 2006 y 2009, principalmente debido al cierre de las minas de alto costo en medio de la crisis financiera global, pero también por la falta de nuevos proyectos en carpeta que entrarían en producción. Luego en 2010 y 2011 el aumento de los precios del platino gatilló a los productores mineros a aumentar su producción y a que las operaciones previamente no rentables entrarán nuevamente en producción, incluso con problemas externos que continuaron limitando el crecimiento de la oferta. Esta recuperación, sin embargo, fue abruptamente interrumpida en 2012 por la ya mencionada caída en los volúmenes de producción en Sudáfrica (debido a las ya mencionadas huelgas, paros por seguridad, cortes de producción y cierre de minas). Como resultado, se estima que la oferta minera de platino haya alcanzado 5.729 Koz en 2012, representando un descenso del 11% con respecto a 2011.

Con respecto a la producción minera particular en Sudáfrica, y como ya se mencionó anteriormente, la producción mundial de platino está dominada largamente por este país debido a sus enormes recursos y reservas del metal. La producción de platino del país alcanzó su máximo en 2006 llegando a 5.535 Koz, pero para 2012 disminuyó en un 26% a un total de 4.093 Koz. Mientras tanto, la participación sudafricana de la oferta mundial de mina cayó desde su máximo de 78% en

2006 a un 72% en 2012. A pesar que a este nivel de participación mundial la contribución del país a la producción anual de platino sigue siendo altamente significativa, dicha participación es la más baja desde 1990, cuando comenzaron nuestros registros. El descenso es un reflejo de diversos factores que obstaculizan el crecimiento de la producción de platino del país, como el aumento de la profundidad de extracción, yacimientos más complejos, menores leyes de mineral, aumento de costos, problemas de seguridad, escasez de suministro de energía, el aumento de problemas laborales y reducción de productividad.

Figura 5.17: Oferta histórica de platino a partir de minería 2005-2012



Entre otros factores, los problemas relacionados con temas laborales tuvieron el impacto más relevante en la producción de platino en 2012. Cabe notar que las huelgas en Sudáfrica no son inusuales. De hecho, el país tiene una de las tasas más altas de protestas por persona en el mundo. Según las estadísticas del servicio de de la Policía Nacional sobre control de multitudes, se registró un promedio de 3,3 disturbios al día en el país durante el período del 1 de abril de 2011 al 31 de marzo 2012. No tenemos dudas de que este número será mucho mayor cuando el próximo informe

anual se publique, pero ya representa un incremento del 22% respecto a la media de 2,7 incidentes disturbios del día registrado en 2009/10. Este alto nivel de actividad en cuanto a protestas no sorprende, pues aproximadamente el 40% de la población vive por debajo del umbral de pobreza y el nivel oficial de desempleo es superior al 25%.

El hecho de que la mayoría de las huelgas en la gran industria minera del país se originen en el sector del platino no es casual. En primer lugar, la extracción de platino ha sido siempre un negocio intensivo en mano de obra y una actividad peligrosa – incluso con víctimas fatales regularmente a causa de condiciones de trabajo extremadamente difíciles, a menudo a profundidades extremas. La baja remuneración no compensa los riesgos que enfrentan los trabajadores, causando insatisfacción y provocando enojo hacia los empresarios. En segundo lugar, los productores de platino en Sudáfrica, a diferencia de los productores de oro o carbón, no utilizan el sistema de negociación colectiva en las negociaciones salariales con sus empleados. En vez de esto, prefieren hacerlo a nivel de empresa. Esta táctica crea disparidades salariales entre empresas de platino, generando un terreno fértil para el descontento entre los trabajadores.

En cuanto a las empresas productoras de platino a partir de la minería, se pueden identificar cuatro empresas que abarcan más de un 80% de la producción mundial de 2012, considerando tanto sus operaciones propias como los *joint ventures* en los que estén involucrados con otras empresas. La primera productora es Anglo Platinum, quien fue responsable del 39,1% de la producción minera de platino en 2012. Anglo Platinum cuenta con operaciones en Sudáfrica y Zimbabue, representando un 53,3% de la producción de Sudáfrica. Si bien su producción disminuyó en un 8,1% en 2012 con respecto a 2011, llegando a las 2.244 Koz, la producción mundial disminuyó más por lo que entre 2011 y 2012 aumentó su porcentaje de mercado.

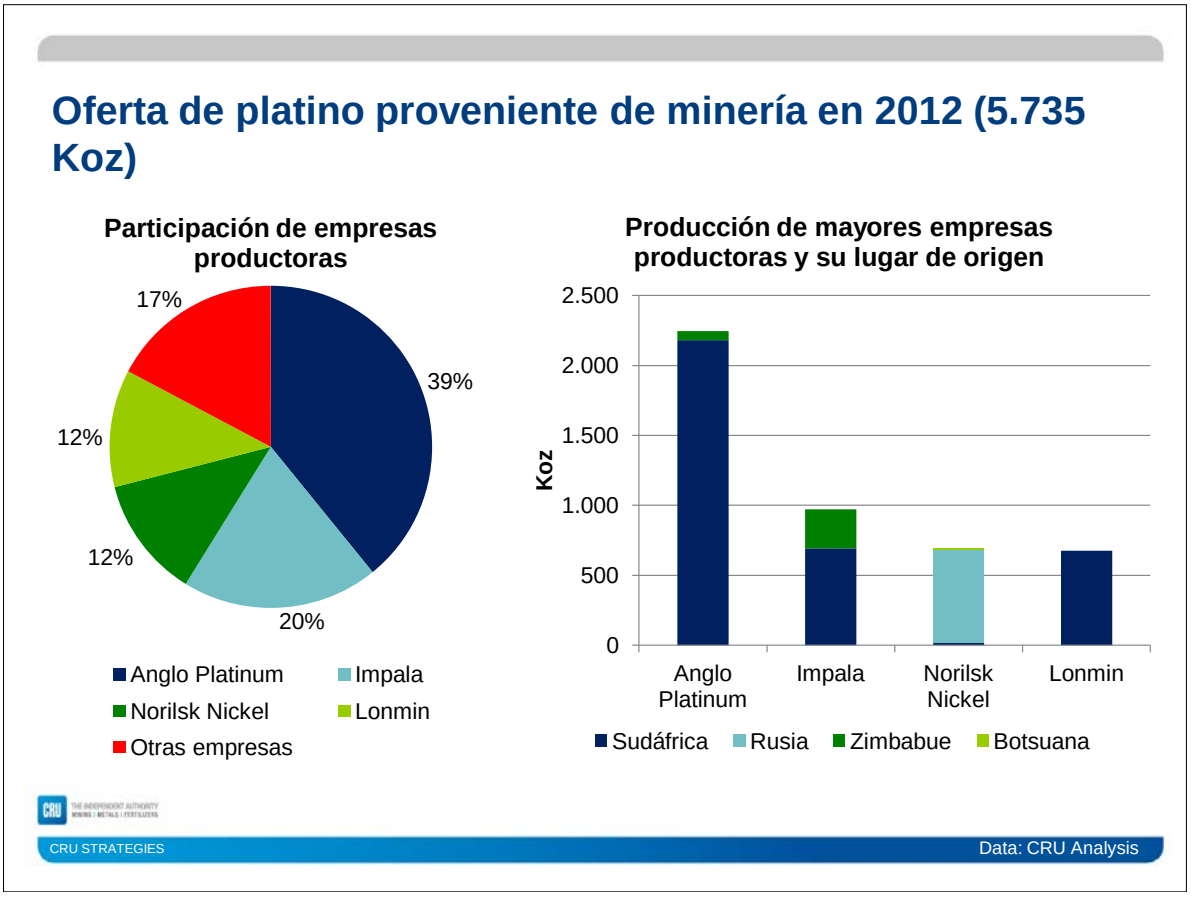
La segunda mayor productora de platino en el mundo es Impala con un 19,7% de la producción de 2012. Esta participación es menor al 22,4% con el que contaba en 2011, habiendo disminuido su producción desde 1.330 Koz a 1.023 Koz. Esta disminución provino principalmente de sus operaciones en Sudáfrica (y su correspondiente menor producción), país desde donde la compañía obtuvo un 76% de su producción en 2012.

La tercera empresa con mayor producción en 2012 fue Norilsk Nickel. Es la única gran productora cuya producción no proviene mayoritariamente de África. Si bien cuenta una operación en Botsuana y un *joint venture* en Sudáfrica, un 94,7% del platino que genera proviene de Rusia, equivalente a

659 Koz en 2012. Al mismo tiempo, esta producción representa un 83,5% del total de Rusia y un 11,5% del total mundial. Si se considera el total de sus operaciones, Norilsk Nickel contribuyó en 2012 con 696 Koz de platino al mercado mundial, equivalente al 12,1%. A diferencia de las empresas que dependen en gran medida de la estabilidad en países africanos para generar platino, Norilsk Nickel disminuyó sólo levemente su producción entre 2011 y 2012, de 700 a 696 Koz.

La cuarta empresa de interés en la producción primaria de platino es Lonmin, empresa que en 2011 superaba levemente en producción a Norilsk Nickel. Lonmin es la única empresa de las mencionadas cuya producción proviene en su totalidad de Sudáfrica, y pasó de producir 726 Koz en 2011 a 675 Koz en 2012 con una disminución del 7%. En 2012, esto representó un 16,5% del total de platino producido por Sudáfrica y un 11,8% de la producción mundial.

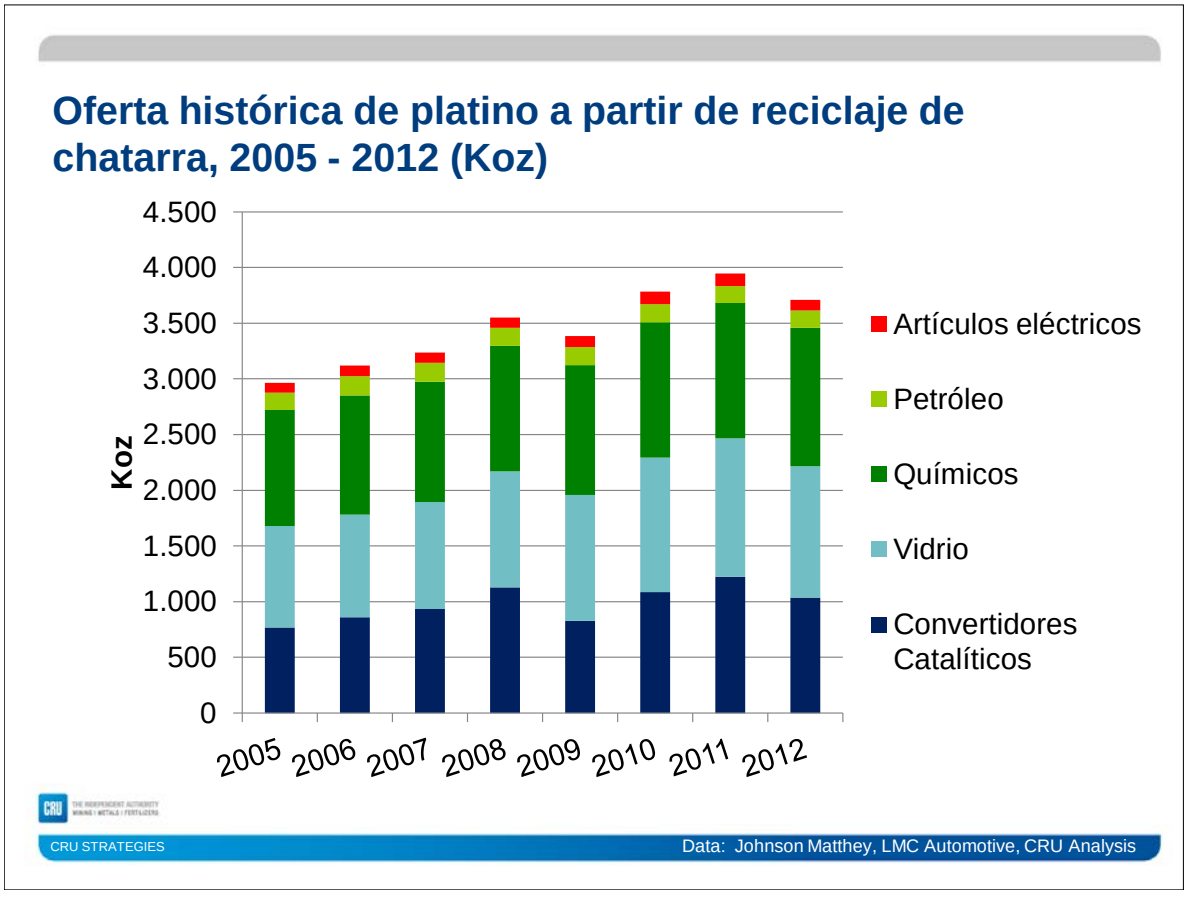
Figura 5.18: Oferta de platino proveniente de minería en 2012



En cuanto a la oferta secundaria de platino, esto es, proveniente de reciclaje, después de tener una disminución de 4,6% en 2009 la oferta secundaria del metal se recuperó rápidamente en 2010 y

2011. Esto principalmente como resultado del aumento de los precios del platino, así como también gracias a una mayor eficiencia en el proceso de recolección de chatarra, regulaciones ambientales más estrictas, el aumento de la demanda industrial del metal y un conjunto cada vez mayor de automóviles antiguos. Sin embargo, un mal rendimiento general de los precios del platino durante 2012 tuvo un efecto negativo en la oferta secundaria del metal, en particular asociado al reciclaje de platino proveniente de catalizadores. Mientras tanto, los precios del acero, un factor económico fundamental en el reciclaje de automóviles (y por ende, de sus catalizadores), se mantuvieron bajos durante el período debido a la escasa demanda y los problemas de exceso de oferta. En conjunto, estos factores redujeron la actividad de los recolectores de chatarra, quienes optaron por acumular inventarios de chatarra de catalizadores para automóviles en lugar de enviarlos a las refinerías para su procesamiento. En consecuencia, el suministro secundario de platino proveniente de catalizadores bajó.

Figura 5.19: Oferta histórica de platino a partir de reciclaje de chatarra, 2005-2012



5.3.5.1 Asia

Como región, Asia ha representado cerca del 1% de la producción mundial durante los últimos años, llegando a un 1,2% en 2012 con 68 Koz. Esta producción proviene de China y Japón, siendo China el principal productor del continente con un 63,5% del total producido. Desde 2005 hasta 2012 la producción de platino en estos dos países se ha mantenido sorprendentemente estable, con una tasa de crecimiento anual compuesto de -0,1%.

Con respecto a las empresas mineras presentes en Asia, la más relevante es el grupo chino Jinchuan Group. A nivel mundial destacan en la producción de níquel y cobalto, siendo también los primeros productores de cobre y platino de China.

5.3.5.2 Europa

La producción de platino a partir de minería de Europa proviene casi exclusivamente de Rusia, siendo éste el segundo país con mayor producción de platino después de Sudáfrica. En 2012 su producción total llegó a las 789 Koz mientras que Polonia, el único otro país productor, aportó sólo con 1 Koz al total europeo. Este total representó un 13,8% del total mundial. Entre 2005 y 2012, Rusia, y con esto Europa, han mostrado una tendencia a la disminución de su producción.

La extracción de platino en Rusia es realizada en su mayor parte por la empresa Norilsk Nickel, tercera empresa más importante en la producción de este metal y la única dentro de las primeras cuatro que no depende mayoritariamente de operaciones localizadas en África.

5.3.5.3 Las Américas y el Caribe

En América son tres los países que producen platino a partir de fuentes primarias: Estados Unidos, Canadá y Colombia. En 2012 Estados Unidos produjo un 63,7%, Canadá un 28,5% y Colombia un 7,8% de una producción total en América de 414 Koz. Como continente esto equivale al 7,2% del total mundial de platino producido.

En Estados Unidos la producción de platino corre por cuenta Stillwater Mining, cuya producción ha ido decayendo en los últimos años. En Canadá, a diferencia de Estados Unidos, existe una mayor variedad de empresas internacionales operando. Entre ellas destacan Vale, con una producción de 134 Koz en 2012, y Xstrata, con 104 Koz producidas. Vale por sí sola representó el 51% de la producción de Canadá en 2012 versus el 55% que representó en 2011, mostrando una reducción de 40 Koz en su producción. Xstrata, por su parte, aporta con menores volúmenes a la producción del

país pero ha mostrado un crecimiento sostenido en el tiempo. Canadá es el único país de los mencionados anteriormente que ha tenido un crecimiento anual compuesto positivo desde 2005 a 2012, creciendo un 1,2% anual. Finalmente, Colombia es el único país productor de platino en América Central y del Sur. Su producción en los últimos años se ha mostrado variable, aunque con una tendencia a la disminución.

5.3.5.4 África

Como se dijo anteriormente, más del 75% de la producción mundial anual de platino se ha originado desde África. Sudáfrica es el principal productor con un 92% de la producción africana de 2012, seguido por Zimbabue y Botsuana con un 7,7% u 0,3% respectivamente. Sudáfrica ha mostrado una fuerte disminución en su producción a partir de la minería, especialmente entre 2011 y 2012 por problemas laborales que derivaron en una serie de huelgas. Zimbabue y Botsuana han aumentado considerablemente su producción desde 2005 a 2012, con una muy importante tasa de crecimiento anual compuesto de 11,5% y 15,8%, respectivamente. Sin embargo, en términos de volumen la cantidad producida sigue siendo bastante menor a la producción sudafricana, por lo que el continente en general ha tendido a disminuir su producción.

Las empresas más relevantes en la producción de platino, Anglo Platinum, Impala, Norilsk Nickel y Lonmin, cuentan todas con operaciones en África. A excepción de Norilsk Nickel, todas operan exclusivamente en este continente.

Tabla 5.19: Oferta histórica de platino proveniente de mina por región, 2005-2012 (Koz)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
China	44	40	42	47	47	54	54	43	-0,2%
Japón	25	24	25	25	25	25	25	25	0,0%
Asia	**69**	**64**	**67**	**72**	**72**	**79**	**79**	**68**	**-0,1%**
% cambio anual		*-7,2%*	*4,7%*	*7,5%*	*0,0%*	*9,7%*	*0,0%*	*-13,4%*	
Sudáfrica	5.155	5.535	5.077	4.714	4.583	4.809	4.704	4.093	-3,2%
Zimbabue	160	167	170	181	229	283	342	342	11,5%
Botsuana	5	6	24	19	17	16	12	14	15,8%
África	**5.320**	**5.708**	**5.271**	**4.915**	**4.829**	**5.108**	**5.057**	**4.449**	**-2,5%**
% cambio anual		*7,3%*	*-7,7%*	*-6,8%*	*-1,7%*	*5,8%*	*-1,0%*	*-12,0%*	
Australia	6	6	6	6	6	6	6	6	0,0%
Australasia	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**0,0%**
% cambio anual		*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	
Colombia	35	46	49	44	30	32	40	33	-0,8%
America Central y del Sur	**35**	**46**	**49**	**44**	**30**	**32**	**40**	**33**	**-0,8%**
% cambio anual		*32,8%*	*6,1%*	*-10,2%*	*-32,2%*	*7,4%*	*23,4%*	*-16,7%*	
Canadá	243	232	225	252	190	160	314	264	1,2%
Estados Unidos	126	138	124	115	123	111	119	118	-1,0%
América del Norte	**369**	**370**	**349**	**366**	**313**	**271**	**433**	**381**	**0,5%**
% cambio anual		*0,3%*	*-5,7%*	*4,9%*	*-14,5%*	*-13,3%*	*59,4%*	*-11,9%*	
Rusia	891	912	913	807	786	802	806	789	-1,7%
Polonia	1	1	1	1	1	1	1	1	0,0%
Finlandia	1	1	1	1	-	-	-	-	-100,0%
Europa	**893**	**914**	**915**	**809**	**787**	**803**	**807**	**790**	**-1,7%**
% cambio anual		*2,4%*	*0,1%*	*-11,6%*	*-2,8%*	*2,0%*	*0,5%*	*-2,1%*	
Total Mundial	**6.691**	**7.108**	**6.657**	**6.212**	**6.036**	**6.299**	**6.421**	**5.727**	**-2,2%**
% cambio anual		***6,2%***	***-6,3%***	***-6,7%***	***-2,8%***	***4,4%***	***1,9%***	***-10,8%***	

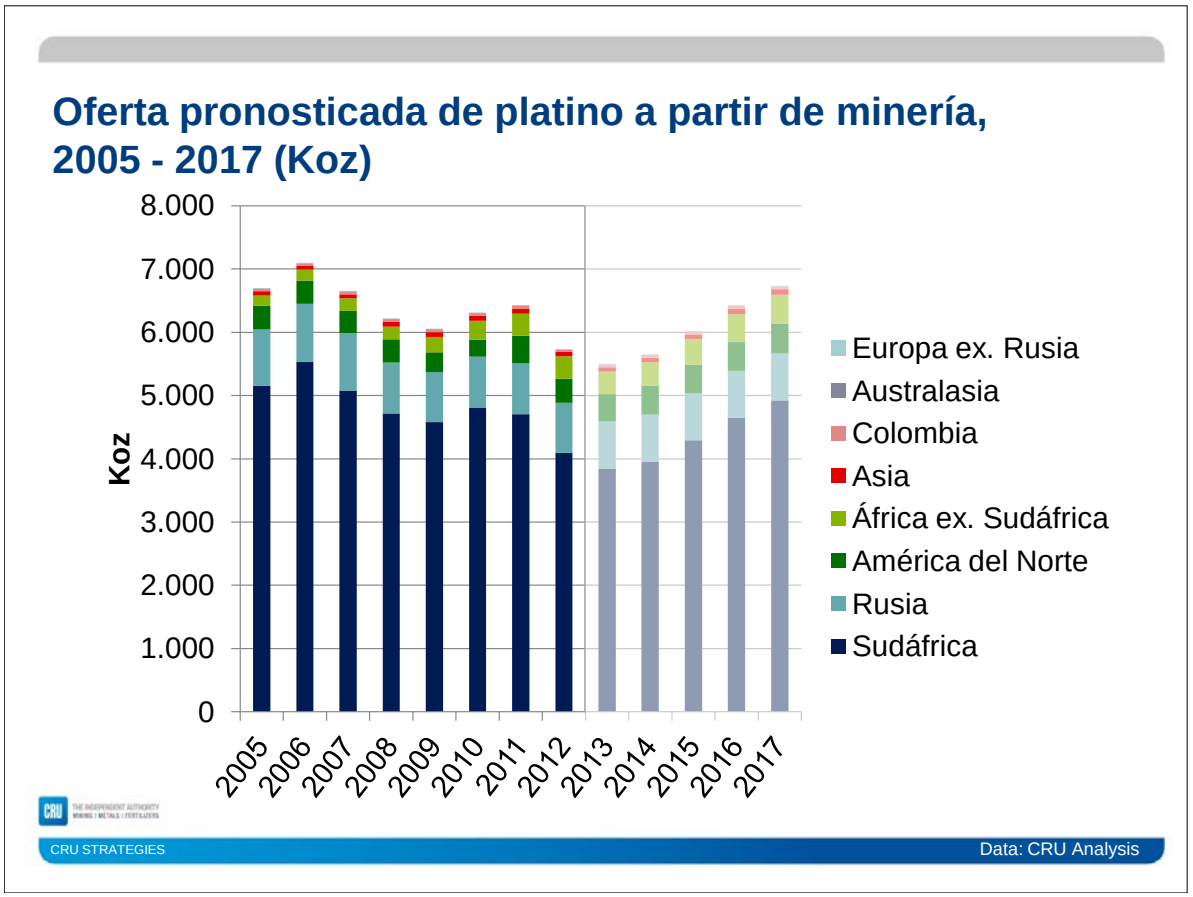
Data: CRU; Company Reports

5.3.6 Evolución pronosticada de la oferta en el corto plazo

Creemos que, en el transcurso de los próximos cinco años, la producción de platino se mantendrá estable en 24 de las 51 operaciones individuales que rastreamos en nuestra base de datos. Es decir, su producción en 2017 será la misma que en 2012 o representa menos del 90% de la producción de 2012. A pesar de los recientes recortes en el gasto de capital, se prevé que más de 1,4 Moz de nueva producción de platino entre en funcionamiento en los próximos cinco años. Las compañías mineras planean aumentar la producción de manera significativa en 18 operaciones rastreadas, iniciar o reactivar cuatro operaciones que anteriormente estaban cerradas o con recortes de producción. Juntos, éstos podrían elevar la oferta minera de platino en un 22%, aunque este incremento neto se

reduciría a 10% si restamos posibles retrasos e interrupciones. Después de considerar estos últimos, los desarrollos de producción elevarán la producción minera de 5.727 en 2012 a 6.728 Koz en 2017.

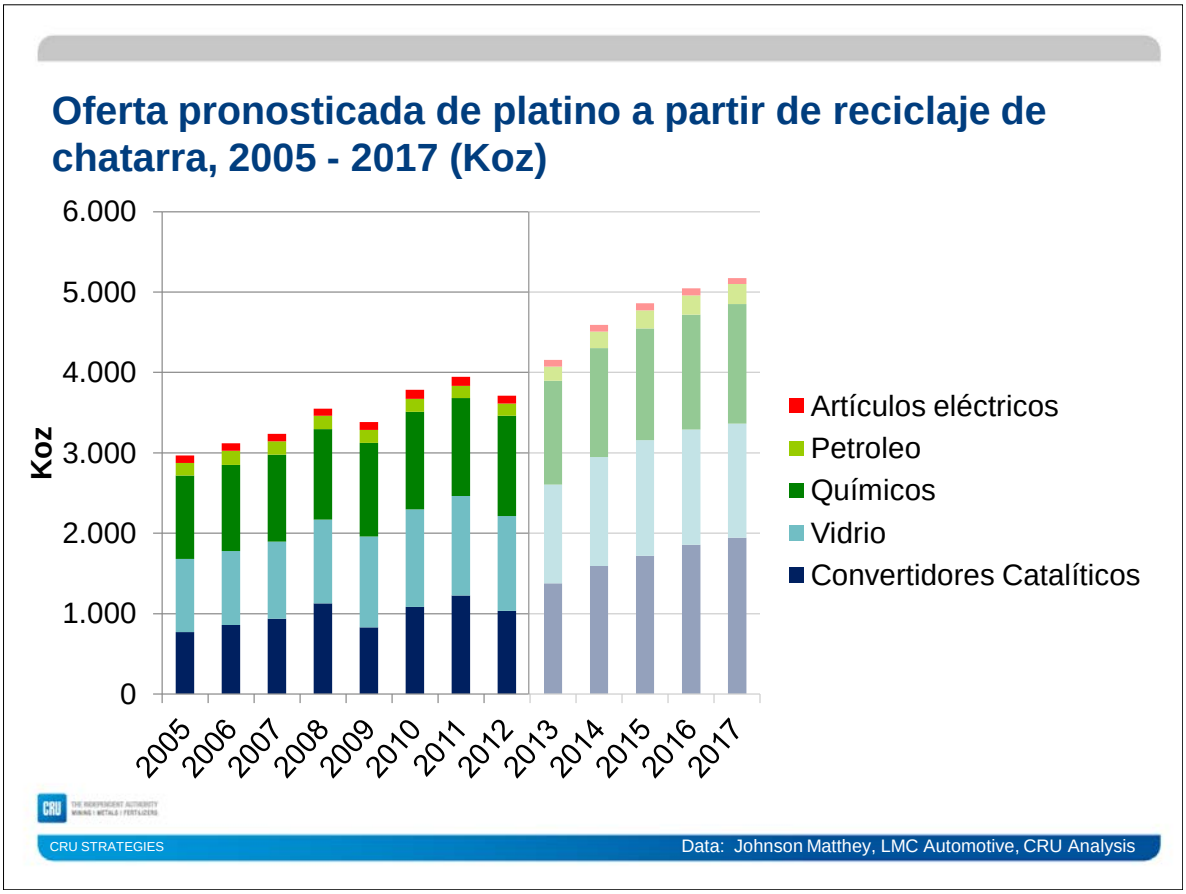
Figura 5.20: Oferta pronosticada de platino a partir de minería, 2005-2017



Por el lado de la producción secundaria, a pesar de una caída moderada en 2012 las perspectivas para el reciclaje de platino siguen siendo buenas. El aumento previsto a largo plazo en las ventas de vehículos debiese reforzar el volumen ya considerable de vehículos que están potencialmente disponibles para su reciclaje. El hecho de que un número cada vez mayor de vehículos *diesel* en la Unión Europea, equipados con convertidores con alta carga de platino, llegue a su etapa de reciclaje en los próximos años debería acelerar aún más el crecimiento de la oferta secundaria de este metal. Además, la recuperación de los precios del platino, que se espera que comience en 2013 y que continúe durante años puede alentar a recolectores de chatarra a enviar más chatarra de platino para su reciclaje. Con esto, la recuperación de platino desde catalizadores utilizados podría aumentar en

un 85% entre 2012 y 2017 a un total de 1.915 Koz. Esta será la principal fuerza impulsora detrás de un aumento del 39% en la oferta secundaria total durante los próximos cinco años.

Figura 5.21: Oferta pronosticada de platino a partir de reciclaje de chatarra, 2005-2017



5.3.6.1 Asia

Se espera que durante los próximos cinco años la producción de platino a partir de minería en Asia se mantenga relativamente estable, manteniéndose China como el productor principal del continente seguido por Japón.

2.3.6.2 Europa

En el caso del único país productor de platino relevante de Europa, Rusia, se espera que su producción se mantenga relativamente estable con una muy leve disminución anual del 1,2%. No se espera que surjan actores relevantes en cuanto a la producción en otros países europeos.

5.3.6.3 Las Américas y el Caribe

Durante los próximos cinco años se espera que la producción en Estados Unidos y Colombia se mantengan parecidas a la de 2012. En Canadá, sin embargo, se espera una expansión por parte de la empresa Vale de aproximadamente un 8% de aumento compuesto anual en su producción, llegando a las 200 Koz en 2017. Esto impulsaría un crecimiento del 5% anual en la producción de Canadá.

5.3.6.4 África

En el corto plazo se espera ver un aumento en la producción de África, llegando hasta las 5.383 Koz producidas de platino para 2017. Esto sería equivalente al 80% de la producción mundial esperada para ese año, por lo que África, y especialmente Sudáfrica, se mantendrían como los principales productores mineros.

Específicamente, se pronostica que Sudáfrica verá una aumento del 3,9% anual en su producción en el período 2012-2017. La empresa con mayor crecimiento en su producción sería Impala, con expansiones en sus dos mayores minas de MGP que significarían un aumento del 9,3%. Lonmin también verá un aumento en su producción del 6,5% anual dentro del mismo periodo de cinco años. De Anglo Platinum se espera un menor crecimiento del 2% anual en el mismo periodo, a pesar de lo cual mantendrá su posición como el primer productor sudafricano. En Zimbabue se espera que la producción de platino aumente un 2,8% anual, impulsado por el crecimiento de 7,8% de Mina Unki (Anglo Platinum) y el 5,8% de crecimiento de la Mina Zimplats (Impala). De Botsuana se espera que tenga el mayor crecimiento de los países africanos, con un aumento esperado de 37,2% anual en la Mina Tati (Norilsk Nickel).

Tabla 5.20: Oferta pronosticada de platino proveniente de mina por región, 2012-2017 (Koz)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
China	43	43	43	43	43	43	0,0%
Japón	25	25	25	25	26	26	0,8%
Asia	**68**	**68**	**68**	**68**	**69**	**69**	**0,3%**
% cambio anual		*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*1,5%*	*0,0%*	
Sudáfrica	4.093	3.846	3.958	4.290	4.647	4.922	3,8%
Zimbabue	342	338	343	362	382	393	2,8%
Botsuana	14	18	32	45	58	68	37,2%
África	**4.449**	**4.201**	**4.334**	**4.698**	**5.087**	**5.383**	**3,9%**
% cambio anual		*-5,6%*	*3,2%*	*8,4%*	*8,3%*	*5,8%*	
Australia	6	6	6	6	6	6	0,0%
Australasia	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**0,0%**
% cambio anual		*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	
Colombia	33	34	34	34	34	34	0,5%
America Central y del Sur	**33**	**34**	**34**	**34**	**34**	**34**	**0,5%**
% cambio anual		*2,4%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	
Canadá	264	313	333	334	333	335	4,9%
Estados Unidos	118	117	117	121	125	130	2,1%
América del Norte	**381**	**429**	**450**	**455**	**458**	**465**	**4,1%**
% cambio anual		*12,5%*	*4,9%*	*1,0%*	*0,7%*	*1,6%*	
Rusia	789	747	742	742	742	742	-1,2%
Polonia	1	1	1	1	1	1	0,0%
Finlandia	-	-	-	-	-	-	0,0%
Europa	**790**	**748**	**743**	**743**	**743**	**743**	**-1,2%**
% cambio anual		*-5,3%*	*-0,6%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	
Total Mundial	**5.727**	**5.486**	**5.635**	**6.003**	**6.396**	**6.700**	**3,2%**
% cambio anual		***-4,2%***	***2,7%***	***6,5%***	***6,5%***	***4,7%***	

Data: CRU; Company Reports

5.3.6 Evolución pronosticada de la oferta en el largo plazo

En el largo plazo, se estima que los altos precios del platino empujarán a la oferta a partir de minería a producir lo más posible. Sin embargo, al ser el platino un metal que hasta la fecha se ha encontrado en grandes cantidades sólo en regiones específicas (como lo serían Sudáfrica, Rusia, Canadá y Estados Unidos), la oferta a partir de fuentes primarias no podrá crecer a las tasas necesarias para ajustarse a la demanda. El aumento en los costos de producción en Sudáfrica y la

disminución de las leyes en los grandes depósitos conocidos agregará dificultad al crecimiento de la producción minera de platino.

El reciclaje de chatarra, por otro lado, debería reaccionar rápidamente a los altos precios de platino esperados, aumentando a tasas mayores que la producción minera del metal e incluso llegando, en el largo plazo, a superarla en magnitud.

Figura 5.22: Oferta pronosticada de platino en el largo plazo, 2018-2032

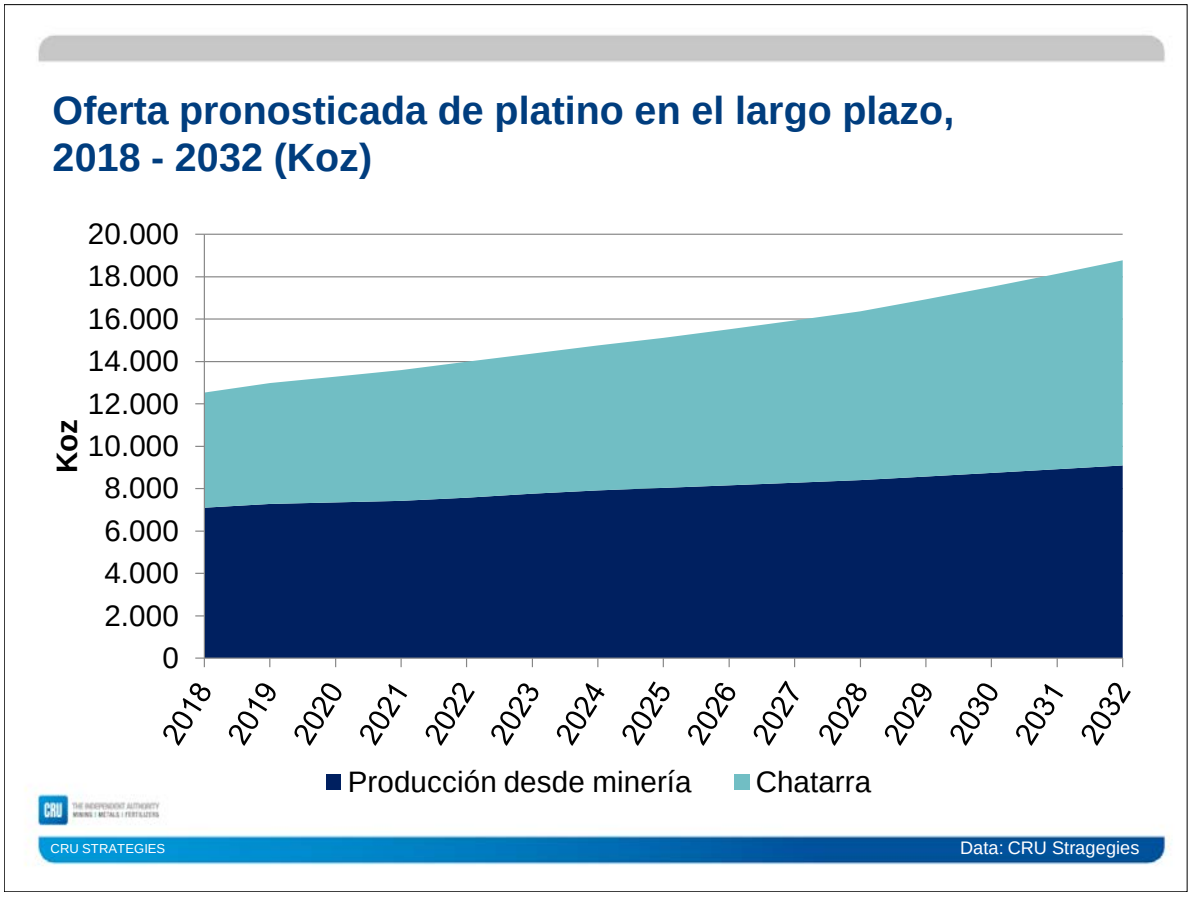


Tabla 5.21: Oferta pronosticada de platino en el largo plazo, 2018-2032 (Koz)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Producción desde minería	7.100	7.278	7.350	7.424	7.572	7.762	7.917	8.036	8.156	8.278	8.403	8.571	8.742	8.917	9.095
% cambio anual	*1,2%*	*2,5%*	*1,0%*	*1,0%*	*2,0%*	*2,5%*	*2,0%*	*1,5%*	*1,5%*	*1,5%*	*1,5%*	*2,0%*	*2,0%*	*2,0%*	*2,0%*
Chatarra	5.434	5.705	5.934	6.171	6.418	6.610	6.842	7.081	7.364	7.659	7.965	8.364	8.782	9.221	9.682
% cambio anual	*5,0%*	*5,0%*	*4,0%*	*4,0%*	*4,0%*	*3,0%*	*3,5%*	*3,5%*	*4,0%*	*4,0%*	*4,0%*	*5,0%*	*5,0%*	*5,0%*	*5,0%*
OFERTA TOTAL	**12.534**	**12.983**	**13.284**	**13.595**	**13.990**	**14.372**	**14.759**	**15.117**	**15.521**	**15.937**	**16.368**	**16.934**	**17.524**	**18.138**	**18.777**
% cambio anual	*2,8%*	*3,6%*	*2,3%*	*2,3%*	*2,9%*	*2,7%*	*2,7%*	*2,4%*	*2,7%*	*2,7%*	*2,7%*	*3,5%*	*3,5%*	*3,5%*	*3,5%*

Data: CRU Strategies

5.4 Balance de oferta y demanda

5.4.1 Descripción de la estructura y mecanismos de precios

Debido a su alto precio, el mercado del platino no debe analizarse a nivel regional sino que más bien a nivel mundial, al igual que la oferta, la demanda y el balance entre ambos.

El mercado del platino se caracteriza por tener una oferta muy concentrada, a diferencia de la mayoría de los metales base. Esto tiene como consecuencia que el precio sea mayor al costo marginal de producción de la industria debido al alto poder de mercado de algunos productores.

La concentración de la oferta del platino es una característica que ha seguido al metal desde el inicio de su explotación comercial. Durante el siglo XIX, esto permitía que los productores impusieran un precio superior al precio competitivo a sus principales compradores, los productores de joyas. Después de la segunda guerra mundial, el precio reconocido como referencia en el mundo era el establecido por los productores sudafricanos. En 1979 los principales comerciantes de platino de Londres y Zúrich acordaron estandarizar las especificaciones de calidad y origen del platino, aunque el comercio aún se desarrollaba de manera informal. Esto cambió en 1987, año en el que se reglamentaron las transacciones del metal con la fundación del Mercado del Platino y Paladio de Londres (MPPL). Actualmente, el precio que fija el MPPL es reconocido a nivel mundial como el precio de referencia del platino, y se utiliza como base en acuerdos comerciales entre privados. Este precio se determina a través de un proceso de fijación (*fixing process*) en el que se va variando el precio hasta que la oferta iguale a la demanda dentro de un grupo de cuatro instituciones miembros del MPPL. Este proceso se lleva a cabo dos veces al día y es publicado y difundido inmediatamente. El metal transado durante el proceso de fijación debe cumplir con las normas de calidad

establecidas por el MPPL: el metal debe venir en forma de cátodo o lingote, con un peso de entre 1 y 6 kg y tener una pureza de al menos 99,95% platino. Al mismo tiempo, existe una lista de las refinerías a las cuales se les puede comprar el producto terminado. Es importante destacar que las el MPPL es un mercado Over The Counter (OTC), es decir, las transacciones se llevan a cabo a través de una negociación entre privados. En este sentido, como se mencionó antes, el precio fijado por el MPPL funciona sólo como referencia.

5.4.2 Balance histórico de mercado y series de precios históricos

En 2012, después de haber observado una sobreoferta durante siete años consecutivos, el mercado del platino se movió a un estado de déficit por primera vez desde 2004. Aunque, a primera vista, el tamaño del déficit – 23 Koz – puede parecer moderado, éste igualmente indica un significativo cambio en el equilibrio del mercado del metal. Durante los cuatro años anteriores, el tamaño medio de los excedentes de mercado anual ascendió a 911 Koz de platino, mientras que un exceso de 831 Koz se registró en 2011. Es evidente que se requirió de un *shock* a gran escala para lograr cambiar el equilibrio desde un superávit fundamental considerable en el año anterior a incluso un pequeño déficit en 2012.

La demanda de platino para fabricación se fue deteriorando durante 2012 debido a la desaceleración de la economía mundial en general, así como a la crisis de la deuda soberana europea. Para el año completo, tanto en términos absolutos como relativos, la demanda de platino de la industria de vidrio fue la que más sufrió, bajando en 390 Koz – casi 22% por debajo del nivel de consumo de 2011. Con esto, el consumo bruto de platino cayó un 0,8% anual en 2012, a un total de 9.460 Koz, lo que representa su primera contracción desde 2009.

Mientras tanto, la evolución del lado de la oferta del platino tuvo la mayor influencia sobre el estado de su equilibrio fundamental de mercado. Durante el primer semestre de 2012, la gama habitual de problemas en cuanto a geología, paradas por mantención y detenciones por seguridad, siguió afectando negativamente la producción mina en Sudáfrica – por lejos el país más relevante en cuanto a producción primaria del metal. Asimismo, los bajos precios del platino y el aumento de los costos de producción pusieron una fuerte presión en toda la industria, obligando a varias empresas mineras a cerrar algunas de sus operaciones. Después de los trágicos acontecimientos en la mina Marikana (operada por Lonmin) a mediados de agosto de 2012, asociados al violento

enfrentamiento entre trabajadores y policías, se generó una ola de descontento laboral en la industria de la minería del platino en Sudáfrica. Dada la duración y escala sin precedentes de esta interrupción, acompañada por un excepcional nivel de violencia, estimamos que cerca de 550 Koz de producción interna de platino se perdieron solo y exclusivamente debido a las huelgas laborales en este país durante 2012. Una menor producción en Rusia y América del Norte, así como también volúmenes más bajos de platino recuperado de catalizadores de automóviles al final de su vida útil y del sector de joyería, también contribuyeron a la caída del 9% sobre una base anual en oferta mundial del metal. Este repentino y dramático apretón por el lado de la oferta fue la razón principal detrás de que el mercado del platino haya pasando de un estado de sobreoferta a uno de déficit en los fundamentos de mercado para 2012.

De la misma forma, la fuerte baja en la oferta de platino en Sudáfrica mantuvo un alto interés por parte de los inversores hacia el metal en 2012. Así, creemos que la magnitud del déficit fundamental de mercado se agravó aún más por la fuerte demanda de los inversionistas. Con esto, el tamaño del déficit podría haber sido tan grande como de 593 Koz.

La demanda por parte de la inversión en platino podría haber ascendido a 410 Koz en 2012, un 9,5% más alto que el volumen comprado por inversionistas en 2011. Los datos revelan que los diferentes grupos de inversionistas reaccionaron de manera diferente a las fluctuaciones del precio del platino en el transcurso de 2012. Mientras que la inversión en platino físico en forma de monedas y lingotes cayó un 31,1% a un total combinado de 210 Koz, las compras del metal a través de ETF de platino totalizaron 200 Koz en 2012 – o 189% por encima de los niveles de 2011.

El precio promedio del platino en 2012 fue 1.550 US$/oz, o 10% por debajo del precio promedio para 2011. Fue la primera caída anual desde 2009. De hecho, el último apretón de la oferta de platino no pudo gatillar una recuperación de los precios en 2012 en gran parte debido a que el mercado mundial de platino se mantuvo con alta liquidez, a pesar de que una cantidad menor de nuevas onzas de platino llegaron últimamente gracias a una importante acumulación de *stocks* del metal en los últimos años – cuando se generaron enormes excedentes. Dicho esto, se requerirá un nivel aún más bajo en la oferta de platino o una demanda física mucho más fuerte con el fin de drenar la alta liquidez del mercado del platino y elevar el precio del metal a niveles superiores.

Tabla 5.22: Balance histórico de mercado del platino, 2005-2012

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
OFERTA TOTAL	**9.656**	**10.228**	**9.892**	**9.762**	**9.421**	**10.084**	**10.366**	**9.437**
% cambio anual		***5,9%***	***-3,3%***	***-1,3%***	***-3,5%***	***7,0%***	***2,8%***	***-9,0%***
Produccion desde minería	6.691	7.108	6.657	6.212	6.036	6.299	6.421	5.727
% cambio anual		*6,2%*	*-6,3%*	*-6,7%*	*-2,8%*	*4,4%*	*1,9%*	*-10,8%*
Chatarra	2.965	3.120	3.235	3.550	3.385	3.785	3.945	3.710
% cambio anual		*5,2%*	*3,7%*	*9,7%*	*-4,6%*	*11,8%*	*4,2%*	*-6,0%*
DEMANDA TOTAL PARA FABRICACIÓN	**9.645**	**9.635**	**9.745**	**9.155**	**8.115**	**9.185**	**9.535**	**9.460**
% cambio anual		***-0,1%***	***1,1%***	***-6,1%***	***-11,4%***	***13,2%***	***3,8%***	***-0,8%***
Convertidores Catalíticos	3.795	3.905	4.145	3.655	2.185	3.075	3.105	3.070
% cambio anual		*2,9%*	*6,1%*	*-11,8%*	*-40,2%*	*40,7%*	*1,0%*	*-1,1%*
Joyería (neto)	1.965	1.640	1.455	1.365	2.245	1.685	1.670	1.940
% cambio anual		*-16,5%*	*-11,3%*	*-6,2%*	*64,5%*	*-24,9%*	*-0,9%*	*16,2%*
Químicos	1.365	1.465	1.500	1.525	1.455	1.635	1.685	1.695
% cambio anual		*7,3%*	*2,4%*	*1,7%*	*-4,6%*	*12,4%*	*3,1%*	*0,6%*
Vidrio	1.270	1.325	1.430	1.355	1.140	1.595	1.795	1.405
% cambio anual		*4,3%*	*7,9%*	*-5,2%*	*-15,9%*	*39,9%*	*12,5%*	*-21,7%*
Artículos eléctricos	450	455	345	315	280	335	330	285
% cambio anual		*1,1%*	*-24,2%*	*-8,7%*	*-11,1%*	*19,6%*	*-1,5%*	*-13,6%*
Petróleo	325	355	375	405	370	330	365	355
% cambio anual		*9,2%*	*5,6%*	*8,0%*	*-8,6%*	*-10,8%*	*10,6%*	*-2,7%*
Otras fabricaciones	475	490	495	535	440	530	585	710
% cambio anual		*3,2%*	*1,0%*	*8,1%*	*-17,8%*	*20,5%*	*10,4%*	*21,4%*
BALANCE	**11**	**593**	**147**	**607**	**1.306**	**899**	**831**	**-23**
de los cuales								
Inversión	15	-40	-25	450	275	75	305	210
ETF	-	-	195	105	385	536	69	200
Precio Real, base 2012 (US$/oz)	**1.035**	**1.276**	**1.415**	**1.675**	**1.270**	**1.673**	**1.750**	**1.550**
Precio Nominal (US$/oz)	**897**	**1.142**	**1.303**	**1.577**	**1.206**	**1.610**	**1.719**	**1.550**

Data: CRU; Company Reports

5.4.3 Balance pronosticado de mercado y proyecciones de precios en el corto plazo

Esperamos que dos importantes tendencias – mencionadas en la sección anterior – se observen en 2013 y empujen el precio del platino a niveles superiores. La primera viene por el lado de la oferta, donde la posibilidad de más recortes en la producción, cierres de minas y postergaciones en planes de expansión sigue estando latente, sobre todo en Sudáfrica – donde los bajos precios del platino están convirtiendo a una cantidad considerable de producción en operaciones no económicamente rentables. Complementando esta incertidumbre en la oferta del metal del país productor más grande del mundo, el año 2013 también verá la próxima ronda de negociaciones salariales bianuales, que a menudo han sido la causa de la interrupción de producción relacionada con problemas laborales. Esto nos lleva a pensar que precios más altos del metal serán necesarios para mantener la producción.

Mientras tanto, y como segunda tendencia a observar en 2013, esperamos una recuperación de la demanda del platino. En particular, esta alza en la demanda del metal provendrá de la industria del vidrio, acompañado por el rápido y continuo crecimiento de la demanda del metal en el sector *diesel off-road*. Ambas alzas deben ejercer presión al alza en los precios también.

Esta doble presión en el mercado del platino probablemente se mantendrá al mercado en un estado de déficit fundamental sustancial durante 2013. En circunstancias normales, esto podría desatar una subida altamente empinada en los precios, sin embargo, es probable que un nivel aún significativo de *stocks* de platino actúen de amortiguador en el alza de precios. Con esto, estimamos un precio medio real para 2013 de 1.619 US$/oz, representando un alza de sólo 3% anual.

Ya para 2014, se espera que un crecimiento en la producción minera de platino en Sudáfrica, junto con un aumento en el volumen de chatarra que se reincorporaría al mercado, empezarán a reducir el déficit de mercado en 2014 y podría empujar al equilibrio en los fundamentos del mercado de nuevo a un estado de sobreoferta en 2015. Con los precios reales del platino recuperados en niveles de 1.720 US$/oz a finales de 2016, se espera que algunos proyectos estancados se reactiven durante 2017, junto con algunas nuevas minas entrando en operación también.

Con los ETF todavía con un gran volumen de metal, el cual eventualmente podría ser liquidado muy fácilmente, el mercado tiene que estar consciente de la fuerte correlación positiva observada a

lo largo de 2012 entre las compras del metal por parte de inversionistas y el precio de los ETF de platino. Esto, junto con un horizonte de inversión mucho menor por parte de los inversionistas en ETF de platino, podría gatillar volúmenes adicionales de oferta de forma más fácil y rápida que lo comúnmente conocido – lo cual podría ser particularmente cierto si los precios caen sustancialmente. En este caso, los inversionistas en ETF pudieran no cumplir con su reputación de mantenerse apegados en el largo plazo con sus inversiones y desencadenar una liquidación importante, amplificando el movimiento de los precios a la baja en lugar de proporcionar apoyo al mercado. Sin embargo, si la demanda de los inversionistas por platino se fortalece en el corto plazo, el mercado del platino se movería a un mayor déficit en 2013 y 2014 provocando estados más estrechos de sobreoferta en el período 2015-2017.

Tabla 5.23: Balance pronosticado de mercado del oro, 2012-2017

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
OFERTA TOTAL	**9.437**	**9.641**	**10.225**	**10.863**	**11.462**	**11.895**
% cambio anual		*2,2%*	*6,1%*	*6,2%*	*5,5%*	*3,8%*
Produccion desde minería	5.727	5.486	5.635	6.003	6.417	6.720
% cambio anual		-4,2%	2,7%	6,5%	6,9%	4,7%
Chatarra	3.710	4.155	4.590	4.860	5.045	5.175
% cambio anual		12,0%	10,5%	5,9%	3,8%	2,6%
DEMANDA TOTAL PARA FABRICACIÓN	**9.460**	**10.052**	**10.758**	**11.129**	**11.765**	**12.207**
% cambio anual		*6,3%*	*7,0%*	*3,4%*	*5,7%*	*3,8%*
Convertidores Catalíticos	3.070	3.057	3.228	3.419	3.620	3.817
% cambio anual		-0,4%	5,6%	5,9%	5,9%	5,4%
Joyería (neto)	1.940	2.160	2.245	2.365	2.450	2.460
% cambio anual		11,3%	3,9%	5,3%	3,6%	0,4%
Químicos	1.695	1.765	1.835	1.905	2.005	2.060
% cambio anual		4,1%	4,0%	3,8%	5,2%	2,7%
Vidrio	1.405	1.570	1.735	1.615	1.765	1.850
% cambio anual		11,7%	10,5%	-6,9%	9,3%	4,8%
Artículos eléctricos	285	255	240	225	205	190
% cambio anual		-10,5%	-5,9%	-6,3%	-8,9%	-7,3%
Petróleo	355	380	415	440	460	475
% cambio anual		7,0%	9,2%	6,0%	4,5%	3,3%
Otras fabricaciones	710	865	1.060	1.160	1.260	1.355
% cambio anual		21,8%	22,5%	9,4%	8,6%	7,5%
BALANCE	**-23**	**-410**	**-533**	**-266**	**-302**	**-311**
Precio Real, base 2012 (US$/oz)	**1.550**	**1.575**	**1.624**	**1.644**	**1.674**	**1.705**
Precio Nominal (US$/oz)	**1.550**	**1.600**	**1.686**	**1.744**	**1.815**	**1.887**

Data: CRU; Company Reports

5.4.4 Balance pronosticado de mercado y proyecciones de precios en el largo plazo

Tal como se he mencionado anteriormente, en el largo plazo se espera un aumento considerable de la demanda por platino impulsada principalmente por la demanda de vehículos a nivel mundial. Por el lado de la oferta, la producción a partir de minería irá perdiendo terreno ante el reciclaje de chatarra, pero aún así el aumento en la oferta no será suficiente para lograr que se equilibre el mercado.

Se espera que en los próximos años el platino entre en un extendido ciclo en el que la oferta no logrará alcanzar a la demanda. En este caso no se cumpliría la teoría de que el precio en el largo plazo equivale al costo marginal de producción del último productor que satisface la demanda, sino que se estaría frente a un escenario de precios en ascenso sostenido.

Tabla 5.24: Balance y precio pronosticado del platino en el largo plazo

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Oferta total	12.190	12.534	12.983	13.284	13.595	13.990	14.372	14.759	15.117	15.521	15.937	16.368	16.934	17.524	18.138	18.777
% cambio anual		*2,8%*	*3,6%*	*2,3%*	*2,3%*	*2,9%*	*2,7%*	*2,7%*	*2,4%*	*2,7%*	*2,7%*	*2,7%*	*3,5%*	*3,5%*	*3,5%*	*3,5%*
Demanda total	12.207	12.661	13.146	13.597	14.006	14.456	14.911	15.380	15.851	16.318	16.798	17.275	17.770	18.275	18.801	19.347
% cambio anual		*3,7%*	*3,8%*	*3,4%*	*3,0%*	*3,2%*	*3,1%*	*3,1%*	*3,1%*	*2,9%*	*2,9%*	*2,8%*	*2,9%*	*2,8%*	*2,9%*	*2,9%*
Balance	**-16**	**-127**	**-163**	**-313**	**-411**	**-466**	**-539**	**-622**	**-734**	**-798**	**-861**	**-907**	**-835**	**-751**	**-663**	**-570**
Precio (US$/oz)																
Nominal	1.887	1.963	2.002	2.122	2.334	2.498	2.673	2.860	3.089	3.336	3.603	3.891	4.202	4.538	4.901	5.293
Real, base 2012	1.705	1.737	1.736	1.804	1.945	2.041	2.141	2.246	2.378	2.518	2.666	2.822	2.988	3.164	3.350	3.547

Data: CRU Strategies

5.4.5 Márgenes y rentabilidad

En términos de los márgenes obtenidos por las principales empresas productoras de platino a partir de minería, la naturaleza de los yacimientos que explota cada una es de gran importancia.

En el caso de Norilsk Nickel, los depósitos que explotan se encuentran principalmente en Rusia y obtienen platino como sub-producto. Por lo tanto, el costo de producción de platino es prácticamente nulo ya que la mayor parte de los costos totales de la operación son absorbidos por el producto principal (níquel y cobre).

En el caso de las demás empresas relevantes en el mercado, como lo serían Impala, Lonmin y Anglo Platinum, sus operaciones se encuentran principalmente en Sudáfrica. Las minas sudafricanas de

platino se caracterizan por ser bastante profundas y, por ende, a operar en base a minería subterránea. Esto conlleva una mayor inversión en infraestructura y un mayor costo operacional asociado a la menor capacidad de producción y a los altos costos de ventilación necesarios para mantener una temperatura adecuada a grandes profundidades. Al mismo tiempo, el costo de la mano de obra ha ido aumentando a nivel mundial. Como consecuencia, Impala y Anglo Platinum funcionan con altos costos operacionales y bajos márgenes. En el caso de Lonmin una parte de su producción proviene de Zimbabue, donde los depósitos se caracterizan por estar en superficie y ser de muy poco profundidad, lo que le permite funcionar con un margen mayor que Impala y Anglo Platinum.

5.5 Análisis competitivo de la industria en Colombia

5.5.1 Modelamiento de las cinco fuerzas de Porter y atractivo de la industria

Para analizar qué tan atractiva es una industria *per sé* se utilizará el modelo de las cinco fuerzas de Porter. Este modelo muestra las ventajas y desventajas de entrar a un mercado en particular, analizando una serie de variables que lo afectan de distintas formas. La tabla siguiente presenta el análisis de competitividad para el mercado mundial del oro, basado en el modelo de las cinco fuerzas de la competitividad de Porter.

Tabla 5.25: Modelo de las cinco fuerzas de Porter

Fuerza	Observaciones
Riesgo de sustitución **MEDIO-BAJO**	• En el principal uso industrial, los catalizadores para vehículos, se usan mezclas de platino, paladio y rodio en diferentes porcentajes de acuerdo a cada especificación del motor. Los últimos desarrollos en este campo se están enfocando en aumentar las proporciones de paladio, que es más barato y reduciendo las de platino. • Debido a la baja proporción que representa el platino en los costos totales de un convertidor catalítico la elasticidad de demanda en este sector es baja. • Para la actual tecnología de convertidores catalíticos para motores diesel, se utiliza una proporción mucho más alta de platino por sobre el paladio, lo que reduce el riesgo de sustitución. • En el caso de aplicaciones químicas y electrónicas específicas el tantalio es un sustituto que ha empezado a surgir con fuerza. • En joyería la sustitución por oro es alta.
Barreras de entrada **ALTAS**	• Barreras geológicas frenan la entrada de nuevos proyectos. De hecho, nuestra visión sobre depósitos de platino económicamente explotables es que existen muy pocos y el lado de la oferta, en el largo plazo, estará altamente restringida. • Dentro de las minas y proyectos en Sudáfrica, país líder en producción y reservas de platino, existen actualmente serios problemas operativos por detenciones debido a problemas laborales, cortes de producción, detenciones por seguridad, etc. • Dada la variabilidad química de los minerales que contienen platino, se requiere que exista una refinería que pueda procesar el mineral. • Para depósitos aluviales existen barreras de entrada muy bajas, pues requieren bajos niveles de inversión. Sin embargo, este tipo de depósito se explota a través de métodos artesanales o pequeña minería.
Poder proveedores **MEDIO-BAJO**	• El *boom* minero en muchos países ha impactado en la disponibilidad y altos costos de servicios y suministros fundamentales para la actividad minera, incluyendo a profesionales y expertos en la industria.
Poder clientes **MEDIO-BAJO**	• Las dos industrias que más demandan platino, la joyería y los convertidores catalíticos para vehículos, son relativamente atomizadas. • En el caso de venta de concentrados de platino, u otras formas intermedias, los refinadores poseen un alto poder de negociación, debido a que por razones técnicas es difícil procesar estos materiales en diferentes refinerías.
Rivalidad de la industria **BAJA**	• La concentración de mercado de las firmas productoras es alta (las cuatro principales empresas produjeron el 82,8% de la producción en 2012). • Esta alta concentración de mercado facilita conductas monopólicas - o bien facilita actos de cooperación entre los productores principales dados por Sudáfrica y Rusia. • Para el futuro no hay motivos para predecir que la concentración de mercado baje y no permanezca, en términos generales, en los niveles actuales.

Data: CRU Strategies

Analizando las cinco fuerzas de Porter se concluye que la industria del platino presenta un atractivo medio-alto tanto en el largo como en el corto plazo, siempre que se logren encontrar nuevos depósitos que permitan la entrada de nuevos actores para disminuir la fuerte concentración del mercado.

A nivel de oferta y demanda, se espera que la demanda de platino continúe aumentando en los próximos años y que la oferta a partir de minería no logre crecer a las altas tasas necesarias para satisfacerla. Considerando este escenario y los subsecuentes altos pecios de venta que presentaría del metal, el descubrimiento de depósitos ricos en platino no pasaría desapercibido.

Al mismo tiempo, si bien hoy en día los márgenes que obtienen la mayor parte de las empresas productoras no son altos, el aumento de precios que se espera cambiaría esta situación.

5.5.2 Dotación de recursos de Colombia

Durante los últimos veinte años la producción de platino en el país se ha mantenido estable, pasando por marcados ciclos de alta y baja producción. Casi la totalidad del platino que se ha explotado en Colombia proviene del departamento de Chocó, siendo la contribución de Antioquía muy menor y la de otros departamentos prácticamente nula. A modo de ejemplo, en 2012 el 98% de las 33 Koz producidas en el país fue extraído del departamento de Chocó.

Figura 5.23: Producción de platino en Colombia por departamento, 1990-2012



La empresa Condoto Platinum tiene desde principios de 2012 las licencias para explorar parte de las áreas del departamento de Chocó desde donde proviene gran parte del platino explotado en los últimos años. A febrero de 2013 han establecido una asociación estratégica con una minera local, modernizando sus equipos y procesos a cambio del derecho sobre cierta cantidad del metal total producido. Además, están trabajando en explorar con tecnologías más avanzadas ciertas áreas de interés, esperando encontrar un distrito minero de suficiente dimensión como para aumentar la relevancia de Colombia como país productor de platino. Sin embargo, por ahora no se cuenta con ningún tipo de estimación sobre los posibles recursos geológicos del departamento de Chocó, y por lo tanto de Colombia.

5.5.3 Principales competidores y posición competitiva de Colombia

Durante las primeras décadas del siglo XX el platino colombiano fue explotado por grandes empresas como la Compañía Minera Chocó Pacífico a partir de depósitos aluviales, posicionando al país como el principal productor a nivel mundial. Sin embargo, la aparición de depósitos de gran magnitud como los encontrados en Rusia y en Sudáfrica permitió la aplicación de métodos de explotación masiva a la minería del platino. Hoy en día la producción de platino en Colombia sigue proviniendo principalmente de depósitos aluviales y dependiendo de la minería artesanal. No se han encontrado depósitos con la magnitud suficiente para ser explotados con métodos mineros modernos, por lo que la producción de platino del país durante los últimos años no ha superado el 0,7% mundial.

Si bien Colombia aparece como el único actor sudamericano relevante en la producción mundial de platino, así como el tercero de América después de Canadá y Estados Unidos, los volúmenes y los métodos artesanales y poco oficiales en los que se explota el metal en el país hacen imposible que Colombia compita en el mercado del platino hoy en día. Geológicamente las reservas mundiales se encuentran fuertemente concentradas en las regiones que actualmente son responsables de más del 90% de la producción, como lo son Sudáfrica, Rusia, Canadá y Estados Unidos, por lo que Colombia sólo podría competir si se encontrara un depósito de clase mundial dentro de sus fronteras. Con respecto al contexto de explotación, el Censo Minero Colombiano realizado en 2011 por el Ministerio de Minas y Energía del país muestra que de las 112 operaciones de platino encuestadas, sólo 5 contaban con el título minero necesario para operar dentro de la legalidad.

Tabla 5.26: Reservas mundiales de MGP (Koz)

Sudáfrica	2.025.497
Rusia	35.366
Estados Unidos	28.936
Canadá	9.967
Otros países	25.721
Reservas Totales	**2.125.486**

Data: U.S.Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, 2013

Comparando a Colombia con los principales productores de platino existe una clara diferencia en cuanto a las características naturales de sus yacimientos, tanto en su tipo como en la magnitud de producción que permiten. En cuanto a políticas gubernamentales, el riesgo político que presenta Colombia es menor que el de los países africanos, sobre todo después del año de huelgas y problemas laborales que tuvo Sudáfrica en 2012. También se percibe como un país menos riesgoso que Rusia. En principio, si se encontraran yacimientos de buena calidad explotables a costos razonables en Colombia no habría mayores impedimentos para que se desarrollaran proyectos, sobre todo en vista de la buena voluntad que han mostrado el gobierno y los consejos regionales en negociar con Condoto Platinum. Con respecto a los accesos e infraestructura del país, casi el 100% del platino producido actualmente así como las exploraciones llevadas a cabo por Condoto Platinum se llevan a cabo en el departamento de Chocó, departamento con salida al mar.

Tabla 5.27: Ventajas y desventajas competitivas de Colombia

Ventajas	• Se estima que los depósitos actuales son de bajo costo. Existen prospectos importantes que podrían tener costos razonables de producción y baja inversión. • En los últimos años Colombia ha pasado de ser percibido como un país poco seguro a un país con buen crecimiento económico y con una buena institucionalidad.
Desventajas	• La extracción desde depósitos aluviales, particularmente en ríos, no permite el aprovechamiento de economías de escala. • Si bien la percepción de seguridad en el país ha mejorado, la minería del platino sigue estando en manos de pequeños productores artesanales que producen de forma ilegal. Esto es un problema para las empresas a la hora de obtener los permisos correspondientes y que estos sean ignorados por los pequeños mineros. • Incluso si se siguieran explotando los depósitos aluviales conocidos a bajos costos, los volúmenes proyectados no alcanzarían a ser el 1% de la producción mundial.

Data: CRU Strategies

RESUMEN

- La industria minera del platino se puede considerar de gran atractivo principalmente por la falta de oferta y el aumento en la demanda que se esperan a futuro, con el subsecuente aumento de los precios de venta del metal.
- Es poco probable que Colombia logre convertirse en un país relevante en términos de producción de platino. El mayor impedimento en el desarrollo de una minería a gran escala de platino en Colombia es la existencia de depósitos geológicos que sean competitivos con los depósitos de los cuales proviene la producción hoy en día.
- Actualmente no se cuenta con ningún tipo de información en cuanto a estimación de recursos a partir de exploración en Colombia, y la pequeña producción que tiene proviene de depósitos aluviales explotados por métodos artesanales. Dado que estos depósitos han sido en su mayoría agotados por su explotación a principios del siglo XX, su condición actual no permite una explotación masiva.

Capítulo 6 – Mercado de la Roca Fosfórica

6.1 Resumen general del mercado

RESUMEN DEL MERCADO

- **Características clave del mercado**

  El mercado mundial de roca fosfórica alcanzó los US$36.000 millones en el año 2012, equivalentes a 195,3 millones de toneladas producidas.

  Por parte de la demanda, la producción de productos fertilizantes es la determinante principal de la roca fosfórica, siendo por ende esta última estimulada fundamentalmente por la actividad agrícola. La producción de ácido fosfórico, un producto intermedio utilizado para la posterior producción aguas abajo de fertilizantes (y en menor medida otros productos no-fertilizantes también), es el mayor foco dentro de la demanda del mineral abarcando alrededor de un 75% del total de consumo de fosfato. Así, los mayores productores de productos fosfatados aguas abajo son los mayores consumidores de roca fosfórica, liderados por notoriamente por China – y seguido de EE.UU. y Marruecos.

  Por el lado de la oferta, la roca fosfórica no posee determinantes mayormente relevantes que no sea el mineral proveniente de la producción minera. En cierto sentido, esto diferencia a esta industria con la de otros minerales debido a que en este caso el mineral es efectivamente consumido, no dejando espacio para el reciclaje. La producción de roca es liderada, sin lugar a dudas, por China, quien abarcó en 2012 un 40% del total mundial. A éste le siguen EE.UU. y Marruecos, cubriendo los tres principales productores un 68% de la producción global.

  En términos de precio, éste cerró en un promedio de 186 US$/ton en 2012. Este precio es reflejo de un notorio aumento en el valor del mineral observado en los últimos cinco años. CRU estima, sin embargo, que este precio disminuirá en el corto plazo principalmente por el importante nivel de sobreoferta existente hoy en día.

- **Cambios recientes y en desarrollo en el mercado**

  El consumo de roca fosfórica ha tendido a estar donde ésta es producida, dado que los productores integrados aprovechan la ventaja de menores costos operativos – en comparación con aquellos productores de derivados aguas abajo que deben comprar el mineral a altos precios. En este sentido, los productores de roca han obtenido últimamente márgenes mucho mayores a los productores de fertilizantes, poniendo en aprietos a estos últimos debido a los altos precios de roca observados.

  Por otro lado, los altos precios de la roca han gatillado importantes aumentos de capacidad de producción. La capacidad estimada para 2012 es de 243,7 millones de toneladas, lo que es eventualmente suficiente incluso para satisfacer el aumento de demanda esperada en los próximos cinco años. No obstante, existe un gran número de proyectos en carpeta que mantendrán importantes niveles de sobrecapacidad en el mercado.

- **Oportunidades / Riesgos**

  El nivel de sobrecapacidad existente en el mercado es significativo e implica un riesgo a cualquier nuevo entrante, donde las tasas de utilización de la industria hoy en día han sido relativamente bajas (alrededor de 80% comparado con un promedio correspondiente a la década de 2000 que en general fue superior – excluyendo el año 2009, el cual registró una utilización históricamente baja debido a la crisis financiera mundial). Además, existe una importante cantidad de proyectos de producción que mantendrán los niveles de capacidad notoriamente por sobre los de demanda. Esto, naturalmente, gatillará una baja de precios de la roca en el corto plazo.

- **Acceso al mercado / Barreras de entrada**

  Las barreras de entrada, para el caso particular de proyectos de producción de roca fosfórica, son mínimas. Esto se debe a los bajos costos de capital requeridos en la industria. Esto ha impulsado al mercado a observar muchos nuevos proyectos aportando nueva capacidad, sin embargo en términos la producción no ha seguido la misma tendencia debido a la menor demanda observada.

6.2 Estructura y caracterización de la demanda en Europa, Asia y las Américas y el Caribe

6.2.1 Determinantes de demanda

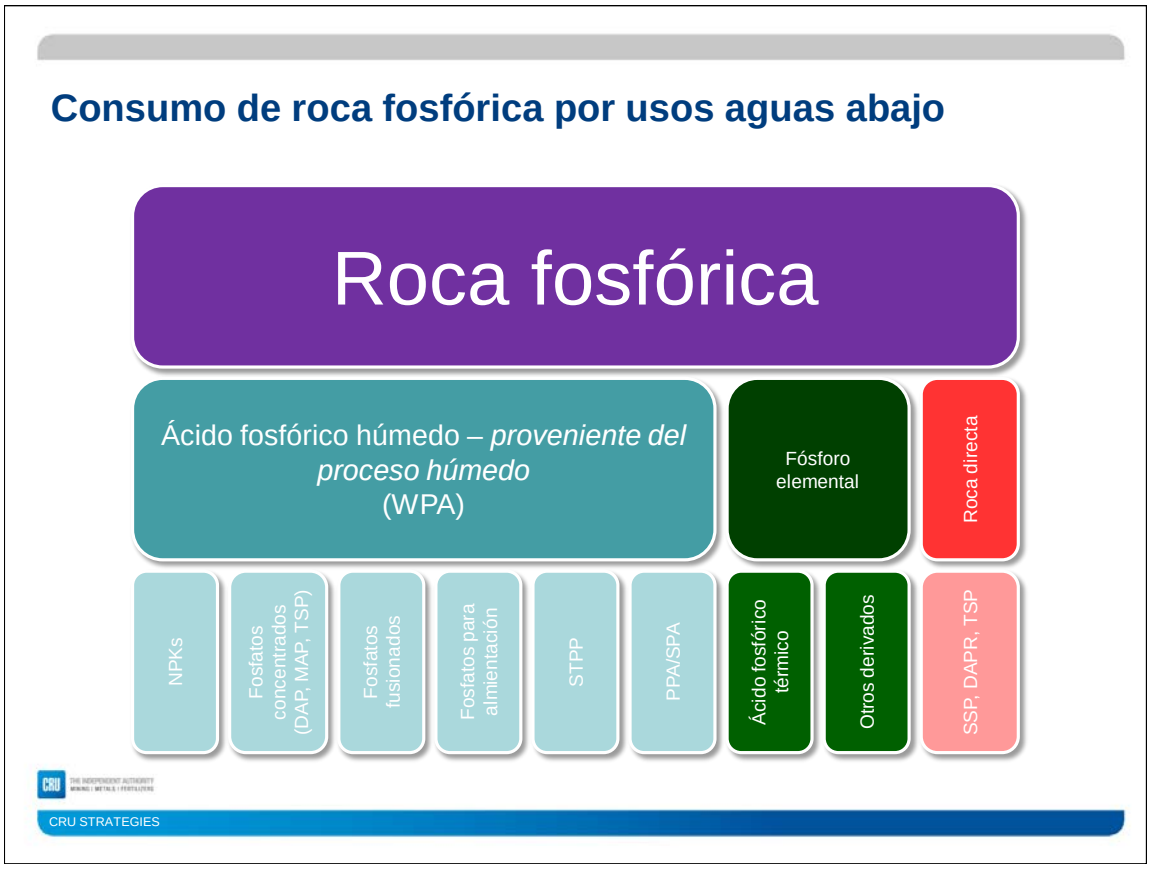
La roca fosfórica se refiere a cualquier mineral que contenga cantidades recuperables de pentóxido de fósforo (P_2O_5) y en general puede ser clasificada como de alta ley (mayor a 31% de P_2O_5), ley media (entre 24 y 31% de P_2O_5) y de baja ley (entre 16 y 24% de P_2O_5). De esta forma, el fosfato se refiere específicamente al compuesto P_2O_5 encontrado en estos depósitos minerales precisamente conocidos como roca fosfórica (o fosfato natural).

Básicamente, la roca fosfórica se utiliza principalmente en la producción de productos fertilizantes, y por lo tanto, la demanda mundial de la roca es impulsada mayormente por la demanda agrícola.

Los componentes principales para la producción de fertilizantes de fosfato son azufre, roca fosfórica y amoníaco anhidro en el caso de los fosfatos amoniacales. Los productos terminados abarcan productos como el ácido de grado comercial (o "MGA" del inglés "*merchant grade acid*"), fosfato diamónico (o "DAP" del inglés "*di-ammonium phosphate*"), fosfato monoamónico (o "MAP" del inglés "*mono-ammonium phosphate*"), superfosfato granular triple (o "SFT" del inglés "*granular triple super phosphate*"), fosfato monocálcico (o "MCP" del inglés "*monocalcium phosphate*"), el fosfato dicálcico (o "DCP" del inglés "*Dicalcium phosphate*"), el superfosfato simple (o "SSP" del inglés "*single superphosphate*"), el tripolifosfato de sodio (o "STPP" del inglés "*sodium tripolyphosphate*"), el ácido fosfórico purificado (o "PPA" del inglés "*purified phosphoric acid*") y el NPK.

En esta línea, el seguimiento y análisis de la demanda de la roca fosfórica es una tarea altamente compleja, dado que la cantidad de químicos que contienen productos fosfóricos es muy alta y sus respectivas composiciones químicas son siempre muy diversas. En términos netamente generales, el fosfato se convierte primeramente en ácido fosfórico o fósforo elemental para su posterior uso en la producción de derivados o productos finales – entre los cuales destacan los fertilizantes. La figura siguiente muestra los principales componentes de la demanda de roca fosfórica.

Figura 6.01: Composición general de la demanda de roca fosfórica por uso aguas abajo



A nivel mundial, el consumo total de P_2O_5 (tanto en fertilizantes como en no-fertilizantes) acumuló 47,0 millones de toneladas en 2012, lo que en volumen de roca fosfórica significó 191,1 millones de toneladas. De esto, gran parte de la demanda de roca fosfórica se originó a partir de productores de ácido fosfórico proveniente de un proceso húmedo ("*wet process*"). Estos productores son cada vez con más frecuencia productores integrados verticalmente con minas de roca fosfórica y líneas de producción aguas abajo; éste precisamente es el caso de los fertilizantes complejos, fertilizantes concentrados o fertilizantes fosfatados granulares (dados por DAP, MAP y TSP).

De esta forma entonces, es importante tener en cuenta *que la roca fosfórica tiende a ser consumida en donde es producida*, puesto que los productores integrados de ácido fosfórico mediante el proceso húmedo – el mayor uso de la roca – se benefician de los menores costos de operación. Evidencia de esto es el hecho de que sólo alrededor del 15% de la producción mundial de roca fosfórica es vendida a productores aguas abajo. Por esta razón, gran parte del crecimiento

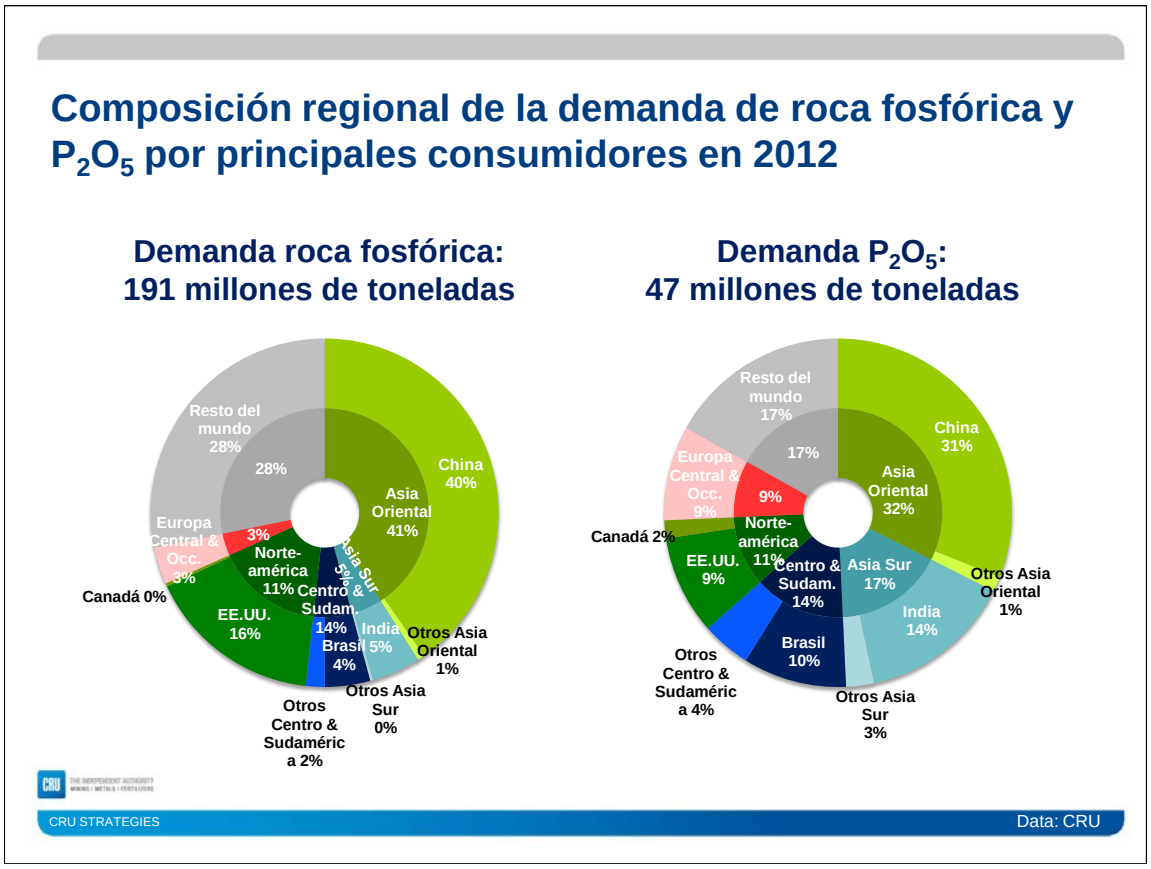
geográfico del consumo de roca será dictada por la ubicación de la nueva capacidad de extracción minera de la roca, así como también de la capacidad de producción de productos aguas abajo donde existe sobrecapacidad de extracción minera – como por ejemplo, Marruecos.

En cuanto al consumo de roca fosfórica a nivel geográfico, la demanda del *commodity* estuvo confinada a unas pocas regiones clave el año 2012, con Asia Oriental y América del Norte manteniendo sus posiciones como los dos mayores consumidores de fosfato natural. Ellos contribuyeron conjuntamente al 58% del consumo mundial dicho año. A nivel de países, los cuatro mayores países consumidores mundiales – China, India, Brasil y EE.UU. – representaron conjuntamente el 65% de la demanda mundial en 2012.

Por otro lado, al analizar la demanda de P_2O_5, la cual indica el consumo del producto fosfatado final (fertilizantes y no-fertilizantes) aguas abajo y no el consumo de roca como insumo para producir dichos derivados, la distribución cambia considerablemente – aunque no drásticamente puesto que los mayores consumidores, tanto de roca como de P_2O_5, siguen en general siendo los mismos.

Las mayores diferencias entre los volúmenes de demanda de ambos elementos se basan en dos principales factores. El primero es que en Medio Oriente y el Norte de África los productores de roca fosfórica se están centrando cada vez más en exportar productos fosfatados finales en lugar de roca fosfórica. Por lo tanto, la demanda de roca como insumo para producción de derivados es significativamente mayor que la demanda de productos finales fosfatados. En segundo lugar, Brasil e India se encuentran actualmente en un déficit estructural de fosfato, especialmente por el lado de la demanda de fertilizantes. De hecho, Brasil e India son los mayores importadores mundiales de DAP y MAP, respectivamente. Las perspectivas para ambos países, sin embargo, difieren. El objetivo de Brasil es alcanzar la autosuficiencia de fósforo en la próxima década a través de la explotación de reservas existentes en lugares inaccesibles, pero los recursos de roca de India están muy lejos de ser suficientes para sus necesidades domésticas, incluso en el largo plazo.

Figura 6.02: Composición regional de la demanda de roca fosfórica y P_2O_5 por principales consumidores



6.2.2 Demanda en base a usos finales

Como se mencionó anteriormente, el seguimiento de demanda en base a usos finales es extremadamente complejo para el caso de la roca fosfórica. No obstante, y como ya se mencionó anteriormente, en términos generales la roca fosfórica se convierte en la mayoría de los casos en ácido fosfórico, para posteriormente ser convertido en los distintos productos derivados. El P_2O_5 restante proviene de una variedad de fuentes, incluyendo el superfosfato simple, fósforo elemental, fosfatos alimentarios inorgánicos, u otros fertilizantes tales como nitro-fosfatos o roca para aplicación directa.

A pesar de ser un producto intermedio, el ácido fosfórico se presenta igualmente en esta sección debido a su importancia dentro del contexto de demanda de roca fosfórica.

6.2.2.1 Ácido fosfórico y sus derivados

Se estima que alrededor del 75% del consumo mundial P_2O_5 se concentra en su principal derivado: el ácido fosfórico proveniente del proceso húmedo. El ácido fosfórico es un producto intermedio principalmente fabricado para la posterior producción de fertilizantes. Las dos rutas básicas de proceso para la producción comercial de ácido fosfórico son:

• Proceso húmedo: el ácido fosfórico es producido a través de la reacción de roca fosfórica con un ácido fuerte, tal como el ácido sulfúrico (H_2SO_4), aunque tanto el ácido nítrico como el ácido clorhídrico pueden ser utilizados.

• Proceso térmico: el ácido fosfórico es producido a través de la oxidación de fósforo elemental (fabricado por la reducción con carbono de la roca fosfórica) y posterior hidratación del pentóxido de fósforo (P_2O_5).

En este sentido, la producción de ácido fosfórico mediante el proceso húmedo cumple con los requisitos de calidad de la aplicación clave aguas abajo: la producción de fertilizantes de fosfato. Esto la convierte en la tecnología más utilizada en todo el mundo. Además, a pesar de que el ácido fosfórico térmico posee en general mayores concentraciones de P_2O_5, mediante el proceso húmedo también se puede lograr producir ácido fosfórico a altas concentraciones de P_2O_5, lo que hace que al ácido húmedo (o "WPA" del inglés "*wet-process phosphoric acid*") un buen sustituto para el ácido térmico en la mayoría de las aplicaciones.

La producción de ácido térmico requiere temperaturas en el intervalo de 1.200 y 1.500 °C, lo que resulta en altos costos de producción. Éstos han restringido la expansión de estas plantas, a pesar de que se estima que algunas cantidades de ácido fosfórico de alta pureza todavía son requeridas.

Así, transversalmente a través de los distintos usos finales de la roca fosfórica, el ácido WPA es el más significativo dentro del ámbito de la demanda total de la roca debido principalmente a dos razones:

- Se utiliza como materia prima en la producción de la mayoría de los productos finales en términos de volumen;
- Muestra el más alto grado de correlación con respecto la demanda total de roca fosfórica.

El ácido WPA se obtiene mediante la combinación de la roca fosfórica enriquecida con ácido sulfúrico, con el fin de obtener el ácido a la concentración requerida. Este proceso también genera como resultado el subproducto dado por el yeso (sulfato de calcio).

El ácido producido a través de la ruta húmeda contiene más impurezas que el ácido producido mediante el proceso térmico, aunque la ventaja competitiva asociada a los menores costos hace que sea la fuente principal de ácido para muchos usos aguas abajo. En algunas regiones, el subproducto yeso es una fuente de preocupaciones a nivel medioambiental, ya que puede contener impurezas no deseadas. Este es el caso de la roca fosfórica extraída en Florida debido a la presencia de uranio (y otros elementos) en el mineral. En contraste a esto, en Brasil el subproducto yeso se vende como un acondicionador para la tierra para su uso en la agricultura, debido al efecto de encalado de su contenido de calcio.

La mayor parte del ácido WPA se utiliza en la producción de fertilizantes complejos de fosfato dados por DAP, MAP y TSP. Estos tres productos representan aproximadamente el 81% del mercado del ácido WPA, y todos estos productos están significativamente correlacionados con la demanda de roca.

6.2.2.2 Otros productos

A pesar de que el ácido fosfórico, y en particular el ácido WPA, es el producto más ampliamente fabricado a partir de la roca fosfórica como materia prima, el análisis de la demanda de roca fosfórica no sería completo si no se mencionaran otros usos. Aunque la información sobre los mercados que no sean WPA, DAP, MAP y TSP es mucho menos transparente, CRU igualmente realiza seguimiento de estos mercados con regularidad.

En las sub-secciones a continuación, se ofrece una introducción del uso de fósforo tanto en otros productos fertilizantes como en productos no-fertilizantes.

- **Otros Fertilizantes:**

Los ya mencionados DAP, MAP y TSP no son los únicos fertilizantes disponibles en el mercado que contienen fósforo. Otros productos son:

- Superfosfato simple y de superfosfato doble: El superfosfato simple (SSP) es el fertilizante no basado en ácido más importante, representando aproximadamente el 12% de la demanda

mundial de P_2O_5. Está formado mediante la reacción de la roca fosfórica con ácido sulfúrico, y, dada su menor valor de mercado, se produce sobre todo cerca de los mercados finales o bien es comercializado a través de fronteras nacionales. El superfosfato doble (o "DSP" del inglés "*double super- phosphate*") es un producto similar, a pesar de que tiene una ley ligeramente superior. Éste último se produce actualmente sólo en Indonesia.

- Roca fosfórica para aplicación directa: La roca fosfórica para aplicación directa (o "DAPR" del inglés "*direct application phosphate rock*") es particularmente útil debido a su lenta liberación de fosfato en suelos ligeramente ácidos. Su aplicación tiene algunas ventajas agronómicas, incluido el efecto de encalado de su contenido cálcico y la baja escorrentía de fosfato por disolución de aguas subterráneas. Sumado a esto, la aplicación directa de la roca molida es permitida como fertilizante para cultivos orgánicos. Asia Sur-Oriental es actualmente el mercado clave del DAPR, impulsado principalmente por la producción de aceite de palma.
- Nitro-fosfatos: Los nitro-fosfatos (o "PN" del inglés "*nitro-phosphate*") son fertilizantes obtenidos por la reacción de la roca fosfórica con ácido nítrico. Esta ruta productiva tiene las ventajas de evitar la producción de yeso como subproducto y de ser independiente de los precios del azufre. Sin embargo, la complejidad del proceso, su dependencia del gas natural y sus altos costos de capital hacen que el PN sea menos atractivo que la producción de fertilizantes vía la ruta húmeda (WPA). Actualmente, alrededor de 1,0 millón de toneladas de PN se producen cada año. Las fluctuaciones a corto plazo son impulsadas principalmente por los precios del azufre; el comercio de PN es pequeño en términos de volumen.
- Fertilizantes compuestos o NPK: El término NPK – para fertilizantes compuestos – se refiere a cualquier fertilizante, incluyendo diferentes formulaciones de nutrientes, que generalmente incluyen nutrientes secundarios también. NPK no debe ser confundido con los abonos o fertilizantes de mezcla. Mientras que estos últimos son simplemente una mezcla de diferentes granos de diversos fertilizantes (diseñados para replicar algún componente nutriente objetivo), el NPK contiene los mismos nutrientes en cada grano. NPK puede ser producido por una variedad de rutas, ya sea a partir de ácido fosfórico, roca fosfórica molida, o fertilizantes granulares tales como DAP o MAP. Dado que su formulación puede ser muy variada, los fertilizantes NPK tienden a ser más populares en los mercados que buscan productos específicamente adaptados a la medida de los cultivos, como Europa Occidental o América del Norte – donde Asia Sur-Oriental es también un importante consumidor de estos productos.

- **Fosfatos para Alimentación (de animales):**

Los fosfatos no son sólo una fuente de fósforo para las plantas, sino que también se utilizan como suplemento de nutrientes para los animales, ya que mejoran el crecimiento y el desarrollo de los huesos. Los principales productos de fosfatos para alimentación existentes en el mercado son el fosfato monocálcico (MCP), el fosfato dicálcico (DCP) y el fosfato de roca desfluorado (o "DFP" del inglés "*defluorinated phosphate rock*").

Los fosfatos inorgánicos de alimentación (o "IFP" del inglés "*inorganic feed phosphates*") se producen principalmente a través de dos procesos, usando ácido fosfórico húmedo (WPA) o roca fosfórica tratada con HCl como fuente del fósforo. Este último proceso, previamente bien establecido en el mercado europeo, ha disminuido en el tiempo.

- **Fosfatos Industriales y de Grado Alimentario:**

La roca fosfórica, aparte de fertilizantes, se utiliza también en aplicaciones industriales. La demanda de la mayoría de estos productos industriales ha crecido en línea con el PIB mundial y tendencias de la población; no obstante, algunos productos industriales, como el ácido fosfórico térmico, están siendo sustituidos por otros productos debido a su alto costo de producción.

La capacidad global de ácido fosfórico técnico, esto es, aquellos cuya ley supera el 60% de P_2O_5 y que son utilizados comúnmente para fines industriales, se estima ligeramente superior a 6,0 millones de toneladas de P_2O_5 en 2012. Las plantas de ácido fosfórico térmico, que representan la principal ruta de producción de ácido fosfórico que no sea WPA, son particularmente intensivas en energía, ya que la producción requiere dos fases de transformación térmica. En primer lugar, la roca fosfórica se calienta a 1.200-1.500 ºC con arena (SiO_2) para producir fósforo elemental (en su forma alotrópica P_4), y luego se quema con el fin de producir pentóxido de fósforo (P_2O_5), el cual es eventualmente hidratado y transformado a ácido fosfórico. Esta ruta produce un ácido fosfórico muy puro, que en la mayoría de los casos, es más adecuado para usos industriales en comparación con el ácido WPA purificado. Actualmente, el único país en el que el ácido fosfórico térmico se produce en cantidades importantes es China.

El fósforo se utiliza en una variedad de productos de consumo, tales como pasta de dientes o productos farmacéuticos, aunque en un número cada vez menor de marcas. También se utiliza en la fabricación de lubricantes, surfactantes y detergentes, principalmente en forma de tripolifosfato de

sodio (STPP), pero este uso se redujo drásticamente en 2009 como resultado del impacto de la crisis financiera sobre la producción industrial. Esperamos que la demanda de STPP se mantenga estable en torno a los niveles actuales durante los próximos cinco años.

Los usos agrícolas no-fertilizantes incluyen insecticidas y pesticidas, pero estas aplicaciones están mostrando un fuerte descenso. Esto es debido a la reorientación de los productos no específicos a los más adaptados y ajustados a la medida, los cuales requieren una mezcla más sofisticada de productos químicos. Esto reduce su concentración de fósforo. Sin embargo, productos químicos tales como cloruro de tiofosforilo o tricloruro de fósforo son elementos importantes en la producción de productos químicos más específicos.

El fósforo rojo se utiliza en la producción de fósforos, debido a su estabilidad a niveles de temperatura atmosférica. El fósforo se utiliza, en diferentes formas, tanto como un iniciador de fuego como un retardante de fuego en forma de polímeros de recubrimiento. Por otra parte, el fósforo también se puede utilizar como un medio de desengrasado o revestimiento de metales para hacerlos más resistentes o adecuados para usos específicos. La demanda de fósforo en el tratamiento de metales ha sufrido en gran medida desde la crisis industrial en 2009, y la recuperación total en los próximos años no se ve muy probable.

Los fosfatos también se utilizan como aditivos alimentarios en la forma de sales de fosfato. El propio ácido fosfórico también se utiliza en el tratamiento de productos lácteos frescos, para apoyar el desarrollo de la levadura en la vinicultura, o en la producción de bebidas cola y cervezas. Una aplicación interesante es en el tratamiento de aguas: químicos de fosfato son ampliamente utilizados en el tratamiento de aguas residuales y en el agua pre-tratada antes de la desalación, ya que son muy eficaces contra agentes corrosivos.

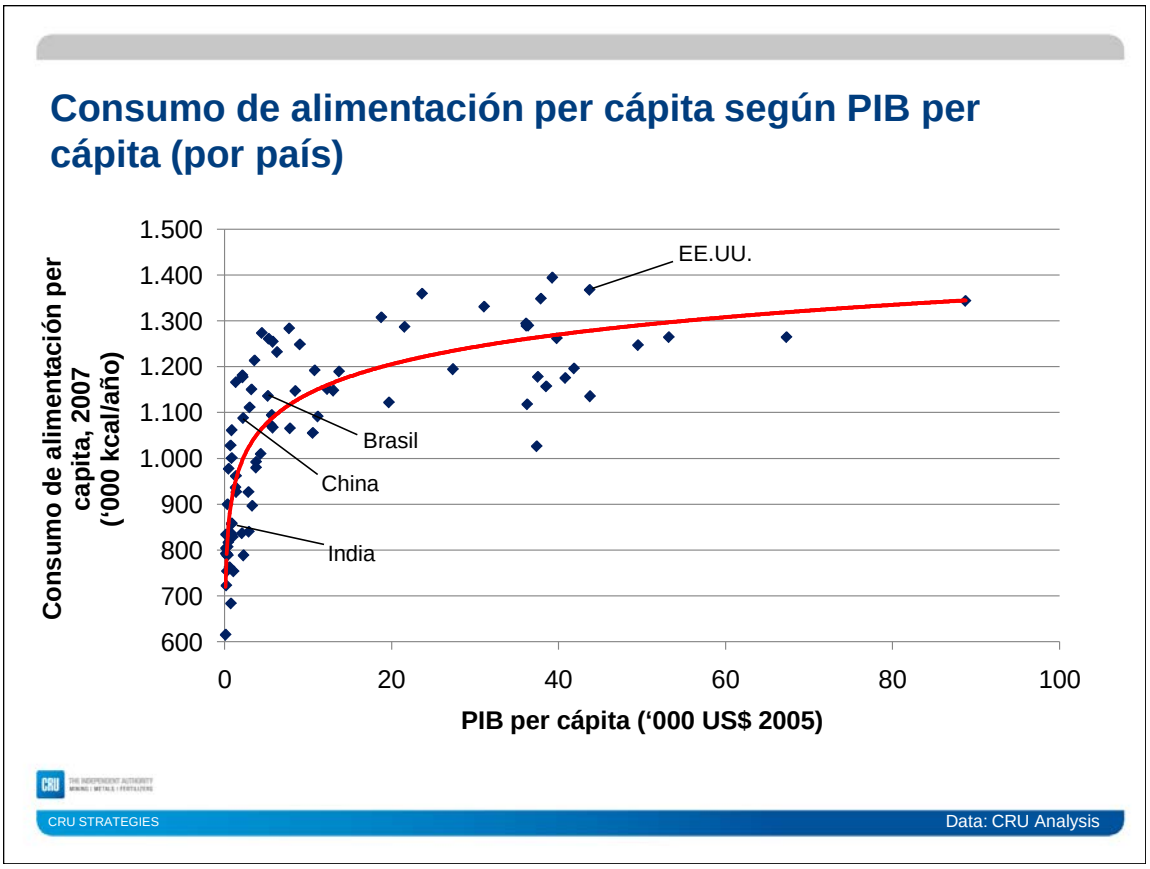
6.2.3 Intensidad de uso & el ciclo de desarrollo

Como se explicó, la demanda de fertilizantes está determinada por las perspectivas de producción de cultivos, la cual se relaciona tanto con el consumo de alimentos como de la necesidad de alimentos para animales y fibra natural, entre otros. Teniendo en cuenta esto, es posible realizar un análisis sobre el ciclo de desarrollo en cada región base a los volúmenes de demanda de alimentación y plantaciones de cultivos en cada uno de ellos.

Cabe notar que para el caso particular del consumo de roca fosfórica, el análisis de intensidad de uso según PIB per cápita no es análogo al de otros *commodities* minerales asociados a metales utilizados en varias aplicaciones vinculadas al nivel de desarrollo de un país. Éste es el caso de *commodities* como el cobre, acero y otros metales, los cuales están presentes a lo largo del desarrollo de un país o región con niveles de intensidad de uso diferentes dependiendo del nivel de desarrollo de éste (emergente, industrialización, maduro o postindustrial). Dado que la mayor componente de demanda de la roca fosfórica es la demanda del mineral para fines agrícolas (y asociado a esto, alimentación), la evolución de la intensidad de uso en un país o región no es necesariamente igual al de los metales ya referenciados – los cuales están más asociados a construcción y manufactura.

Así, enfocando el análisis en el consumo de alimentos, del cual gran parte del consumo de fosfatos deriva (principalmente por el uso de fertilizantes), es posible observar un patrón de comportamiento del consumo de alimentos según el nivel de desarrollo del país.

Figura 6.03: Consumo de alimentación per cápita según PIB per cápita (por país)



Como se observa, es posible determinar que a medida que el ingreso per cápita aumenta en los países en vías de desarrollo, su consumo calórico también aumenta rápidamente. No obstante, con el tiempo, el crecimiento en el consumo calórico no sigue el ritmo de crecimiento de los ingresos, y la proporción del ingreso gastado en alimentación baja.

Así, podemos afirmar que cambios en el ingreso generan cambios en la dieta. A medida que aumentan los ingresos, las personas se alejan de los alimentos básicos – como los cereales – en favor de productos de mayor valor como la carne, aceites y productos lácteos. Por ejemplo, según la Organización de Agricultura y Alimentación de las Naciones Unidas (FAO), en el periodo 1990-2007 los ingresos en Asia Oriental aumentaron en un 6,0% anual. Durante este tiempo el consumo de carne, pescado, huevos y productos lácteos aumentaron en una tasa de 4,6% anual, mientras que el consumo de cereales cayó. En particular, el cambio en favor del consumo de carne requiere de

mayores niveles de producción agrícola y el uso de recursos (dado que la alimentación para animales requiere de importantes cantidades de grano).

6.2.4 Evolución histórica de la demanda

El consumo de roca fosfórica ha crecido de 170 millones de toneladas en 2005 a 191 millones de toneladas en 2012, pero este período no ha estado exento de volatilidad. En 2009, la demanda de roca cayó a 158 millones de toneladas a raíz de una desaceleración de la cosecha y a los precios de los fertilizantes, puesto que los agricultores ponen freno a la aplicación de fertilizantes durante recesiones económicas. China ha sido el líder de la producción y la demanda de roca a nivel mundial en los últimos años – donde muchas minas están integradas con capacidad de producción aguas abajo. En 2012, la demanda mundial de roca fosfórica fue dominada por tres países, dados por China (40%), Estados Unidos (16%) y Marruecos (10%), lo que representa casi dos tercios (66,2%) de la demanda global.

Como se mencionó anteriormente, una gran parte de la demanda de roca fosfórica se origina a partir de productores de ácido fosfórico proveniente del proceso húmedo (ácido WPA). Estos productores son generalmente productores integrados verticalmente – con minas de roca fosfórica y líneas de producción aguas abajo (al igual que lo observado en China), especialmente en el caso de los fertilizantes concentrados (DAP, MAP y TSP).

El presente análisis de demanda describe los patrones regionales de pronósticos de roca fosfórica. De la misma forma y cuando corresponda, se describen resumidamente los acontecimientos más relevantes asociados al mercado de ácido WPA junto con la correspondiente información histórica de producción, dado que esta información representa la gran mayoría de la demanda de la roca fosfórica y ha presentado históricamente una alta correlación con los niveles totales de producción de roca – correlación la cual se encuentra en niveles de incluso 97% (desde el año 2000). Además, gran parte de la variación de la demanda vendrá de esta industria en los próximos cinco años, mientras que otros sectores son demasiado pequeños o bien crecen a tasas pequeñas que no afectarían de manera significativa en las presentes estimaciones.

La demanda total de roca fosfórica clasificada por región, junto con los países consumidores más relevantes, se detalla en la tabla siguiente.

Tabla 6.01: Demanda de roca fosfórica por región, 2005-2012 ('000 toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
Europa Occidental Total	7.068	6.432	6.812	6.154	3.031	5.616	4.895	4.338	-6,7%
Europa Central Total	2.881	2.872	2.945	2.457	1.100	2.033	2.287	2.251	-3,5%
Ex-Unión Soviética Total	12.195	11.879	12.133	12.205	10.403	12.415	12.670	13.223	1,2%
Russia	*8.182*	*8.270*	*8.258*	*7.574*	*7.411*	*8.239*	*8.208*	*8.939*	*1,3%*
África Total	24.993	24.004	24.928	22.057	21.848	24.328	23.409	25.818	0,5%
Marruecos	*13.595*	*13.593*	*13.825*	*11.914*	*12.439*	*14.233*	*17.959*	*18.278*	*4,3%*
América del Norte Total	39.003	33.996	34.876	32.077	28.502	32.081	34.690	31.721	-2,9%
EE.UU	*38.115*	*33.461*	*34.066*	*31.095*	*27.598*	*31.105*	*33.791*	*31.160*	*-2,8%*
América Central Total	950	922	908	1.938	1.574	2.480	2.563	2.501	14,8%
América del Sur Total	7.474	8.028	9.041	8.472	7.641	7.904	8.004	8.936	2,6%
Brasil	*6.739*	*7.082*	*8.010*	*7.632*	*6.885*	*7.109*	*7.254*	*8.075*	*2,6%*
Medio Oriente Total	7.264	6.955	6.788	6.145	5.625	6.755	7.162	7.739	0,9%
Arabia Saudita	-	-	-	-	-	*121*	*568*	*2.900*	-
Asia Sur Total	6.874	7.330	7.388	7.299	6.953	8.926	9.694	9.156	4,2%
India	*6.216*	*6.849*	*6.782*	*6.734*	*6.509*	*8.387*	*9.133*	*8.678*	*4,9%*
Asia Sur-Oriental Total	4.003	3.821	3.605	4.096	3.667	4.580	4.582	4.019	0,1%
Asia Oriental Total	53.108	58.214	63.880	62.316	65.191	69.680	74.892	78.300	5,7%
China	*50.646*	*56.016*	*61.746*	*59.779*	*64.118*	*68.200*	*73.363*	*77.064*	*6,2%*
Oceanía Total	3.843	3.136	3.670	4.180	2.488	3.252	3.137	3.103	-3,0%
Australia	*2.991*	*2.368*	*2.775*	*3.309*	*2.168*	*2.505*	*2.466*	*2.501*	*-2,5%*
Total	**169.655**	**167.587**	**176.974**	**169.397**	**158.023**	**180.048**	**187.983**	**191.104**	**1,7%**
% cambio anual		*-1,2%*	*5,6%*	*-4,3%*	*-6,7%*	*13,9%*	*4,4%*	*1,7%*	

Data: CRU International

6.2.4.1 Asia

Asia representó (incluyendo a la región de Medio Oriente) el 52% de la demanda mundial de fosfato natural en 2012. China es el foco principal al momento de evaluar la demanda asiática por dicho *commodity*. El país se ha convertido en el mayor productor mundial de ácido fosfórico, después de una rápida expansión de la producción china de P_2O_5 durante la última década. Esto ha consecuentemente empujado la demanda de roca, llegando en 2012 a que el consumo haya aumentado en un 5% con respecto al año anterior a 77,1 millones de toneladas de roca – lo que equivale al 78% del total regional y al 84% del total regional sin considerar Medio Oriente. Sin embargo, a raíz de la rápida expansión de la industria de fosfato en China, se observa una mayor presión por abastecimiento de roca fosfórica de buena calidad. Por lo tanto, China es ahora ampliamente considerada como un productor de ácido fosfórico de alto costo, agravado además por sus regulaciones gubernamentales cada vez más estrictas.

India, por su parte, es un gran consumidor de roca, pero carece significativamente de los recursos minerales necesarios. Así entonces, India es el mayor importador de la roca fosfórica y está luchando bajo un régimen de subsidios en los últimos años que se ha convertido en una carga

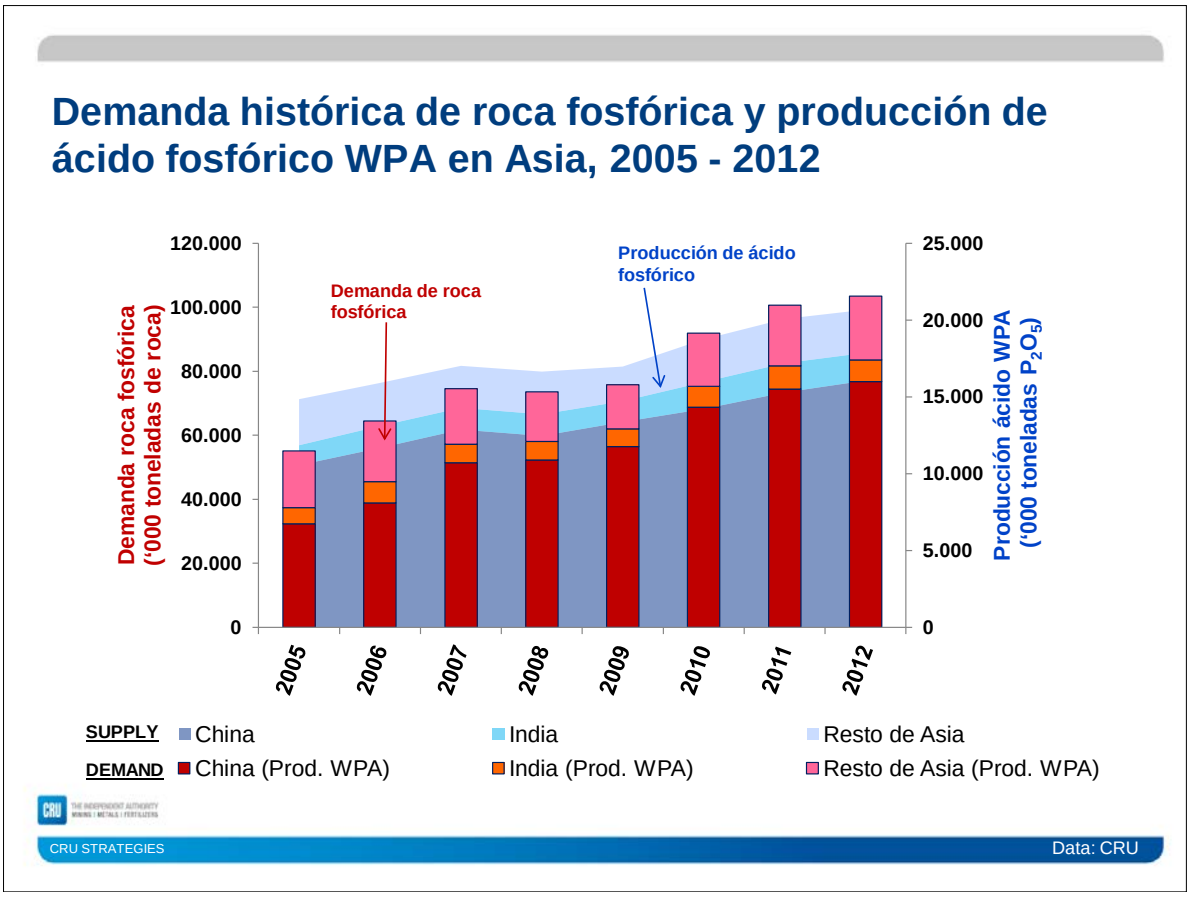
financiera significativa a la luz de los precios históricamente altos de los *commodities*, en particular para los altos precios de los fertilizantes fosfatados. Como resultado, en los últimos años se han ejecutado varios cortes a subsidios a los fertilizantes de fosfato y potasio en un intento de reducir el gasto total de subvenciones. Estas medidas, junto con una devaluación de la rupia, se han traducido en un mayor precio para los agricultores y la consiguiente destrucción de la demanda india – dado que los fertilizantes fosfatados se han vuelto inasequibles. Así, el crecimiento en la demanda desde 2010 no ha reflejado el gran crecimiento observado para el periodo 2012-2017.

Tabla 6.02 Demanda histórica de roca fosfórica en Asia, 2005-2012 ('000 toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
China	50.646	56.016	61.746	59.779	64.118	68.200	73.363	77.064	6,2%
India	6.216	6.849	6.782	6.734	6.509	8.387	9.133	8.678	4,9%
Arabia Saudita	-	-	-	-	-	121	568	2.900	-
Israel	2.529	2.417	2.663	2.412	1.866	2.221	1.924	1.640	-6,0%
Jordania	2.282	2.341	2.020	1.948	1.942	2.206	1.987	1.600	-4,9%
Vietnam	1.086	1.065	1.171	1.360	1.542	1.769	1.496	1.432	4,0%
Indonesia	1.559	1.486	1.402	1.559	1.352	1.636	1.621	1.360	-1,9%
Otros	6.931	6.145	5.878	6.065	4.107	5.400	6.238	4.540	-5,9%
Asia	**71.248**	**76.320**	**81.661**	**79.856**	**81.436**	**89.941**	**96.329**	**99.214**	**4,8%**
% cambio anual		*7,1%*	*7,0%*	*-2,2%*	*2,0%*	*10,4%*	*7,1%*	*3,0%*	

Data: CRU International

Figura 6.04: Demanda histórica de roca fosfórica y producción de ácido fosfórico WPA en Asia, 2005 – 2012



6.2.4.2 Europa

Los productores europeos de fertilizantes fosfatados han estado enfrentando recientemente la presión de los altos costos de las materias primas, y muchos están encontrando cada vez más difícil competir contra los productores integrados fuera de Europa.

La demanda de roca en Bélgica disminuyó en un 19% anual en 2012 puesto que Tessenderlo redujo la producción de productos de fosfato para alimentación en Ham. También se espera que la empresa cierre su tren basado en ácido clorhídrico, reduciendo aún más la necesidad de importaciones de roca. Del mismo modo, la demanda cayó en Holanda en 2012 después del cierre de la fábrica de fósforo elemental Thermphos en Vlissingen. Thermphos se ha enfrentado a la creciente competencia de los productores de fósforo en Kazajistán, y su puesta fuera de servicio se traducirá en una mayor reducción de importaciones de roca fosfórica, sobre todo proveniente de Jordania. En

comparación, la demanda de Italia creció un 6% en 2012 debido a la disponibilidad de roca más barata proveniente de Siria en la última parte del año 2012.

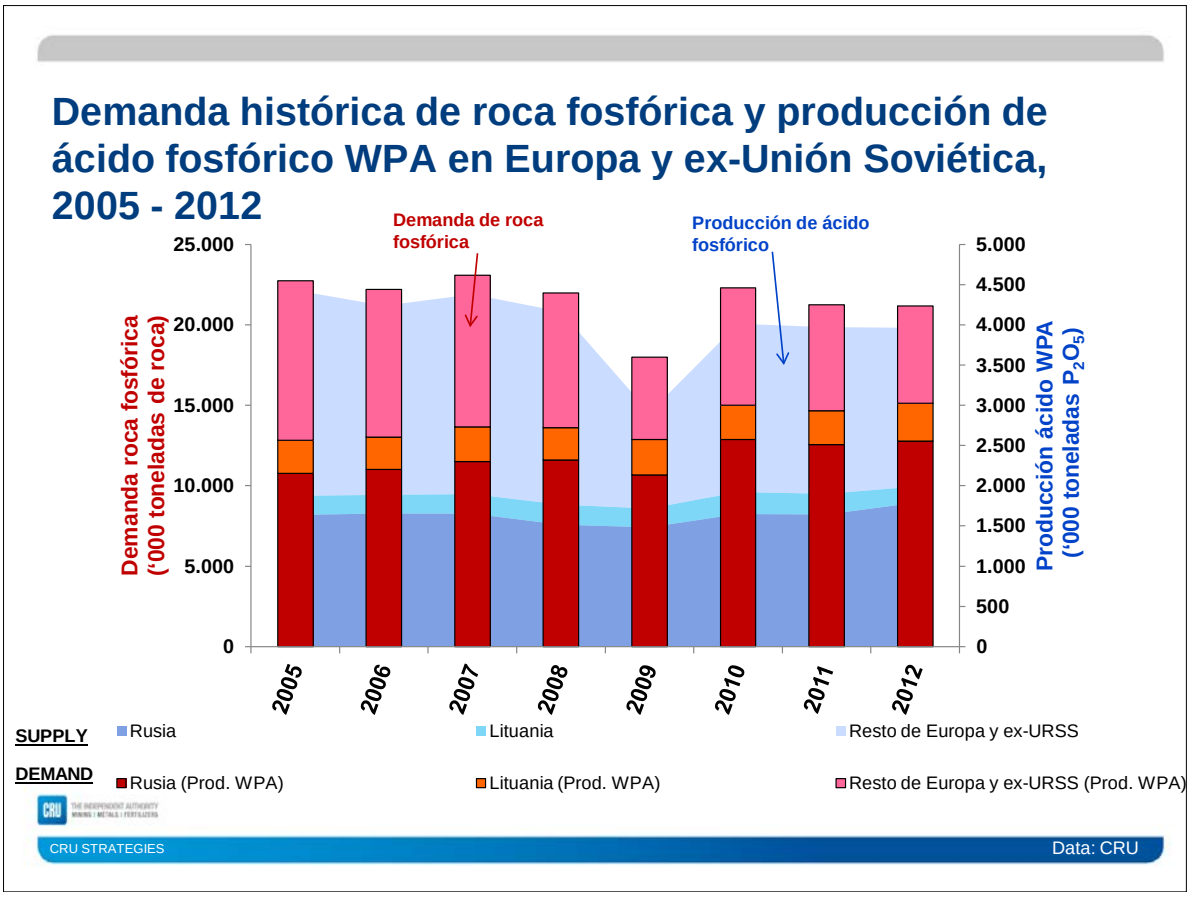
En cuanto a Rusia, en los últimos años los productores rusos Phosagro y Eurochem han realizado importantes inversiones en sus plantas de fertilizantes y alimentos para aumentar los niveles de producción, y esto se ha reflejado en un aumento en el uso de roca fosfórica. La demanda de Rusia seguirá aumentando a medida que más invierte en plantas de productos aguas abajo. En términos regionales, Rusia es, sin dudas, el mayor consumidor histórico de Europa – reportando para 2012 el 45% de la demanda de la región. En este sentido, cabe notar que aunque el país no pertenece completamente a Europa, para el presente análisis se le considera como parte de esta región, al igual que al resto de los países de la ex-Unión Soviética; de todas formas, las cifras reportadas en el análisis subdividen los totales de dicha región con respecto a los del resto de Europa.

Tabla 6.03: Demanda histórica de roca fosfórica en Europa y ex-Unión Soviética, 2005-2012 ('000 toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
Rusia	8.182	8.270	8.258	7.574	7.411	8.239	8.208	8.939	1,3%
Kazajistán	1.429	995	941	1.220	543	988	1.391	1.477	0,5%
Polonia	1.608	1.644	1.693	1.347	558	1.324	1.385	1.370	-2,3%
Bélgica/Luxemburgo	1.586	1.328	1.392	1.326	597	1.339	1.540	1.254	-3,3%
Lituania	1.186	1.161	1.218	1.246	1.169	1.364	1.287	1.006	-2,3%
Otros	8.153	7.784	8.388	8.103	4.256	6.811	6.041	5.767	-4,8%
Europa Occidental	**7.068**	**6.432**	**6.812**	**6.154**	**3.031**	**5.616**	**4.895**	**4.338**	**-6,7%**
Europa Central	**2.881**	**2.872**	**2.945**	**2.457**	**1.100**	**2.033**	**2.287**	**2.251**	**-3,5%**
Ex-Unión Soviética	**12.195**	**11.879**	**12.133**	**12.205**	**10.403**	**12.415**	**12.670**	**13.223**	**1,2%**
Europa y Ex-Unión Soviética Total	**22.144**	**21.183**	**21.890**	**20.816**	**14.534**	**20.063**	**19.852**	**19.812**	**-1,6%**
% cambio anual		*-4,3%*	*3,3%*	*-4,9%*	*-30,2%*	*38,0%*	*-1,1%*	*-0,2%*	

Data: CRU International

Figura 6.05: Demanda histórica de roca fosfórica y producción de ácido fosfórico WPA en Europa y ex-Unión Soviética, 2005 – 2012



6.2.4.3 Las Américas y el Caribe

La demanda de roca fosfórica de EE.UU. y Canadá fue de 31,7 millones de toneladas en 2012. Esta cifra representa un descenso anual con respecto al año anterior de 9%, donde la demanda regional está cada vez más bajo la presión de la caída de producción de fertilizantes aguas abajo en base a la subida de inventarios y el aumento de la competencia en los EE.UU.

La producción de fertilizantes concentrados y de ácido en EE.UU. disminuyó en un 7% y 6%, respectivamente, entre el año 2012 y 2011. Una serie de factores han contribuido a este descenso, incluido el reciente cambio de la industria hacia productos de menor ley y calidad. Los productores de EE.UU. han introducido con éxito nuevos productos en el mercado nacional, contrarrestando el aumento de la competencia en el mercado de exportación y la disminución de las reservas de roca fosfórica. Tras el lanzamiento de la línea MicroEssentials en 2008 por Mosaic, la cual contiene

menores leyes de P_2O_5, la mayoría de los productores nacionales han dedicado recursos para el desarrollo de fertilizantes NPS (basados en azufre).

Por su parte, el resto del continente – desde México hacia el sur – enfocan su demanda particularmente en Brasil, país que representó el 70% del total de esta sección del continente en 2012. A pesar de que el objetivo del Gobierno de Brasil de alcanzar la autosuficiencia de fertilizantes está aún a un largo camino por recorrer, igualmente se ha observado desarrollo y los acontecimientos están mostrando progreso. La roca fosfórica no es una excepción a esto, donde el número de nuevos proyectos que se espera en línea en los próximos años así lo demuestra.

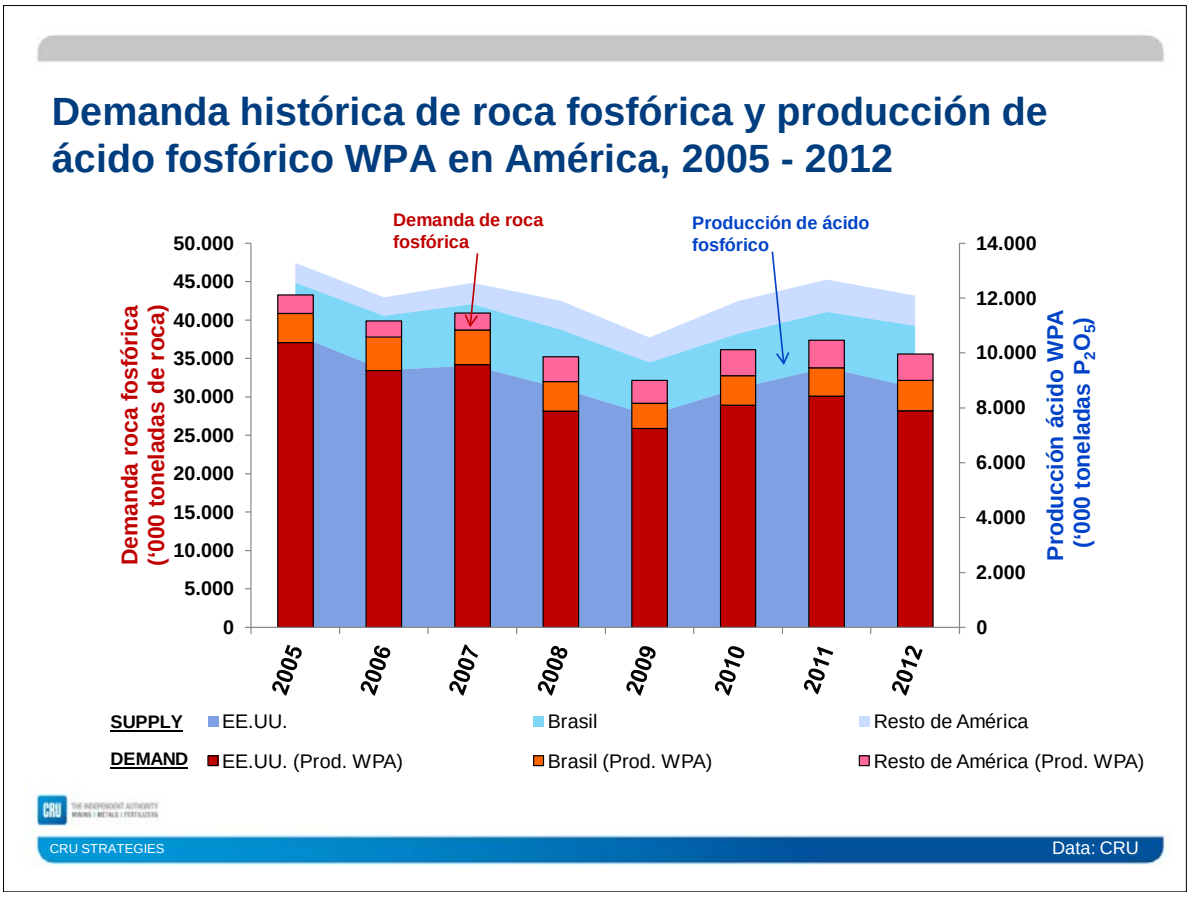
México y Argentina consumieron conjuntamente 2,8 millones de toneladas de roca el año 2012, aunque el primero representó el 90% de éste. En México, Innophos consume roca para la producción de ácido fosfórico de alta calidad para uso no-fertilizante. La planta también utiliza ácido de baja calidad para la producción de TSP, lo que requiere de cantidades adicionales de roca fosfórica. La demanda de roca se basa totalmente en importaciones, donde la mayor parte del suministro que requiere la empresa proviene de Marruecos y de la roca de Boucraa. En contraste, Fertinal consume roca nacional de la reserva de Baja California. En Argentina, la roca fosfórica se requiere para la producción de SSP. En los últimos años, el SSP se ha hecho cada vez más popular, ya que contiene los nutrientes primarios requeridos para la producción de soja.

Tabla 6.04: Demanda histórica de roca fosfórica en América, 2005-2012 ('000 toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
EE.UU.	38.115	33.461	34.066	31.095	27.598	31.105	33.791	31.160	-2,8%
Brasil	6.739	7.082	8.010	7.632	6.885	7.109	7.254	8.075	2,6%
México	950	922	899	1.938	1.561	2.480	2.556	2.493	14,8%
Otros	1.622	1.481	1.851	1.823	1.673	1.771	1.656	1.429	-1,8%
América	**47.426**	**42.945**	**44.825**	**42.488**	**37.717**	**42.465**	**45.257**	**43.158**	**-1,3%**
% cambio anual		*-9,4%*	*4,4%*	*-5,2%*	*-11,2%*	*12,6%*	*6,6%*	*-4,6%*	

Data: CRU International

Figura 6.06: Demanda histórica de roca fosfórica y producción de ácido fosfórico WPA en América, 2005 – 2012



6.2.5 Evolución pronosticada de la demanda en el corto plazo

6.2.5.1 Asia

Aunque Asia seguirá siendo el centro de la demanda de roca a nivel mundial, se estima que el consumo, sin considerar países de Medio Oriente, se mantendrá en niveles constantes de aproximadamente 92,0 millones de toneladas hasta 2017. No obstante, si a esto se le agrega la región de Medio Oriente, se espera que el consumo total aumente significativamente de 99 millones de toneladas en 2012 a 107 millones en 2017, puesto que Medio Oriente casi doblegará su consumo en dicho periodo. Al igual que lo observado últimamente, China se conservará como el mayor exponente consumidor de la región.

Por las razones explicadas anteriormente, China viene presentando altos costos de producción de ácido fosfórico, lo que restringe su crecimiento. Asimismo, un mayor crecimiento está limitado no

sólo por los temas de calidad de la roca, sino que además por las restricciones vigentes de la exportación de la mayoría de las formas de P_2O_5. Sin embargo, la industria está pasando por un período extenso de racionalización dado que muchas de las plantas de ácido fosfórico no integradas y más pequeñas han cerrado. Por este motivo, esperamos que la demanda china de roca se mantenga relativamente estable en aproximadamente 77,0 millones de toneladas hasta 2017 – representando una tasa compuesta de crecimiento anual de -0,1%.

Con respecto a India, permanecerá en este mercado local – primordialmente de productos aguas abajo – un alto grado de incertidumbre. Actualmente el país tiene altos inventarios de DAP, que alcanzaron su punto máximo en la última parte del año 2012, y por lo tanto la cuestión clave que enfrenta el mercado nacional es la necesidad de reducir los niveles de *stocks*. Los fundamentos del mercado no mejorarán hasta que estos niveles de inventarios se reduzcan, y cualquier cambio en la oferta de DAP podría tener un potencial impacto en el mercado doméstico de roca fosfórica. Aunque no es claro si los inventarios tendrán una implicación directa en el consumo de roca en el muy corto plazo, se estima que la demanda de roca disminuirá en un 20% anual entre 2012 y 2013.

De cara al año 2014 y más allá, es decir, posterior a las elecciones generales de India, se espera que el gobierno haga frente a la actual disparidad de las subvenciones entre los nutrientes que han tenido desde abril de 2010 – y que de hecho, siguen teniendo, un efecto negativo sobre el consumo de fertilizantes de fósforo y potasio. Así, se pronostican condiciones más favorables que permitan el crecimiento en la demanda de productos aguas abajo de fosfato, impactando positivamente la demanda doméstica de roca – con un pronóstico de crecimiento de consumo de 5% entre 2015 y 2017 a 7,9 millones de toneladas.

En Asia Sur-Occidental, la demanda de roca en Vietnam ascendió a 1,4 millones de toneladas en 2012. Se prevé que la demanda aumente en un 6% para 2017, con el volumen doméstico de roca siendo satisfecho por el suministro de la mina Lao Cai. La mina fue expandida antes de la finalización de la primera unidad de ácido fosfórico y DAP en 2008, y la puesta en marcha de una segunda planta se prevé que comience en el segundo semestre de 2014, aumentando aún más el requerimiento de roca del país en el corto plazo. A finales de 2012, la planta beneficiadora Bac Nhac Son fue puesta en marcha por Vinaapaco como parte del plan en curso para asegurar un suministro adecuado de apatita para la creciente industria de productos aguas abajo. La roca también se utiliza para la producción doméstica de SSP y otros productos de fosfato de baja ley.

Por su parte, en Kazajistán se observará nueva capacidad de productos fertilizantes intermedios. La planta de ácido fosfórico y fertilizantes concentrados Sunkar Chilisai Chemical Complex se prevé que entre en funcionamiento en 2016, aumentando con esto la demanda de roca en un 20% en el periodo 2012-2017.

Volviendo a la región de Medio Oriente, a pesar que el año 2012 representó sólo un 4% de la demanda mundial de roca fosfórica, para 2017 se espera que su consumo aumente en un 93%, pasando de 7,7 millones de toneladas en 2012 a 14,9 millones de toneladas en 2017. Esto impulsado predominantemente por la aparición de Arabia Saudita como el mayor productor de fosfato aguas abajo – y donde Jordania e Israel presentarán aportes no menores a este crecimiento.

Ma'aden, en Arabia Saudita, impulsará la demanda entre 2013 y 2017 en Medio Oriente. La compañía ha puesto en marcha su nueva mina de roca fosfórica en Al Jalamid y plantas de fosfato en Ras Al Khair. Ma'aden también ha anunciado planes para construir una segunda mina y planta de ácido en Wu'ad Al-Shammal, que se integrará con una mina de roca fosfórica ubicada en Al-Khabra. El ácido fosfórico producido se convertirá en parte en PPA, STPP y fosfatos para alimentación, así como también en fertilizantes concentrados en Ras Al-Khair. Con esto, 4,9 millones de toneladas de demanda adicional se prevé que surjan en el mediano plazo.

Gran parte del resto del crecimiento de la demanda de Medio Oriente se basará en Jordania, después de la puesta en marcha de la planta de ácido fosfórico de JIFCO de 475.000 toneladas al año de P_2O_5. La planta está programada para entrar en funcionamiento el segundo semestre de 2013, y como tal, hará subir la demanda de roca proveniente de Jordania entre 2012 y 2017 en un 84% a 2,9 millones de toneladas.

Tabla 6.05: Demanda pronosticada de roca fosfórica en Asia, 2012-2017 ('000 toneladas)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
China	77.064	77.353	77.608	78.029	77.459	76.757	-0,1%
India	8.678	6.978	6.766	7.500	7.823	7.866	-1,9%
Arabia Saudita	2.900	3.617	4.383	4.578	6.119	7.788	21,8%
Indonesia	1.360	1.348	1.661	1.952	2.186	2.413	12,1%
Jordania	1.600	2.036	2.594	2.975	2.975	2.942	13,0%
Israel	1.640	1.770	1.939	2.092	2.253	2.386	7,8%
Vietnam	1.432	1.455	1.472	1.489	1.506	1.523	1,2%
Otros	4.540	4.608	4.776	4.934	5.088	5.179	2,7%
Asia	**99.214**	**99.164**	**101.200**	**103.548**	**105.409**	**106.853**	**1,5%**
% cambio anual		*-0,1%*	*2,1%*	*2,3%*	*1,8%*	*1,4%*	

Data: CRU International

Tabla 6.06: Producción pronosticada de ácido fosfórico WPA en Asia, 2012-2017 ('000 toneladas P_2O_5)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
China	15.984	15.890	16.087	16.034	15.973	15.853	-0,2%
India	1.564	1.455	1.809	1.951	1.927	1.934	4,3%
Arabia Saudita	719	820	1.225	1.320	1.691	2.105	24,0%
Indonesia	198	278	321	340	361	380	13,9%
Jordania	420	370	441	581	641	702	10,8%
Israel	464	478	490	490	500	510	1,9%
Vietnam	100	113	211	270	277	285	23,3%
Otros	836	727	775	797	807	815	-0,5%
Asia	**20.285**	**20.130**	**21.358**	**21.783**	**22.178**	**22.584**	**2,2%**
% cambio anual		*-0,8%*	*6,1%*	*2,0%*	*1,8%*	*1,8%*	

Data: CRU International

6.2.5.2 Europa

Se pronostica que la demanda de roca fosfórica en Europa Occidental y Central se estancará en el mediano plazo, ya que una serie de compañías consumidoras de roca – y productoras de derivados aguas abajo – comenzarán a retirarse del mercado. Esto se asocia directamente a la tendencia observada en los productores de la región que se han visto afectados por los altos costos de las materias primas.

Por el lado de la demanda proveniente de Rusia, ésta seguirá aumentando a medida que más invierta en plantas de producción aguas abajo. Por ejemplo, se prevé que la capacidad de ácido fosfórico de Phosphorit (Eurochem) aumente en un 29% en 2014. Sin embargo, es importante señalar que una

mayor demanda por roca fosfórica rusa en la escena internacional probablemente desvíe la producción y limite la demanda regional. Además de esto, una tendencia que es probable que se observe en el mediano plazo es un aumento en la producción de NPK a expensas de los fertilizantes concentrados, implicando una menor intensidad de consumo de roca. Así, para el año 2017, la demanda de roca incrementará en sólo un 5% a 9,4 millones de toneladas.

Tabla 6.07: Demanda pronosticada de roca fosfórica en Europa y ex-Unión Soviética, 2012-2017 ('000 toneladas)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
Rusia	8.939	9.037	9.516	9.794	9.946	9.374	1,0%
Kazajistán	1.477	1.638	1.732	1.752	1.763	1.779	3,8%
Polonia	1.370	1.328	1.324	1.353	1.322	1.369	0,0%
Bélgica/Luxemburgo	1.254	1.376	1.178	1.289	1.324	1.293	0,6%
Lituania	1.006	1.212	1.216	1.211	1.230	1.248	4,4%
Otros	5.767	5.439	5.520	5.529	5.586	5.593	-0,6%
Europa Occidental	**4.338**	**4.176**	**4.064**	**4.149**	**4.200**	**4.162**	**-0,8%**
Europa Central	**2.251**	**2.208**	**2.197**	**2.233**	**2.227**	**2.273**	**0,2%**
Ex-Unión Soviética	**13.223**	**13.647**	**14.225**	**14.547**	**14.744**	**14.220**	**1,5%**
Europa y Ex-Unión Soviética Total	**19.812**	**20.031**	**20.486**	**20.929**	**21.171**	**20.655**	**0,8%**
% cambio anual		*1,1%*	*2,3%*	*2,2%*	*1,2%*	*-2,4%*	

Data: CRU International

Tabla 6.08: Producción pronosticada de ácido fosfórico WPA en Europa y ex-Unión Soviética, 2012-2017 ('000 toneladas P_2O_5)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
Rusia	2.554	2.690	2.855	3.069	3.209	3.205	4,6%
Kazajistán	121	100	128	133	137	143	3,4%
Polonia	278	254	261	253	245	236	-3,3%
Bélgica/Luxemburgo	125	137	196	186	186	174	6,8%
Lituania	470	421	415	398	405	406	-2,9%
Otros	684	643	694	713	732	750	1,9%
Europa Occidental	**423**	**426**	**515**	**501**	**499**	**486**	**2,9%**
Europa Central	**378**	**341**	**352**	**345**	**340**	**332**	**-2,6%**
Ex-Unión Soviética	**3.431**	**3.476**	**3.682**	**3.907**	**4.075**	**4.095**	**3,6%**
Europa y Ex-Unión Soviética Total	**4.231**	**4.244**	**4.549**	**4.752**	**4.914**	**4.913**	**3,0%**
% cambio anual		*0,3%*	*7,2%*	*4,5%*	*3,4%*	*0,0%*	

Data: CRU International

6.2.5.3 Las Américas y el Caribe

Para los próximos años se espera que la demanda de roca fosfórica en EE.UU., en baja por el consumo de productos de menor ley, se vea limitada aún más tras el cierre pronosticado de la planta

de DAP MissPhos en Pascagoula en 2013. No se estima que la compañía continúe su producción después de su acuerdo de suministro de roca con OCP, el cual expira en 2013. Con esto, la demanda total de EE.UU. se reducirá en un 5,5% entre 2012 y 2017, hasta llegar a 29,4 millones de toneladas.

En general para los países norteamericanos EE.UU. y Canadá, un riesgo adicional a su demanda de roca fosfórica es el agotamiento de las reservas locales de roca existentes. La roca fosfórica para la planta Redwater del Agrium en Canadá fue suministrada previamente desde su mina integrada en Kapuskasing, pero tras el agotamiento de las reservas explotables en el lugar, las operaciones mineras se detuvieron el 1er trimestre de 2013. Por lo tanto, la empresa se está preparando para pasar a utilizar roca proveniente de Marruecos, adquirida de OCP en virtud de un acuerdo a largo plazo hasta 2020 – convirtiéndose Canadá en un país totalmente dependiente de las importaciones de roca.

Por el lado de Brasil, aunque se ve complejo el deseo de llegar a la autosuficiencia de fertilizantes, el gobierno brasileño sigue progresando constantemente hacia este objetivo. En este sentido, la roca fosfórica no es una excepción, con una serie de nuevos proyectos en línea para los próximos cinco años – donde la mayoría de la nueva demanda de roca vendrá de expansiones de SSP.

Anglo American Fosfatos ha esbozado importantes planes de expansión *brownfield* para su planta Catalão. Su objetivo es aumentar la capacidad de producción de roca a 3,0 millones de toneladas para el año 2017 para así facilitar una capacidad adicional de ácido fosfórico de 500.000 toneladas por año de P_2O_5, además de la descongestión adicional de ciertos cuellos de botella en su capacidad actual de ácido. Se espera que ambos proyectos se presenten al directorio en 2013, a pesar de que es probable que la aprobación no se dé hasta el año 2015. Aunque no es seguro específicamente qué productos se producirán a partir de los volúmenes de roca adicionales, esperamos que la producción se concentre en MAP, TSP y/o DCP.

En otras partes de Brasil, el proyecto Galvani Mineração Sierra do Salitre está previsto para el año 2015, a pesar de que un alto contenido de uranio podría impedir que la planta alcance la capacidad de diseño de ácido fosfórico de 200.000 toneladas por año de P_2O_5. Parte de esta capacidad se convertirá en fosfatos para alimentos, aunque la mayoría se concentrará en ácido superfosfórico (SPA) para la producción de líquido MAP para fertigación.

Tabla 6.09: Demanda pronosticada de roca fosfórica en América, 2012-2017 ('000 toneladas)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
EE.UU.	31.160	29.852	29.028	28.946	29.191	29.444	-1,1%
Brasil	8.075	8.495	8.688	9.523	10.322	11.563	7,4%
México	2.493	2.242	2.151	2.163	2.123	2.111	-3,3%
Otros	1.429	1.500	1.851	2.078	2.027	2.038	7,3%
América	**43.158**	**42.089**	**41.718**	**42.710**	**43.663**	**45.156**	**0,9%**
% cambio anual		*-2,5%*	*-0,9%*	*2,4%*	*2,2%*	*3,4%*	

Data: CRU International

Tabla 6.10: Producción pronosticada de ácido fosfórico WPA en América, 2012-2017 ('000 toneladas P_2O_5)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
EE.UU.	7.892	7.565	7.714	7.832	8.098	8.313	1,0%
Brasil	1.100	1.202	1.148	1.146	1.144	1.355	4,3%
México	595	511	535	547	546	559	-1,2%
Otros	387	377	323	336	343	355	-1,7%
América	**9.974**	**9.655**	**9.720**	**9.860**	**10.131**	**10.582**	**1,2%**
% cambio anual		*-3,2%*	*0,7%*	*1,4%*	*2,7%*	*4,5%*	

Data: CRU International

6.2.6 Evolución pronosticada de la demanda en el largo plazo

Para estimar la demanda por roca fosfórica en el largo plazo se analizan dos variables principales:

- La evolución esperada del mercado asociado al consumo de P_2O_5 proveniente de la demanda basada en usos agrícolas, y
- El consumo de P_2O_5 basado en usos industriales (no agrícolas).

Dentro del primer ítem, demanda de P_2O_5, para usos agrícolas, se desagrega ésta en consumo de P_2O_5 en fertilizantes y en consumo de P_2O_5 para alimentos (de animales). Así, una vez estimada la demanda total de P_2O_5 (para usos agrícolas e industriales), se estima con esto la demanda total de roca fosfórica asumiendo leyes promedio del mineral.

Para el caso de la demanda de P_2O_5 basada en usos agrícolas, se estima un pronóstico de consumo en base a las estimaciones futuras de población mundial y de consumo de alimentos a nivel global –

donde el consumo de P_2O_5 tanto en fertilizantes como en alimentos dependerá principalmente de estas variables.

A su vez, dentro de la demanda para fertilizantes, se considera que el consumo de P_2O_5 en el largo plazo es impulsado por el cambio en la diversidad de cultivos y un movimiento hacia la fertilización más eficiente. Asimismo, se espera que en el futuro los cultivos intensivos en fósforo sean plantados relativamente más (por ejemplo, soja, semillas oleaginosas y frutas y verduras). Cabe notar que actualmente el fósforo es comúnmente subutilizado en los países en desarrollo, prefiriendo el uso de nitrógeno (más barato y eficaz en el corto plazo).

Por su parte, dentro de la demanda de P_2O_5 para alimentos, se espera su mayor uso en la acuicultura en parte contrarrestada por el menor volumen de MCP producido – debido a problemas de calidad de la roca y a las mayores dificultades en la gestión de complejos químicos integrados. Asimismo, el desarrollo del comercio a granel (versus el comercio basado en contenedores, actualmente más vigente) podría impulsar la demanda mediante menores precios internacionales.

Por el otro lado, para el caso de la demanda de P_2O_5 basada en usos industriales, se utiliza el pronóstico asociado al Índice de Producción Industrial. En esta línea, se espera que el aumento de las exigencias ligadas a los niveles escorrentía de fosfato gatillen, entre otras cosas, una reducción en el consumo de STPP para detergentes. Asimismo, la utilización de fosfato para la fabricación de pasta de dientes ya está disminuyendo en favor del sílice. No obstante, el uso de fosfatos para la fundición de metales debiese mantener el ritmo, y el éxito de la tecnología de reciclaje de fosfato podría permitir un futuro más positivo.

Tabla 6.11: Demanda pronosticada de roca fosfórica por área de uso final en el largo plazo, 2018 - 2032 (millones de toneladas)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Demanda agrícola P_2O_5															
P_2O_5 para Fertilizantes:															
China	14,6	14,9	15,1	15,4	15,6	15,9	16,1	16,4	16,6	16,9	17,1	17,4	17,6	17,8	18,0
EE.UU. y Canadá	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	6,1	6,2	6,3	6,4	6,5
Norte de África*	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Resto del mundo	27,7	28,4	29,2	29,9	30,6	31,4	32,2	33,0	33,8	34,6	35,4	36,3	37,1	38,0	38,9
Total	**48,0**	**49,1**	**50,2**	**51,3**	**52,5**	**53,6**	**54,8**	**56,0**	**57,1**	**58,3**	**59,6**	**60,8**	**62,0**	**63,3**	**64,5**
% cambio anual		*2,3%*	*2,3%*	*2,2%*	*2,2%*	*2,2%*	*2,2%*	*2,1%*	*2,1%*	*2,1%*	*2,1%*	*2,1%*	*2,0%*	*2,0%*	*2,0%*
P_2O_5 para Alimentación:															
China	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
EE.UU. y Canadá	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Norte de África*	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Resto del mundo	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2
Total	**3,5**	**3,6**	**3,6**	**3,7**	**3,7**	**3,8**	**3,8**	**3,9**	**3,9**	**4,0**	**4,0**	**4,1**	**4,1**	**4,2**	**4,2**
% cambio anual		*1,4%*	*1,4%*	*1,3%*	*1,3%*	*1,3%*	*1,3%*	*1,2%*	*1,2%*	*1,2%*	*1,2%*	*1,1%*	*1,1%*	*1,1%*	*1,1%*
Demanda industrial P_2O_5															
P_2O_5 para usos industriales y alim.:															
China	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
EE.UU. y Canadá	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Europa Occidental	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Resto del mundo	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,4
Total	**2,8**	**2,8**	**2,9**	**3,0**	**3,0**	**3,1**	**3,2**	**3,2**	**3,3**	**3,4**	**3,5**	**3,6**	**3,6**	**3,7**	**3,8**
% cambio anual		*2,3%*	*2,3%*	*2,3%*	*2,3%*	*2,3%*	*2,3%*	*2,3%*	*2,3%*	*2,3%*	*2,3%*	*2,3%*	*2,3%*	*2,3%*	*2,3%*
Total demanda P_2O_5	**54,3**	**55,5**	**56,8**	**58,0**	**59,2**	**60,5**	**61,8**	**63,1**	**64,4**	**65,7**	**67,1**	**68,4**	**69,8**	**71,2**	**72,5**
Total demanda Roca Fosfórica	**212,9**	**217,2**	**221,4**	**225,7**	**230,0**	**234,4**	**238,8**	**243,2**	**247,6**	**252,1**	**256,6**	**261,1**	**265,7**	**270,3**	**274,9**
% cambio anual		***2,0%***	***2,0%***	***1,9%***	***1,9%***	***1,9%***	***1,9%***	***1,8%***	***1,8%***	***1,8%***	***1,8%***	***1,8%***	***1,7%***	***1,7%***	***1,7%***

Data: CRU International

*** Norte de África = Algeria, Egipto, Libia, Marruecos y Túnez**

Dentro del consumo de roca fosfórica, la producción de ácido fosfórico seguirá siendo el principal uso que impulsa la demanda por el fosfato natural. En este sentido, China, EE.UU y Marruecos mantendrán su importancia entre los países productores de ácido fosfórico y, por ende, entre los países consumidores de roca fosfórica más relevantes también.

6.3 Dimensionamiento y caracterización de la oferta

6.3.1 Características generales

Por roca fosfórica se describen todos aquellos minerales naturales que contienen una alta concentración de minerales de fosfato. La roca fosfórica, tanto en su estado natural como con algún

grado de beneficiación, es la materia prima para la fabricación de todos los productos de fosfato, ya sean productos intermedios o productos terminados.

Según documentación histórica, la primera producción comercial de roca fosfórica ocurrió en 1847. En 1945, el tonelaje total de producción en el mundo era algo más de 10 millones de toneladas. Desde ese punto, el crecimiento de producción de fosfato natural parece haber aumentado linealmente hasta aproximadamente mediados de la década de 1960, alcanzando un nivel de alrededor de 50 millones de toneladas; aquí se observó posteriormente un brusco aumento de la tasa de crecimiento de producción. Sin embargo, en las décadas de 1980 y 1990, el crecimiento de la demanda de roca fosfórica se estancó y la producción se redujo en consecuencia. La producción parecía estabilizarse en un ritmo de producción mundial de alrededor de 155 millones de toneladas antes de la desintegración de la Unión Soviética (1990/1991).

Con el advenimiento de los cambios sociales en la ex-Unión Soviética y los trastornos económicos asociados, la producción de la ex-Unión Soviética disminuyó significativamente. Esto se debió principalmente a la disminución de la demanda interna. La producción mundial alcanzó su punto más bajo en 1993 debido principalmente a la reducción de la producción de dicha región, además de la reducción de la producción en EE.UU. La producción mundial vio varios cambios en su crecimiento año a año, aunque nunca superando cambios porcentuales de dos dígitos, hasta que superó las 160 millones de toneladas – por primera vez varios años – en 2004. De aquí en adelante los volúmenes de producción se han mantenido en niveles por sobre las 160 millones de toneladas, incluso en 2009 después de la crisis financiera mundial. Para 2012, la producción global de roca fosfórica superó las 195 toneladas.

Como se ha mencionado anteriormente, en la actualidad alrededor del 75% del fosfato natural en el mundo se convierte en ácido fosfórico – el cual es utilizado como un producto intermedio para la producción de fertilizantes comerciales (DAP, MAP o TSP) o productos de fosfato no-fertilizantes (MCP o DCP). Asimismo, también es posible producir una forma más pura de ácido fosfórico – el cual se utiliza para productos de fosfato con usos industriales. Este último se produce mediante el denominado proceso térmico de producción, característicamente más costoso que el proceso húmedo de producción del ácido fosfórico (WPA).

Así entonces, el ácido WPA se utiliza como materia prima para la producción de la gran parte de productos de fosfato aguas abajo en términos de volumen. Además, muestra un alto grado de correlación positiva con la demanda general roca fosfórica.

Con excepción de las plantas de NPK y de productos industriales, la mayoría de las plantas de productos de fosfato son adyacentes o están cerca de una fuente doméstica de roca fosfórica, y fabrican ácido sulfúrico en el mismo sitio con azufre comprado. Relativamente pocas plantas están integradas con plantas de amoníaco. Cabe notar además que las plantas de productos fosfatados pueden producir un sólo derivado de fosfato, como también pueden manufacturar una gran gama de productos diferentes.

6.3.2 Geología

Los depósitos de roca fosfórica se encuentran alrededor de todo el mundo, donde los recursos totales se estiman en aproximadamente 90 billones de toneladas para el año 2011. La ley del mineral se mide en términos de contenido de trifosfato de calcio (compuesto químico $Ca_3(PO_4)_2$), históricamente conocido como BPL (del inglés "*bone phosphate of lime*"). En general, los derivados de la roca fosfórica, como el ácido fosfórico, se clasifican según el contenido de P_2O_5. Las leyes comercialmente observadas de la roca fosfórica pueden variar de 60 a 80 BPL o de 27,5% a 36,6% de P_2O_5. Leyes superiores de la roca son generalmente más deseables y conllevan a precios más altos.

En los últimos años, la producción mundial de la roca fosfórica ha provenido de depósitos sedimentarios. Estos yacimientos se presentan en formaciones de muy diversas edades geológicas, exhiben una gama de composiciones químicas y formas físicas, generalmente se generan como capas y vetas gruesas y relativamente planas, y pueden presentar una sobrecarga poco profunda – esto es, un bajo tonelaje de material sobre el yacimiento en sí. Los depósitos que dan cuenta de la mayor parte de la producción mundial se encuentran en China, EE.UU. y Marruecos.

Por la otra parte, existen también los depósitos ígneos, los cuales han proporcionado la restante fracción de la oferta mundial no cubierta por los depósitos sedimentarios. Los depósitos ígneos son explotados en países como Rusia, Canadá, Sudáfrica y Brasil. Estos depósitos suelen contener variedades de fluorapatita, que son los menos adecuados para la aplicación directa como fertilizantes y abonos – a diferencia de los depósitos sedimentarios, altamente apropiados para esto.

En términos generales, el fosfato es el componente de interés agrícola en el mineral de fosfato natural. Mientras mayor es el contenido mineral de fosfato (P_2O_5) y apatita, mayor es el potencial económico de la roca.

6.3.3 Extracción y procesamiento

6.3.3.1 Rutas de procesamiento

Como se mencionó anteriormente, la primera producción comercial registrada de roca fosfórica fue en 1847, específicamente en Inglaterra, y el tipo de minería ejercido fue mediante métodos manuales. Luego, la actividad minera asociada a mineral de fosfato natural se observó en Estados Unidos (Carolina del Sur) en 1867. Las capas y vetas de roca fosfórica se extraían a mano y después mediante equipos mecanizados, sin embargo la clasificación del material se desarrollaba principalmente bajo procedimientos manuales.

Las operaciones mineras de fosfato natural de mayor éxito en el mundo en general presentan un manejo de grandes volúmenes de lastre y mineral, bajos o razonables costos de beneficiación, un mineral adecuado para ser tratado y transformado según las especificaciones de calidad requeridas en el mercado y, finalmente, una alta producción anual de mineral fosfatado (o concentrado) – en escalas de cientos de miles de millones de toneladas por año. Existen operaciones mineras diseñadas y enfocadas en la exportación, las cuales han igualmente tenido éxito, y se encuentran generalmente dentro de 200 kilómetros de la costa y un puerto, o bien hay una red correctamente desarrollada de transporte a un puerto – o mercados importantes.

Para la operación minera y de procesamiento de la roca fosfórica existe una amplia variedad de técnicas y tipos de equipos. Los métodos y equipos utilizados son muy similares a los métodos y equipos utilizados para la minería del carbón. La roca se extrae tanto mediante métodos de minería a cielo abierto como de minería subterránea. En particular, la minería a cielo abierto puede tomar muchas formas, desde métodos manuales que emplean picotas y palas hasta operaciones altamente mecanizadas. La minería a cielo abierto es el método más utilizado en los depósitos de fosfato natural. Para yacimientos de gran volumen, los métodos de minería a cielo abierto son típicamente menos costosos y son generalmente el método preferido cuando la geometría del depósito y otros factores son favorables.

De la misma forma, han existido numerosas operaciones mineras subterráneas de roca fosfórica en el mundo y, al igual que con la minería en rajos, los métodos utilizados van desde del tipo manual e

intensiva en mano de obra hasta métodos muy mecanizados. Para la minería subterránea, se puede utilizar el método de *room and pillar*, a pesar que también se han utilizado técnicas de *longwall* – la cual es una de las técnicas mineras comúnmente utilizadas para extraer carbón.

En las minas de roca fosfórica a gran escala, el mineral puede ser movido tanto por camiones y cintas transportadoras, como por tuberías o ferrocarril. Los métodos usados dependen de las características individuales del depósito, las distancias involucradas, la disponibilidad de agua y otros factores.

La creciente demanda mundial de fertilizantes en las décadas de 1960 y 1970 y la necesidad de materias primas fosfatadas estimularon los esfuerzos para desarrollar técnicas para concentrar o beneficiar minerales de baja ley y eliminar las impurezas. Es muy conveniente, tanto por razones económicas como técnicas, eliminar la mayor cantidad de estas impurezas posible, lo que aumenta el contenido de apatita y mejora la calidad química del producto. Los minerales de fosfato pueden ser beneficiados por muchos métodos, y por lo general se utiliza una combinación de ellos.

Dentro de la beneficiación de la roca fosfórica, la disponibilidad de agua es de suma importancia y puede dictar el proceso o procesos utilizados. La total falta de disponibilidad de agua dulce puede descartar el desarrollo de depósitos o restringir su capacidad. En las zonas donde la disponibilidad de agua está seriamente restringida, el tamizado en seco puede ser una manera eficaz para producir pre-concentrados o concentrados si las características del mineral son adecuadas. El agua de mar puede ser utilizada para la clasificación de tamaño y lavado, y también se puede usar para la flotación. Cuando el agua de mar se utiliza en el proceso de beneficiación, es necesario un enjuague final de agua dulce para eliminar la mayor cantidad posible de cloruro en el concentrado final. Un alto contenido de cloruro puede llevar a una severa corrosión en su posterior procesamiento. En cuanto a las impurezas del mineral, las impurezas de grano fino generalmente se pueden eliminar del mineral mediante el uso de combinaciones de trituración, lavado, filtración y/o hidrociclones.

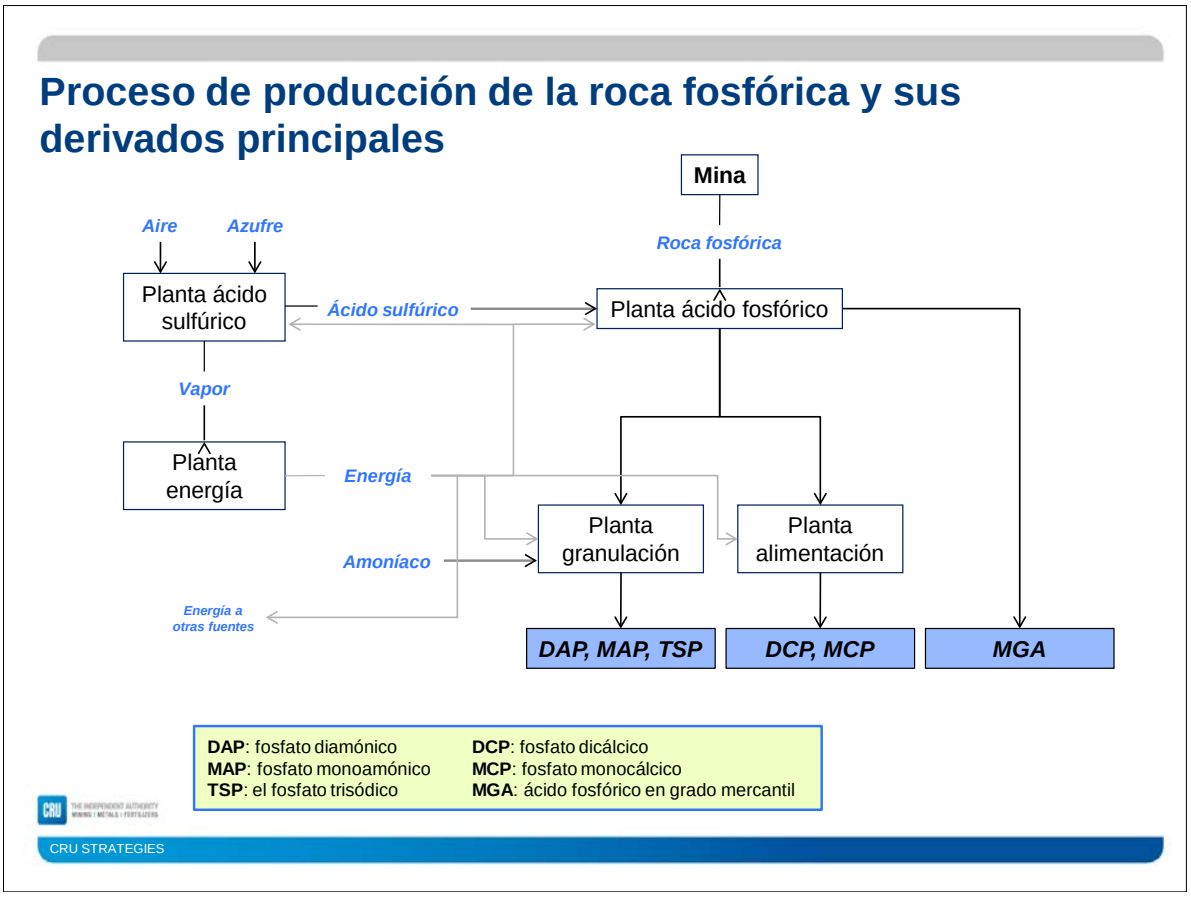
La técnica de beneficiación por flotación con espuma se utiliza ampliamente en la industria alrededor del mundo. La flotación con espuma se emplea generalmente con minerales silíceos cuando otras técnicas menos costosas o menos complicadas fallan para producir concentrados de fosfato adecuados para el posterior procesamiento químico. A su vez, muchas otras técnicas se emplean para preparar la alimentación para la flotación con espuma.

En términos generales, la roca fosfórica se extrae de operaciones mineras y normalmente se hace reaccionar con ácido sulfúrico para producir ácido fosfórico – la que, como ya se explicó anteriormente, es una materia prima para una amplia variedad de productos fosfatados aguas abajo. En esta línea, este ácido fosfórico se puede evaporar para producir ácido fosfórico de grado comercial (MGA), un producto que luego se puede convertir en fertilizante líquido. También se puede combinar con amoníaco y pasar por la planta de granulación para producir fertilizantes sólidos como el DAP y MAP, o ser evaporado para producir ácido superfosfórico (SPA), una forma de fertilizante líquido.

Para producir productos de alimentación animal, el ácido fosfórico se puede combinar con piedra caliza o roca fosfórica, o bien puede ser purificado mediante extracción por solventes para producir ácido fosfórico de grado industrial.

El diagrama de flujo asociado al procesamiento de la roca fosfórica aguas abajo, incluyendo otros insumos fundamentales como el azufre, amoníaco y energía, se presenta en la figura a continuación. Ésta incluye los derivados fosfatados más importantes, dados por: DAP, MAP, TSP, MGA, MCP y DCP. Cabe notar que la figura se basa en el procesamiento de la roca fosfórica mediante la ruta húmeda de producción de ácido fosfórico (WTA), debido a que ésta es, sin lugar a dudas, la ruta de procesamiento de fosfato natural más relevante y frecuente en la industria mundial.

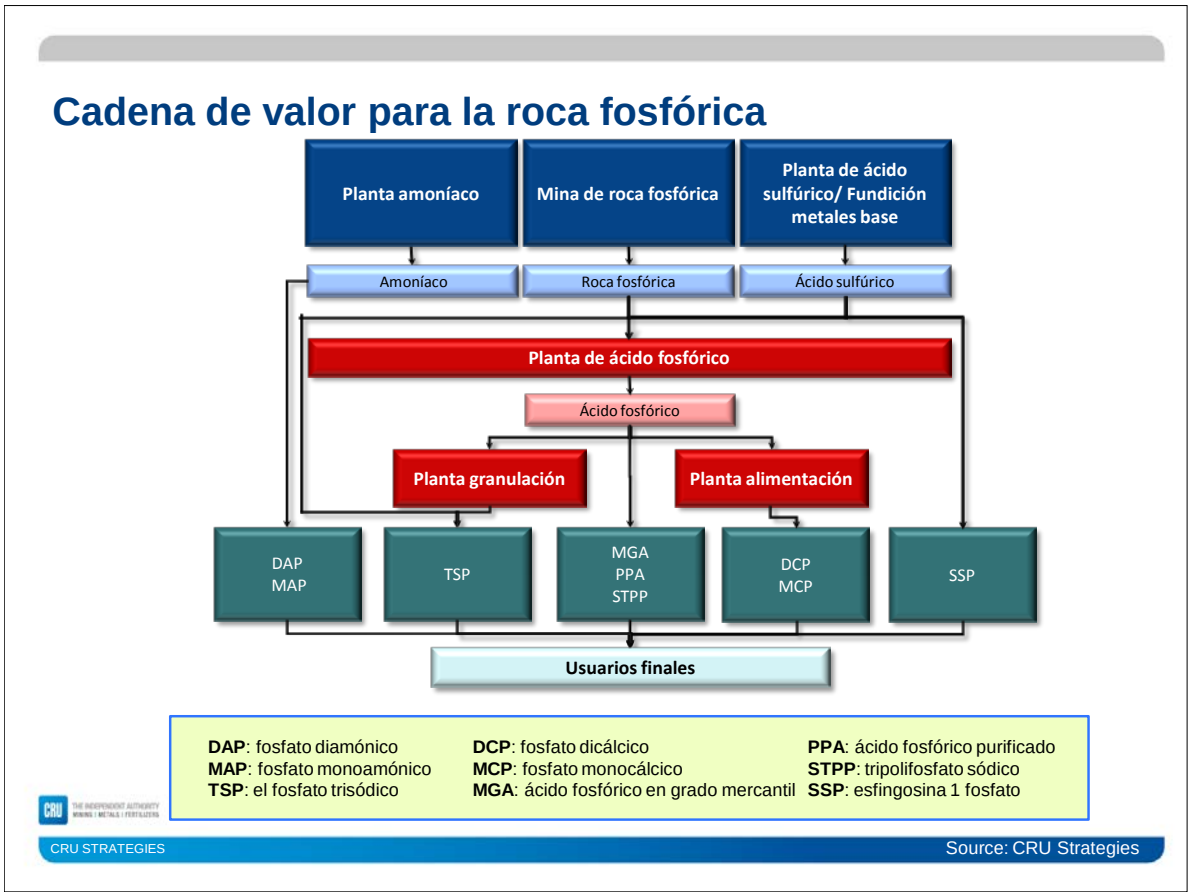
Figura 6.07: Proceso de producción de la roca fosfórica y sus derivados principales



6.3.3.2 Cadena de valor

La cadena de valor de la roca fosfórica aguas abajo, desde la materia prima proveniente de la mina, se presenta en la figura a continuación.

Figura 6.08: Cadena de valor para la roca fosfórica y sus derivados



Como se ha mencionado anteriormente, existe una gran variedad de productos finales provenientes de la roca fosfórica. Estos productos fosfatados son utilizados principalmente para fertilizantes, pero también existen importantes usos industriales. La gran variedad de productos fosfatados provienen naturalmente de variados procesos productivos unitarios diferentes y, por ende, sus correspondientes cadenas de valor varían significativamente. Pese a esto, el proceso húmedo de producción de ácido fosfórico es el más utilizado y, por ende, el único detallado en el presente análisis.

6.3.4 Comercialización (exportaciones e importaciones)

El comercio de roca fosfórica se basa principalmente en las exportaciones e importaciones del *commodity* basadas en el abastecimiento y requerimiento de la roca como materia prima para la posterior producción aguas debajo de los muchos derivados fosfatados.

En este sentido, Asia sobresale como el mayor importador de fosfato natural, lo cual se explica principalmente por la necesidad de India de abastecer su industria de productos fosfatados aguas abajo. Por el otro lado, dentro de las exportaciones a nivel mundial, Marruecos destaca como mayor exponente – siendo un agente exportador de roca fosfórica tanto para Asia como para Europa y América. Marruecos, en total, exportó más de 9 millones de toneladas de roca el año 2012. Esta cifra, sin embargo, representa una contracción con respecto al año anterior de 0,5 millones de toneladas, lo que se debió a una variedad de factores – incluyendo el final de la producción de derivados fosfatados en España y la reducción en las importaciones de India. Mientras que en el año 2000 cerca de la mitad de la roca marroquí extraída fue exportada, la cifra fue ligeramente superior al 30% el año 2012, donde se estima que esta participación de exportaciones disminuya aún más de aquí a cinco años más. Esto refleja la creciente tendencia de la industria marroquí en producir derivados más elaborados aguas abajo, con agresivos planes de expansión de operaciones de fosfatos para el próximo decenio.

En términos generales, la importancia del comercio internacional en el mercado de roca fosfórica ha ido continuamente disminuyendo en la última década. Esto se ha debido principalmente a dos factores. En primer lugar, el costo de flete por unidad de nutriente (P_2O_5) es mayor en comparación con los productos procesados aguas abajo; en segundo lugar, los márgenes en los mercados de productos aguas abajo han sido consistentemente más altos que en el mercado de roca. Esto ha llevado a las empresas mineras de roca fosfórica a integrarse verticalmente, a través de la adición de plantas de procesamiento *in-situ* – o cerca de sus operaciones.

Para efectos de la sección de comercialización de este informe, se analizará la Unión Europea como región en vez de Europa.

6.3.4.1 Asia

Las importaciones de roca fosfórica de Asia son considerablemente mayores a las importaciones del *commodity* en otros continentes – donde, por ejemplo, las importaciones del continente asiático más que doblaron a las importaciones observadas en América o Europa. Dentro de Asia, las importaciones realizadas por India resaltan notoriamente por sobre el resto de los países de la región, representando en 2012 un 53,6% de las importaciones regionales – lo que equivale a 7,3 millones de toneladas de un total regional de 13,6 millones de toneladas. Esto se explica dado que, según lo mencionado previamente, India carece significativamente de los recursos minerales necesarios para satisfacer su demanda, donde posee una importante industria aguas abajo de

productos fosfatados – convirtiéndolo en el mayor importador de fosfato natural a nivel mundial. Debido a esta carencia de recursos mineros domésticos de donde extraer sus requerimientos de roca, las importaciones indias han aumentado notoriamente en los últimos años, donde su importación de roca fosfórica el año 2012 fue un 39% mayor que las importaciones registradas el año 2007. Dentro de Asia, a las importaciones indias le siguen las importaciones de Indonesia y Malasia. No obstante, éstas no fueron mayores a, respectivamente, sólo un quinto y un décimo de las importaciones de India correspondientes a 2012.

Las importaciones de Asia provienen fundamentalmente de Marruecos, Jordania y Egipto. Si se consideran exclusivamente los tres principales países importadores, dados por India, Indonesia y Malasia, las importaciones provenientes de dichos tres países exportadores equivalen a más del 63% del total. Marruecos destaca con 2,6 millones de toneladas de roca exportadas a estos tres principales países importadores – lo cual concuerda con la condición de principal exportador de roca a nivel global con la cual cuenta Marruecos hoy en día.

Figura 6.09: Importaciones de roca fosfórica de países más relevantes de Asia en 2012

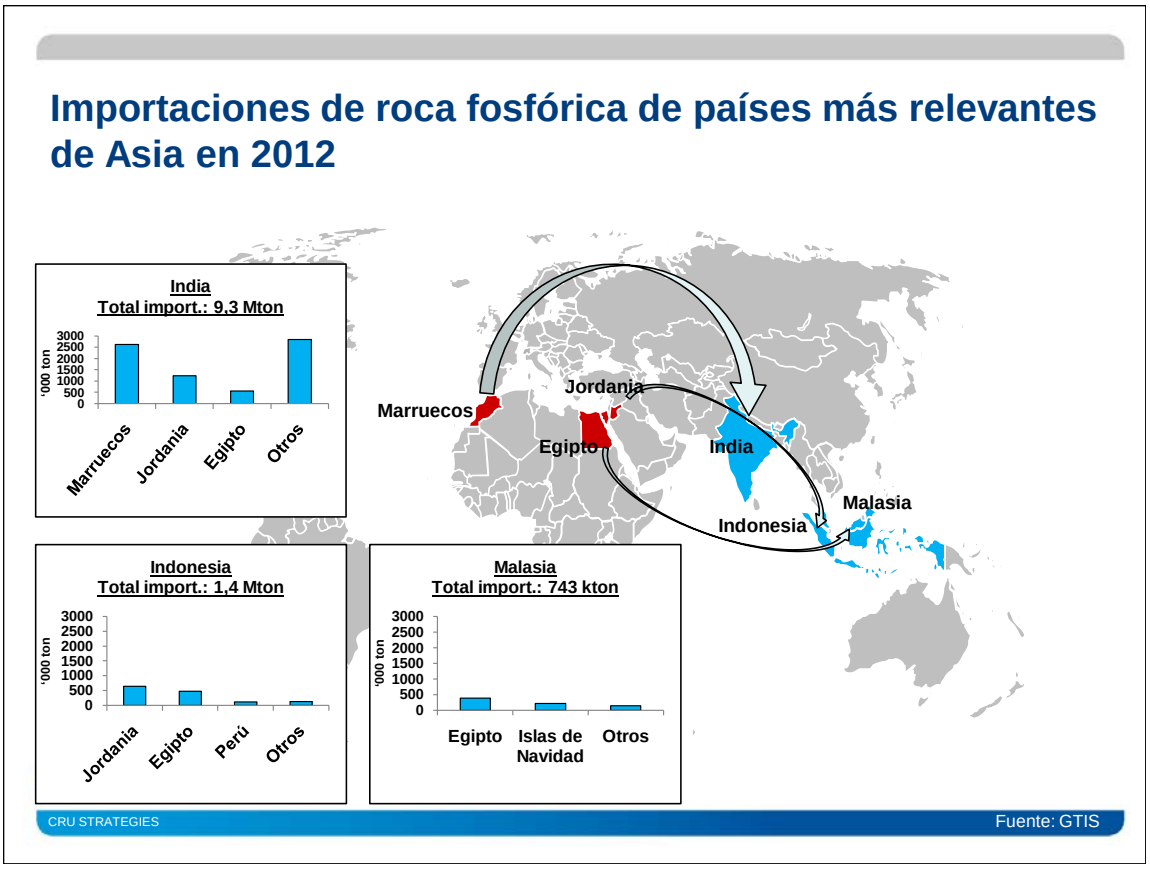


Tabla 6.12: Comportamiento histórico del comercio de roca fosfórica en Asia ('000 toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**12.683**	**13.464**	**10.381**	**13.491**	**15.113**	**13.587**
India	5.244	5.261	5.327	6.387	7.522	7.279
Indonesia	1.402	1.559	1.352	1.636	1.621	1.360
Malasia	794	768	376	723	984	743
Líbano	762	630	660	878	781	547
Corea del Sur	1.238	1.447	413	910	749	567
Otros	3.243	3.798	2.253	2.958	3.455	3.090

Data: IFA, FAI, CFMW, ANDA, reportes de compañías y CRU Analysis

Tabla 6.13: Importaciones de roca fosfórica de tres principales países importadores de Asia, por país de origen ('000 toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones 3 Países*	**7.440**	**7.588**	**7.056**	**8.532**	**9.643**	**9.382**
Marruecos	1.110	876	729	918	1.113	2.632
Jordania	2.939	3.149	2.834	3.619	3.852	1.882
Egipto	919	836	1.547	2.069	2.221	1.427
Otros	2.472	2.726	1.946	1.926	2.457	3.441
Participación 3 Paises	*62%*	*62%*	*69%*	*68%*	*71%*	*74%*

Data: IFA, FAI, CFMW, ANDA, reportes de compañías y CRU Analysis

***3 Países: India, Indonesia y Malasia**

Tabla 6.14: Importaciones de roca fosfórica de India por país de origen, 2007-2012 ('000 toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**5.244**	**5.261**	**5.327**	**6.429**	**7.187**	**7.279**
Jordania	2.584	2.530	2.229	2.933	3.278	1.242
Marruecos	1.110	876	729	918	1.113	2.632
Egipto	353	336	899	1.036	991	557
Togo	395	266	489	570	513	428
Otros	802	1.252	981	972	1.292	2.419
Exportaciones	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

Data: IFA, FAI, CFMW, ANDA, reportes de compañías y CRU Analysis

Tabla 6.15: Importaciones de roca fosfórica de Indonesia por país de origen, 2007-2012 ('000 toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**1.402**	**1.559**	**1.352**	**1.414**	**1.596**	**1.360**
Jordania	355	619	605	686	574	640
Egipto	410	307	552	689	590	480
Islas de Navidad	-	180	187	-	121	-
Perú	-	-	-	-	201	109
Otros	637	453	8	40	109	131
Exportaciones	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

Data: IFA, FAI, CFMW, ANDA, reportes de compañías y CRU Analysis

Tabla 6.16: Importaciones de roca fosfórica de Malasia por país de origen, 2007-2012 ('000 toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**794**	**768**	**377**	**689**	**860**	**743**
Egipto	156	193	95	345	640	389
Islas de Navidad	450	480	254	-	215	210
Otros	188	95	28	345	5	143
Exportaciones	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

Data: IFA, FAI, CFMW, ANDA, reportes de compañías y CRU Analysis

6.3.4.2 Europa

Las importaciones de roca fosfórica en la Unión Europea han sufrido una notoria caída en los últimos años, claramente marcada por la brusca baja observada a raíz de la crisis financiera mundial en 2009. En ese año en particular, el volumen de importaciones de roca disminuyó a casi la mitad de lo importado el año 2008; para los años posteriores a esta violenta disminución, las importaciones de roca fosfórica no han logrado alcanzar los volúmenes observados en los años pre-crisis. En esta misma línea, los dos mayores importadores de la Unión Europea, Polonia y Bélgica/Luxemburgo, el año 2009 sufrieron una disminución de importaciones de 59% y 55%, respectivamente. Por su parte, el tercer mayor importador actual, Lituania, sólo redujo su volumen de importación de roca en un 6% anual en 2009. Hoy en día, las importaciones totales de la región no llegan al 68% de las importaciones observadas en los años anteriores a la crisis (usando como referencia el año 2007), lo que ciertamente demuestra las nuevas tendencias de mercado observadas en Europa para la roca fosfórica. En particular para la Unión Europea, las reducciones de

producción de fertilizantes observadas por parte de las compañías Tessenderlo y Thermphos son un fiel reflejo de las consecuentes caídas en la importación de fosfato natural en la comunidad.

En cuanto a los países exportadores de roca fosfórica a la Unión Europea, destacan Marruecos y Rusia como los mayores exponentes en 2012 – a pesar de que Siria también ha sido un importante abastecedor del mineral durante los últimos años. Para 2012, Marruecos y Rusia representaron el 39% del total de exportaciones a la Unión Europea. Cabe notar, no obstante, que Marruecos ha presentado una tasa de crecimiento compuesta anual de -22,4% en el periodo 2007-2012 para sus exportaciones a la Unión Europea, lo cual está en línea con la tendencia decreciente en sus exportaciones totales de roca al mundo entero.

Con respecto a las exportaciones de la Unión Europea, éstas son marginales en comparación con los volúmenes de importación realizados, siendo la comunidad un importador neto de roca fosfórica.

Figura 6.10: Importaciones de roca fosfórica de la Unión Europea en 2012

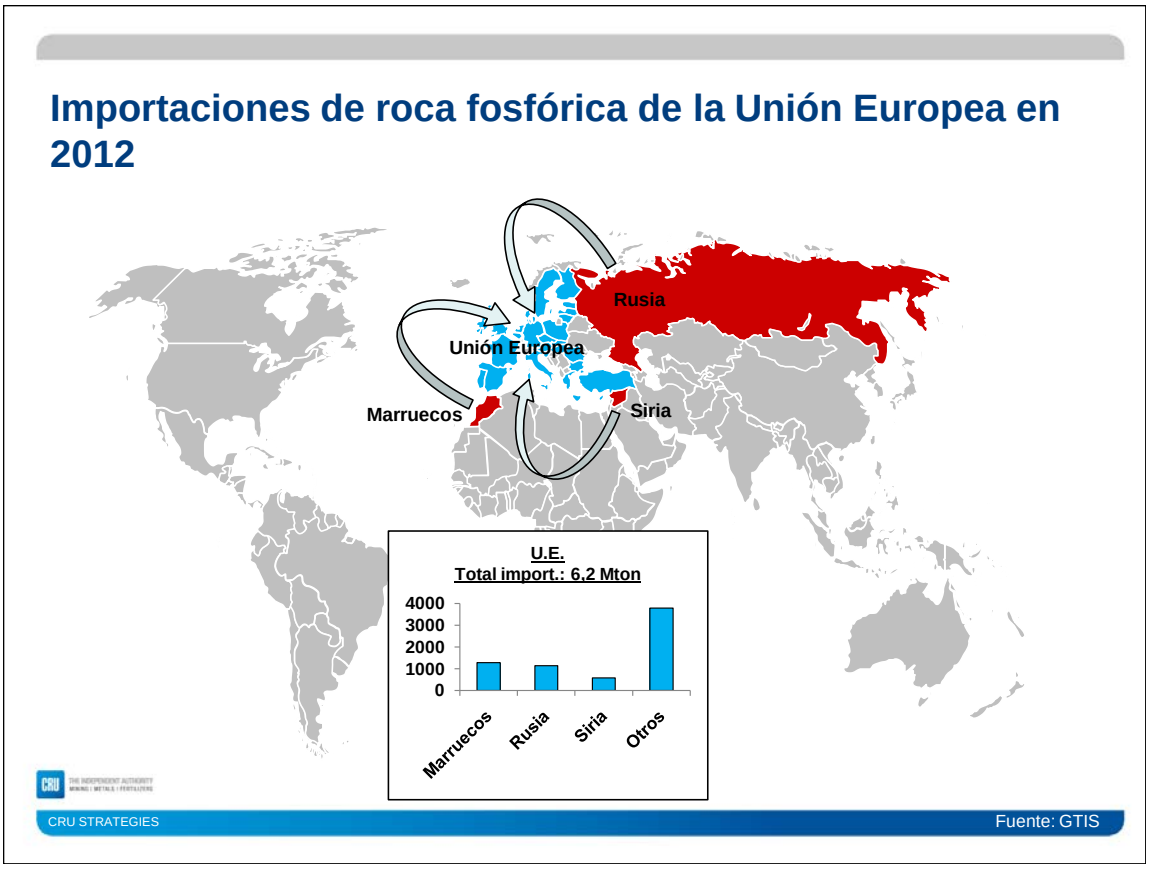


Tabla 6.17: Comportamiento histórico del comercio de roca fosfórica en la Unión Europea ('000 toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Importaciones	**9.171**	**8.096**	**4.100**	**7.551**	**7.022**	**6.206**
Polonia	1.693	1.347	558	1.324	1.385	1.370
Bélgica/Luxemburgo	1.392	1.326	597	1.339	1.540	1.254
Lituania	1.218	1.246	1.169	1.364	1.287	1.006
Holanda	789	916	307	649	680	572
España	1.846	1.390	428	1.009	288	242
Otros	2.233	1.871	1.041	1.866	1.841	1.762
Exportaciones	**-**	**-**	**10**	**62**	**117**	**44**

Fuente: IFA, FAI, CFMW, ANDA, reportes de compañías y CRU Analysis

Tabla 6.18: Importaciones de roca fosfórica de la Unión Europea por país de origen, 2007-2012 ('000 toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Importaciones	**9.171**	**8.096**	**4.100**	**7.551**	**7.022**	**6.206**
Marruecos	4.514	3.574	1.054	3.105	2.835	1.272
Rusia	1.762	1.402	1.472	1.266	905	1.136
Siria	1.297	1.117	859	1.357	932	582
Jordania	196	371	55	205	479	813
Algeria	399	530	178	607	616	385
Otros	1.003	1.101	482	1.012	1.255	2.017

Data: IFA, FAI, CFMW, ANDA, reportes de compañías y CRU Analysis

4.3.4.3 Las Américas y el Caribe

Las importaciones de roca fosfórica de América se enfocan primordialmente en EE.UU. y Brasil. El año 2012 el volumen de importación de fosfato natural de ambos países significó tres cuartas partes del total de importaciones del continente americano. A pesar de una caída en las importaciones el año 2009, debido a la crisis financiera mundial donde todos los importadores relevantes disminuyeron considerablemente su consumo de roca fosfórica, EE.UU. presenta una tendencia alcista en sus importaciones del mineral en el periodo 2007-2012. Por su parte, Brasil, no ha logrado recobrar sus niveles de importación observados en 2007.

Respecto a los exportadores de roca fosfórica a los mayores importadores americanos del *commodity*, el año 2012 sobresalieron Marruecos y Perú como los mayores exponentes en este ámbito. Ambos exportadores juntos reportaron un total de 5,2 millones de toneladas exportadas a EE.UU., Brasil y México, lo cual representa un 91% de las importaciones totales de roca de estos tres países. Cabe notar, por otro lado, que Perú es el único país de la región que reporta exportaciones de fosfato natural en los últimos años.

Figura 6.11: Importaciones de roca fosfórica de países más relevantes de América en 2012

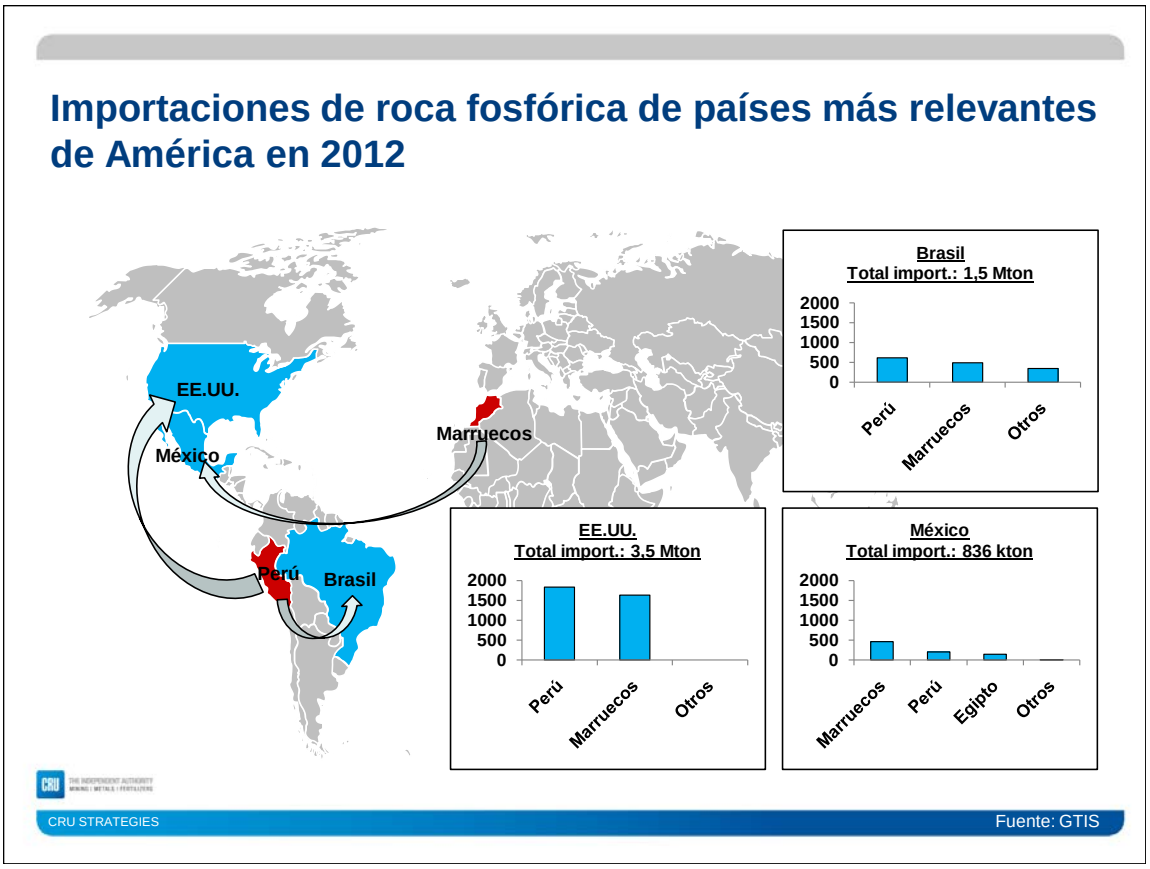


Tabla 6.19: Comportamiento histórico del comercio de roca fosfórica en las Américas ('000 toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Importaciones	**6.346**	**5.591**	**3.564**	**5.943**	**6.222**	**6.572**
EE.UU.	2.670	2.755	2.091	2.817	3.272	3.493
Brasil	1.996	1.288	936	1.416	1.460	1.448
México	899	1.021	91	981	865	836
Argentina	203	139	91	274	215	278
Otros	579	389	354	456	411	518

Data: IFA, FAI, CFMW, ANDA, reportes de compañías y CRU Analysis

Tabla 6.20: Importaciones de roca fosfórica de tres principales países importadores de América, por país de origen ('000 toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Importaciones 3 paises	**5.565**	**5.063**	**3.118**	**5.213**	**5.180**	**5.754**
Marruecos	4.638	4.378	2.689	3.844	3.192	2.584
Perú	-	-	-	515	1.453	2.657
Algeria	361	268	294	555	213	-
Otros	566	418	136	300	322	513
Participación 3 Paises	88%	91%	87%	87%	90%	88%

Fuente: IFA, FAI, CFMW, ANDA, reportes de compañías y CRU Analysis

***3 Paises: EE.UU., Brasil y México**

Tabla 6.21: Importaciones de roca fosfórica de EE.UU. por país de origen, 2007-2012 (‘000 toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**2.670**	**2.755**	**2.091**	**2.817**	**2.848**	**3.470**
Morocco	2.670	2.755	2.091	2.576	2.073	1.630
Peru	-	-	-	241	775	1.840
Otros	-	-	-	-	-	-
Total Exportaciones	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

Data: IFA, FAI, CFMW, ANDA, reportes de compañías y CRU Analysis

Tabla 6.22: Importaciones de roca fosfórica de Brasil por país de origen, 2007-2012 (‘000 toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**1.996**	**1.288**	**936**	**1.416**	**1.505**	**1.448**
Marruecos	1.069	625	507	532	607	487
Algeria	361	268	294	474	213	-
Perú	-	-	-	188	456	613
Togo	156	136	-	56	42	58
Otros	410	259	136	167	187	290
Total Exportaciones	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

Data: IFA, FAI, CFMW, ANDA, reportes de compañías y CRU Analysis

Tabla 6.23: Importaciones de roca fosfórica de México por país de origen, 2007-2012 ('000 toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**899**	**1.021**	**91**	**981**	**828**	**836**
Marruecos	899	999	91	736	512	467
Perú	-	-	-	86	223	204
Egipto	-	22	-	-	-	150
Algeria	-	-	-	81	-	-
Otros	-	1	-	78	93	14
Total Exportaciones	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

Data: IFA, FAI, CFMW, ANDA, reportes de compañías y CRU Analysis

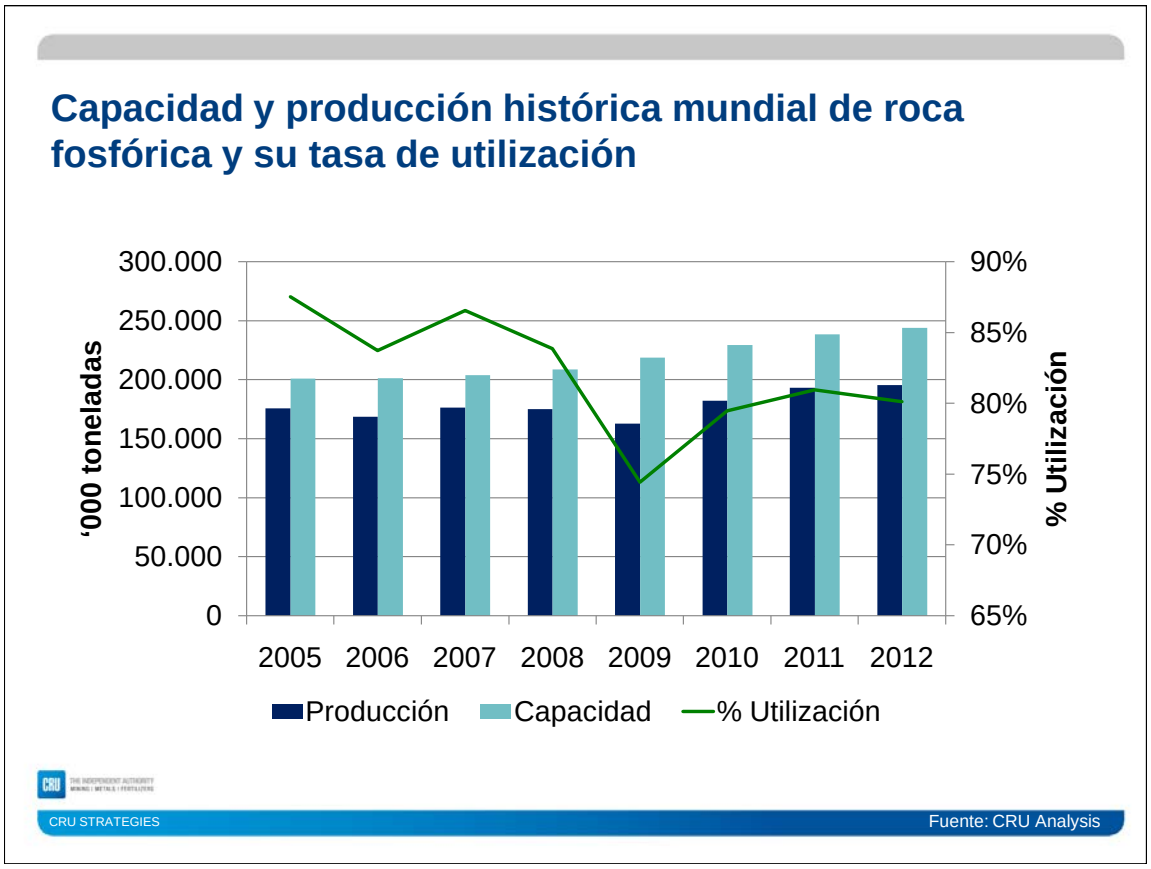
6.3.5 Evolución histórica de la oferta

La oferta de roca fosfórica, a nivel mundial, se analiza en base a la producción minera del *commodity*, no existiendo otros factores complementarios – significativamente relevantes – que impacten en la oferta del mineral. Ligado a esto, naturalmente, la capacidad productiva de roca, junto con la correspondiente tasa de utilización de cada planta, es una determinante fundamental para analizar el comportamiento de la industria de fosfato natural alrededor del mundo.

En cuanto a la capacidad global de producción de roca fosfórica, ésta se elevó a 243,7 millones de toneladas en 2012, lo que representa el décimo aumento anual consecutivo. A pesar de que las adiciones de capacidad de extracción de fosfato natural han sido geográficamente generalizadas (desde Perú hasta Arabia Saudita), la mayor parte de la nueva capacidad sigue concentrándose en sólo tres países: China, Marruecos y EE.UU. En conjunto, estos tres países representaron más del 60% del total mundial.

Asimismo, los niveles de tasas de utilización observados en la industria últimamente han sido relativamente bajos en comparación con los niveles vistos en la década de 2000 – excluyendo el año 2009, año en el cual debido a la crisis financiera mundial se observaron tasas de utilización sorprendentemente bajas. El año 2012, la tasa de utilización se estima en 80%, lo cual contrasta con los niveles cercanos al 85% observado antes del año 2008.

Figura 6.12: Capacidad y producción histórica mundial de roca fosfórica y su tasa de utilización



En cuanto a la producción mundial de roca fosfórica, ésta fue de 195,3 millones de toneladas en 2012. Este total es 1,2% más alto que la producción de 2011 y 19,1 millones de toneladas más que el promedio de producción observado entre 2005 y 2011. El alza de producción se enfocó principalmente en Arabia Saudita, Túnez, Egipto y China.

Mientras que la producción saudí se ha visto impulsada por el continuo comienzo y *ramp-up* de las operaciones aguas abajo de Ma'aden en Ras Al-Khair, el crecimiento de producción en Egipto se explica por las continuas restricciones sobre la producción siria. La producción proveniente de China, responsable de más de la mitad del aumento global, debe ser – sin embargo – considerada con precaución. Esto pues las estimaciones recopiladas por distintas oficinas de estadísticas en el país se han contradicho y han dado estimaciones diferentes de aumento y disminución en la producción china.

En términos generales, y en base a los datos manejados por CRU y lo ya mencionado previamente en el análisis, sin duda la región más relevante en cuanto a producción de roca es Asia. Esta región representa casi la mitad de la producción mundial, llegando a 95 millones de toneladas en 2012 – lo que significa un 49% del total en Asia incluyendo a Medio Oriente. De esta región, es naturalmente China el mayor contribuyente a los grandes volúmenes regionales de producción, alcanzando 77,5 millones de toneladas de producción en 2012 y mostrando una importante tasa compuesta de crecimiento anual de 5,6%. Cabe notar que China, por sí sólo, representó el año 2012 un 40% del total mundial de producción de fosfato natural.

En cuanto a las compañías productoras de roca fosfórica más relevantes en el mundo occidental, la compañía marroquí OCP es, claramente, la mayor productora de roca fosfórica en la industria. La compañía posee 29,1 millones de toneladas anuales de capacidad de producción, de las cuales cabe recordar que una importante fracción es procesada aguas abajo y la restante es exportada a variados destinos con capacidad de producción de fertilizantes. La productora que le sigue a OCP en volúmenes de producción es Mosaic, compañía con presencia en EE.UU. y cuya producción representa aproximadamente la mitad de la producción del país. La capacidad de producción de fosfato natural de Mosaic es de 16,1 toneladas de roca fosfórica al año. A ésta le sigue, como tercer mayor compañía en términos de capacidad, Vale Fertilizantes, la cual presenta capacidad productiva tanto en Brasil como en Perú de 13,4 millones de toneladas al año.

Con aproximadamente una capacidad de 10 millones de toneladas de roca al año, JPMC (Jordania) y Companie des Phosphates de Gafsa (Túnez) siguen en la lista de productores con mayor capacidad de producción en el mundo, seguida de cerca por la norteamericana PotashCorp. Esta última presenta una capacidad de de producción de 9,6 millones de toneladas de roca anuales.

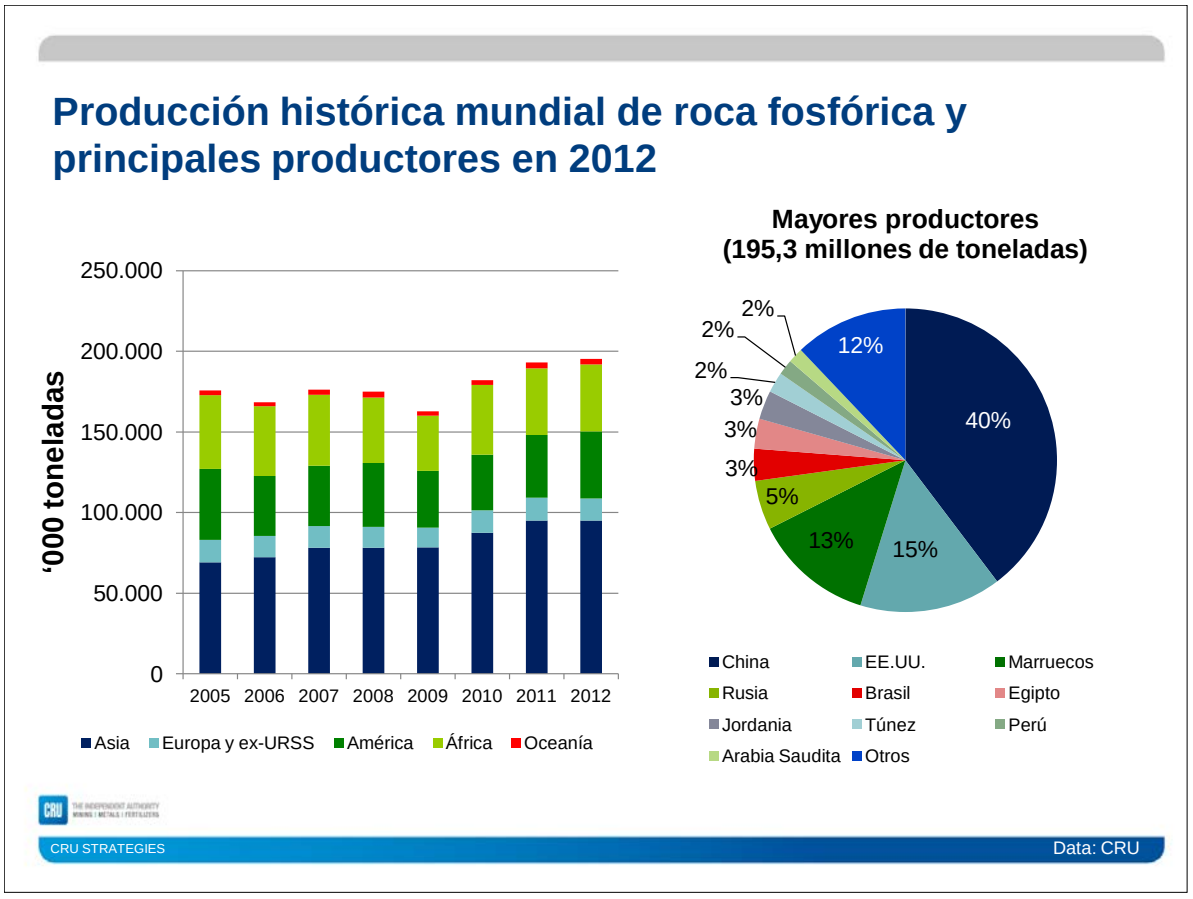
Tabla 6.24: Mayores compañías productoras de roca fosfórica, 2012

Compañía	País	Capacidad (millones de tons)
OCP	Marruecos	29,1
Mosaic	EE.UU.	16,09
Vale Fertilizantes	Brasil	13,39
JPMC	Jordania	10
CPG	Túnez	9,8
PCS Phosphate	Canadá	9,6
PhosAgro	Rusia	7,9

Data: CRU

En términos de concentración de mercado, las cuatro mayores compañías presentan una concentración de mercado que no supera el 30% de la industria mundial de roca fosfórica, lo cual refleja la gran cantidad de productores de roca existentes hoy en día. Esto refleja la estructura de la industria, la cual posee muchos productores que pueden producir derivados aguas abajo a partir de esta producción de roca o bien sencillamente vender el mineral sin necesidad de mayor nivel de procesamiento.

Figura 6.13: Producción histórica mundial de roca fosfórica y principales productores en 2012



6.3.5.1 Asia

Sin lugar a dudas, China es el mayor exponente tanto a nivel regional como a nivel mundial de producción de fosfato natural. La producción de roca fosfórica de China ha aumentado rápidamente en los últimos diez años, desde 38,8 millones de toneladas en 2001 mil a 81,1 millones de toneladas en 2012, representando esto un aumento de más del doble de lo observado a principios del siglo. Este fuerte crecimiento se ha visto impulsado por las continuas expansiones de capacidad de

fertilizantes de fosfato aguas abajo, así como los altos precios internos que han prevalecido desde 2011.

Sin embargo, el presente análisis indica que el crecimiento de la producción de fosfato de China está a punto de estancarse – lo que precisamente pudiera estar sucediendo hoy en día. Gran parte de las reservas de roca de alta calidad del país se han agotado, y las operaciones mineras se están viendo obligadas a extraer depósitos de mineral de menor ley. Por lo tanto, los costos de producción no sólo aumentarán debido a los volúmenes adicionales que se requieren para ser procesados (debido a procesos adicionales de beneficiación), sino que también debido a la continuación de la industrialización del país – impulsando los costos de mano de obra y energía.

Por otra parte, en 2012 el Medio Oriente representó aproximadamente el 9% de la capacidad mundial de roca fosfórica. La distribución de la capacidad total regional se reparte en proporciones similares entre Arabia Saudita, Israel y Jordania – oscilando cada uno en entre un 20 y 30% del total de la región. Siria, por su parte, abarca una gran fracción de la capacidad restante, aunque en los últimos años, Gecopham, productor de fosfato de propiedad estatal, se ha visto obligado a operar a niveles reducidos como consecuencia de disturbios civiles. Hacia el futuro, esperamos ver a Arabia Saudita ampliar su capacidad a más de 10 millones de toneladas anuales, y convertirse así en el productor más grande (por capacidad) en la región.

En Arabia Saudita, Ma'aden comenzó la producción de roca fosfórica en Al Jalamid en 2010, con una producción total de 121.000 toneladas al año – y una capacidad de 1,0 millón de toneladas. Su capacidad fue entonces incrementada a 5,3 millones de toneladas en 2012, a raíz de la puesta en marcha de la planta de acidificación/granulación Ras Al-Khair en 2011. Sin embargo, debido a las continuas dificultades de transporte y producción, la producción de roca apenas sobrepasó el millón de toneladas en 2011. Aunque la producción de roca no ha alcanzado la capacidad de diseño, se estima que el año 2012 llegó a niveles superiores – a alrededor de 3,7 millones de toneladas. Una vez que los persistentes problemas se resuelvan, la mina podría teóricamente lograr su *ramp-up* hasta su capacidad nominal de 5.3 millones de toneladas anuales.

En Israel, ICL opera tres minas – Arad, Oron y Nahal Zin – con una capacidad combinada de 5,4 millones de toneladas de roca. En 2012, la producción se estima en un poco menos de 3,7 millones de toneladas, lo que sugiere un aumento del 18% en comparación al año anterior. Aunque las exportaciones de roca de la compañía y la producción de ácido fosfórico fueron inferiores en 2012

con respecto al año 2011, la producción de TSP se estima por sobre el nivel observado el año previo.

En Jordania, la capacidad de roca de JPMC se estimó en 9,0 millones de toneladas para 2012. Esta cifra pudiera parecer sorprendentemente alta, no obstante ésta se explica debido a que el cierre previsto de Al-Hassa y Al-Abiad fue mucho más lento de lo esperado. Por otra parte, los continuos esfuerzos de exploración en estas áreas han generado otros 31 años de producción en Al-Hassa y 18 años de reservas en Al-Abiad. En cuanto a la producción observada en Jordania, se estima que la oferta fue un 21% menor en 2012 que en 2011 – desde un pico de 7,6 millones de toneladas en 2011. Esta disminución se debió en gran medida a la menor demanda de India por roca fosfórica importada.

En términos generales, la producción de roca fosfórica por parte de Asia como un todo creció a una tasa compuesta anual de crecimiento de 4,7% en el periodo 2005-2012, una tasa altamente impactante en comparación al 1,5% observado a nivel mundial. Reflejo de esto es que el año 2012 la producción asiática fue casi la mitad de la producción mundial (49%), en contraste con el 39% de la producción global que mostró en 2005 – la cual, igualmente, seguía siendo altamente significativa en términos relativos en comparación a otros continentes.

6.3.5.2 Europa

La producción de Europa se concentra fundamentalmente en países asociados a la ex-Unión Soviética – principalmente Rusia y Kazajistán, a pesar que Rusia reportó niveles productivos cinco veces mayores a los de Kazajistán. Aunque ambos países no pertenecen completamente a Europa, para el presente análisis se les considera como parte de esta región, al igual que al resto de los países de la ex-Unión Soviética; cabe notar, no obstante, que las cifras reportadas en el análisis subdividen los totales de dicha región con respecto a los del resto de Europa.

Así, en cuanto a la ex-Unión Soviética, la capacidad de extracción de roca fosfórica actualmente existe en tres países de la región: Rusia, Kazajistán y Uzbekistán. Su capacidad total se estima en 17,8 millones de toneladas para 2012, lo que representó poco más del 7% del total mundial. De la misma forma, su producción representó un promedio de 95% del total de producción en Europa y los países de la ex-Unión Soviética juntos en el periodo 2005-2012, lo que demuestra la relevancia de esta región y su predominancia por sobre los países europeos en términos de producción. En

particular, Rusia fue el cuarto mayor productor mundial de fosfato natural en 2012, habiendo producido más de 10 millones de toneladas durante el año.

Los dos principales productores rusos son Eurochem y Phosagro, que en conjunto representaron el 86% de la capacidad rusa de roca fosfórica en 2012. Phosagro es la mayor productora de fosfatos integrada verticalmente en Rusia. La compañía es propietaria de la operación minera más grande del país, P.O. Apatit, en la zona minera de Khibiny en la península de Kola. Esta mina tiene una capacidad de 8,0 millones de toneladas al año, la que se espera que permanezca constante al menos en el corto plazo. Eurochem, por el contrario, es una sociedad más diversificada, con plantas de producción de fertilizantes de Rusia, Ucrania, Estonia y Lituania. La compañía cuenta con tres plantas integradas de fosfato, dos en Rusia y una en Lituania, que se suministran con la roca fosfórica de la mina de apatita GOK Kovdorky en la península de Kola. La capacidad de roca fosfórica anual de la mina es de 2,7 millones de toneladas, la que también se espera que permanezca constante en el corto plazo al menos.

En general, en términos de producción, la región dada por Europa más la ex-Unión Soviética representó un 7% de la producción mundial de roca fosfórica para 2012. No obstante, si sólo se consideran aquellos países no incluidos en la ex-Unión Soviética, esta participación no sobrepasa el 0,4% del total mundial.

6.3.5.3 Las Américas y el Caribe

La capacidad total de producción de roca fosfórica en los países más grandes de América del Norte (EE.UU. y Canadá) fue de 35,4 millones de toneladas en 2012. EE.UU. representó el 97% de este total y Canadá sólo el 3%. Estimaciones preliminares indican que la producción total en 2012 fue de 29,1 millones de toneladas, un aumento del 2,0% respecto al año anterior. Esto representa el segundo año consecutivo de crecimiento, lo que se explica por la reactivación de la mina South Fort Meade de Mosaic en el segundo semestre de 2012.

La producción de roca en EE.UU. se estima en 29,5 millones de toneladas para 2012. Aproximadamente el 70% de la capacidad se concentra en los estados del sur-este del país dados por Florida y Carolina del Norte. Cuatro de las seis minas en Florida (Four Corners, South Fort Meade, Hookers Prairie y Wingate Creek) son propiedad de Mosaic y son operadas por dicha compañía. Combinadas estas minas representaron aproximadamente la mitad del total de la producción de EE.UU. en 2012, convirtiendo a la compañía la segunda mayor minera de roca

fosfórica detrás de OCP. El segundo productor más grande de América del Norte es PotashCorp, que tiene una capacidad operativa de 9,6 millones de toneladas en Carolina del Norte (Aurora) y Florida (White Springs). El resto se divide entre Idaho (Agrium, Simplot y Monsanto) y Utah (Simplot).

La producción estimada para 2012 fue de 1,9 millones de toneladas más que la cifra reportada en 2011, y 16,7% por encima del mínimo cíclico en 2010. Este continuo crecimiento se explica principalmente por Mosaic. Recientemente, Mosaic ha operado su mina Four Corners muy por encima de la capacidad nominal. Esto se hizo no sólo para dar cuenta de los reducidos volúmenes de producción en South Fort Meade (que ha sido objeto de una larga batalla ambiental), sino que también para complementar los volúmenes de roca peruana que se consume en Louisiana.

A raíz de la resolución de los problemas ambientales a principios de 2012, y como ya se mencionó anteriormente, South Fort Meade volvió al estado de producción durante el segundo semestre de 2012. Esto ha reducido la presión en la operación Four Corners, y le permitió a Mosaic reconstruir los niveles de *stocks* – que habían caído en 2010 y 2011.

Con respecto al resto del continente americano, la capacidad de extracción de roca en América del Sur aumentó por cuarto año consecutivo a 12,1 millones de toneladas en 2012. Aunque Brasil y Venezuela han contribuido a esta tendencia, sin duda el principal motor de crecimiento desde 2010 fue Perú, donde la mina de roca fosfórica Bayóvar ha comenzado su *ramp-up*.

En este contexto, Brasil presenta igualmente la mayor capacidad minera de fosfato natural en Sudamérica, con un estimado de 7,4 millones de toneladas – aproximadamente el 62% del total de América del Sur. Esta capacidad se extiende a través de nueve operaciones, cuatro de los cuales están en Minas Gerais. Las operaciones se dividen entre tres empresas: Vale Fertilizantes, Anglo Fosfatos (anteriormente Copebras) y Galvani Mineração. Vale es sin duda el más grande de éstas, con alrededor de 5,6 millones de toneladas de capacidad. Aunque Galvani opera tres minas, en comparación con sólo una de Anglo, la primera tiene la capacidad más pequeña del país, lo que representa sólo el 6% del total. Dada la fuerte demanda de fertilizantes en el país, no es de extrañar que los tres tengan ambiciosos planes de expansión.

El país sudamericano ha presentado una tasa compuesta anual de crecimiento en producción, para el periodo 2005-2012, de 2,7%, sosteniendo con esto una tasa de crecimiento negativa (de -0,8%) del

continente americano como un todo. En este sentido, el mayor exponente productivo de América, EE.UU., presenta una tasa compuesta anual de crecimiento negativa de -2,6%, fiel reflejo de lo observado en la región completa, y claro contraste de lo observado en Brasil.

Como se mencionó anteriormente, en el resto de Sudamérica, el enfoque ha estado en Perú, donde Vale Fertilizantes ha comenzado el *ramp-up* de Bayóvar. La mina comenzó su producción en 2010 con una capacidad de 1,0 millón de toneladas por año, capacidad que ha ido incrementado hasta cerca de 4,0 millones de toneladas al año 2012. La producción para 2012 se estima en 3,2 millones de toneladas, la mayor parte de los cuales se ha dirigido a EE.UU., Brasil, México y, más recientemente, también a India. Aunque este total está por encima de los últimos años, ha habido algunos informes que citan problemas de calidad. En efecto, el concentrado de roca contenía niveles variables de cloruro. Esto se debe a la falta de agua dulce para lavar la roca antes del proceso de beneficiación, la que a su vez ha sido causada por un problema con el proceso de ósmosis inversa en la planta de desalinización.

Tabla 6.25: Oferta histórica de roca fosfórica por región, 2005-2012 ('000 toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
China	52.760	56.879	62.666	61.800	64.500	69.100	75.000	77.500	5,6%
Jordania	6.381	5.881	5.546	6.148	5.271	6.529	7.589	6.000	-0,9%
Arabia Saudita	643	-	-	-	-	121	1.068	3.131	25,4%
Israel	2.917	2.907	3.050	3.034	2.530	3.078	3.118	2.700	-1,1%
Siria	3.496	3.580	3.678	3.221	2.147	3.765	3.542	2.300	-5,8%
India	1.400	1.533	1.507	1.485	1.588	2.000	1.910	1.399	0,0%
Otros	1.449	1.392	1.755	2.460	2.379	2.760	2.843	1.970	4,5%
Asia	**69.045**	**72.172**	**78.202**	**78.149**	**78.414**	**87.353**	**95.070**	**95.000**	**4,7%**
% cambio anual		*4,5%*	*8,4%*	*-0,1%*	*0,3%*	*11,4%*	*8,8%*	*-0,1%*	
	39%	43%	44%	45%	48%	48%	49%	48,7%	
Marruecos	28.788	27.098	27.638	24.198	18.163	25.655	27.821	24.951	-2,0%
Egipto	2.621	2.177	2.504	3.179	3.708	3.435	4.746	6.239	13,2%
Túnez	8.204	7.812	8.005	7.623	7.298	8.132	2.510	4.250	-9,0%
Sudáfrica	2.643	2.664	2.553	2.287	2.237	2.499	2.468	2.256	-2,2%
Algeria	902	1.616	1.798	1.806	1.018	1.616	1.281	1.500	7,5%
Senegal	1.541	584	744	665	967	1.191	1.517	1.250	-2,9%
Togo	1.021	1.157	750	843	726	726	866	1.050	0,4%
Otros	85	76	63	58	50	72	68	68	-3,1%
África	**45.805**	**43.183**	**44.055**	**40.657**	**34.167**	**43.326**	**41.277**	**41.563**	**-1,4%**
% cambio anual		*-5,7%*	*2,0%*	*-7,7%*	*-16,0%*	*26,8%*	*-4,7%*	*0,7%*	
Australia	2.170	1.843	2.174	2.492	2.113	2.095	2.519	2.156	-0,1%
Islas de Navidad	690	687	730	770	485	620	650	630	-1,3%
Otros	18	-	214	498	147	407	437	600	64,9%
Australasia	**2.878**	**2.530**	**3.118**	**3.759**	**2.744**	**3.121**	**3.606**	**3.386**	**2,3%**
% cambio anual		*-12,1%*	*23,2%*	*20,6%*	*-27,0%*	*13,7%*	*15,5%*	*-6,1%*	
EE.UU.	35.516	30.464	30.231	30.850	26.609	25.244	27.619	29.472	-2,6%
Brasil	5.488	5.801	6.095	6.344	5.949	5.693	6.094	6.627	2,7%
Perú	-	-	-	-	-	791	2.545	3.218	-
México	1.691	-	42	963	1.422	1.499	1.691	1.658	-0,3%
Otros	1.206	967	1.070	1.295	1.303	1.041	1.031	633	-8,8%
América	**43.900**	**37.232**	**37.437**	**39.452**	**35.283**	**34.269**	**38.979**	**41.608**	**-0,8%**
% cambio anual		*-15,2%*	*0,6%*	*5,4%*	*-10,6%*	*-2,9%*	*13,7%*	*6,7%*	
Rusia	11.286	10.813	10.937	9.810	9.538	10.844	10.304	10.275	-1,3%
Kazajistán	1.534	1.059	1.056	1.718	1.205	1.755	2.214	2.027	4,1%
Otros	1.291	1.431	1.431	1.480	1.358	1.517	1.522	1.401	1,2%
Europa Occidental	**823**	**858**	**831**	**780**	**658**	**817**	**870**	**762**	-1,1%
Europa Central	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	-
Ex-Unión Soviética	**13.289**	**12.445**	**12.592**	**12.229**	**11.443**	**13.299**	**13.171**	**12.941**	-0,4%
Europa y Ex-Unión Soviética Total	**14.112**	**13.303**	**13.423**	**13.009**	**12.101**	**14.116**	**14.040**	**13.703**	**-0,4%**
% cambio anual		*-5,7%*	*0,9%*	*-3,1%*	*-7,0%*	*16,7%*	*-0,5%*	*-2,4%*	
Producción mundial	**175.740**	**168.420**	**176.235**	**175.025**	**162.708**	**182.184**	**192.972**	**195.260**	**1,5%**
% cambio anual		***-4,2%***	***4,6%***	***-0,7%***	***-7,0%***	***12,0%***	***5,9%***	***1,2%***	

Data: CRU

6.3.6 Evolución pronosticada de la oferta en el corto plazo

6.3.6.1 Asia

Asia, incluso sin considerar al Medio Oriente, ha venido mostrando un crecimiento notable en cuanto a producción de fosfato natural en la última década, principalmente debido al rápido crecimiento de la economía china, y se espera que esta tendencia se mantenga en Asia con una capacidad regional incrementando un 13% hasta 104,6 millones de toneladas – a pesar que este número asume que todas las adiciones en capacidad serán cumplidas en el futuro.

Dentro de Asia, China se mantendrá, ciertamente, como el principal productor de fosfato natural. La capacidad de producción alcanzará en 2017 las 96,5 millones de toneladas – lo que representa un 72% de la capacidad de la región y un 72% de la capacidad de Asia sin considerar el Medio Oriente. No obstante, la producción en China se mantendrá restringida en el corto plazo, a niveles de 77,5 millones de toneladas, casi idéntica a la producción observada el año 2012.

La mayor parte de la capacidad en China estará acotada a las regiones de Yunnan, Guzihou y Hubei. A pesar de que un deterioro en la calidad de la roca evitará una expansión de capacidad en Yunnan, se pronostica un aumento de capacidad en Guzihou a raíz de la expansión de capacidad existente y la próxima puesta en marcha de nuevas plantas. Por ejemplo, Wengfu está finalizando la construcción de la segunda fase de dos proyectos mineros: Datang y Chuanyandong. El primero se espera que entre en funcionamiento en 2013 con una capacidad de 1,0 millón de toneladas al año, y el segundo se prevé que entre en operación en 2014 con una capacidad de 3,5 millones de toneladas anuales. Además, Hubei todavía tiene el potencial para ampliar su capacidad de roca y, como tal, hay una serie de nuevos proyectos en carpeta. Éstos incluyen al Grupo Xingfa, que tiene en sus planes aproximadamente 2,0 millones de toneladas de nueva capacidad para 2015. En otras partes de China, gran parte de la capacidad restante se encontrará en Sichuan, la cual combinará esta nueva capacidad de roca con la capacidad de productos aguas abajo.

Es importante tener en cuenta que en los últimos años ha habido una tendencia en China hacia la integración de la producción aguas arriba y aguas abajo, con el fin de consolidar minas más pequeñas e ineficientes en unidades integradas más grandes. Esto ayuda a explicar que, aparte de aquellos proyectos de propiedad de productores integrados de gran tamaño, se han puesto en marcha sólo unos pocos proyectos nuevos.

En cuanto a India, éste seguirá siendo un productor menor de roca fosfórica debido a la carencia de reservas de fosfato natural dentro de su territorio. Por su parte, Arabia Saudita y su operación Ma'aden, como se explicó anteriormente, se espera que habiendo solucionado sus problemas operacionales pudiera alcanzar eventualmente su capacidad nominal de 5,3 millones de toneladas. Ma'aden también está realizando un estudio de factibilidad a la construcción de una segunda mina de roca fosfórica, Al-Khabra, en el noreste del país. Se espera que Al-Khabra sea puesta en marcha durante la última parte de 2016, y aún cuando el diseño técnico exacto está todavía por confirmar, se cree que la planta permitirá a Ma'aden producir productos de grado industrial y alimentarios, así como también fertilizantes. El *ramp-up* de Al-Khabra impulsará la capacidad de Ma'aden a 10,3 millones de toneladas por año.

Se espera que Arabia Saudita sea el mayor impulsor de crecimiento de producción, con una tasa compuesta anual de crecimiento de 20% entre 2012 y 2017; esto significa que la estimación de producción para 2017 será de casi un 50% más que la producción observada en 2012. Esto contrasta notoriamente con las estimaciones del continente completo, donde Asia verá una discreta tasa compuesta de crecimiento de 1,2%.

6.3.6.2 Europa

La capacidad de roca fosfórica en la región se seguirá basando principalmente en los países de la ex-Unión Soviética dados por Rusia, Kazajistán y Uzbekistán, llegando estos países combinados a una capacidad de 17,8 millones de toneladas para 2012. En el futuro, con el crecimiento de la producción en Rusia y con planes de expansión en Kazajistán, se prevé que la capacidad de la ex-Unión Soviética aumente en un 40% a 24,8 millones de toneladas en 2017.

En particular, Rusia será el mayor productor de la región en el corto plazo, con 9,7 millones de toneladas de producción para 2017. Esto implica una participación de dos tercios de la producción conjunta entre Europa y la ex-Unión Soviética. A pesar de ser un alto nivel de participación, es igualmente una caída importante al comparar este nivel productivo con el observado en 2012 de 10,3 millones de toneladas – lo que equivalió a tres cuartas partes de la producción conjunta entre Europa y la ex-Unión Soviética.

Europa, por sí sola, se mantendrá aportando niveles marginales de producción y no superando el 7% de la producción regional para 2017. Esto va en línea con la tendencia observada en la industria europea de cerrar operaciones que no poseen plantas de producción de derivados fosfatados aguas

abajo, puesto que son más costosas y menos competitivas que plantas integradas y de gran escala. Nuevamente, si se deja el territorio de la ex-Unión Soviética de lado, el aporte a la producción mundial de fosfato natural por parte de Europa es marginal.

6.3.6.3 Las Américas y el Caribe

Dentro de América, EE.UU. se mantendrá siendo claramente el mayor productor de roca fosfórica, alcanzando para 2017 un total del 62% del total continental; no obstante, los niveles de producción estimados en el futuro serán menores a los observados en 2012. La producción de roca en EE.UU. se prevé que disminuya hasta el 2014 a 26,0 millones de toneladas, y para estabilizarse en torno a ese nivel durante el resto del período hasta 2017. La baja estimación de producción para 2013 es, en parte, una consecuencia de los altos inventarios acumulados en 2012, así como también se debe a la creciente tendencia cambiante hacia la producción de derivados de menor calidad y ley. En la actualidad, el único proyecto *greenfield* en EE.UU. considerado en el presente pronóstico de nueva capacidad es la mina Paris Hills de Stonegate Agricom, prevista en funcionamiento para la última parte del año 2015 – con una capacidad de 1,0 millón de toneladas anuales. Los desafíos que enfrenta la producción de roca fosfórica en EE.UU se basa en que los mineros de fosfato se enfrentan actualmente al agotamiento de las zonas mineras existentes, mientras que al mismo tiempo estrictas regulaciones y permisos operativos están limitando su reemplazo.

Brasil, por su parte, seguirá siendo el segundo mayor productor en América, estimando entre 2012 y 2017 una tasa compuesta de crecimiento anual de 8,7%. Las tres principales compañías productoras tienen planes y proyectos de expansión para aumentar sus niveles productivos en el corto plazo, explicando en gran medida el crecimiento brasileño en la industria de fosfatos. Por otro lado, aparte de los productores ya establecidos, los depósitos brasileños de fosfato natural también han sido objeto de un gran interés por parte de las empresas mineras junior. La más importante de éstas es MBAC Fertilizantes Corp., que está en el proceso de desarrollo del proyecto Itafós Arraias en Tocantins.

En cuanto a Perú, se estima que los problemas operacionales ya explicados anteriormente permanezcan sólo por unos pocos años, y que la producción del país aumente para el año 2017 en base a la expansión comprometida por Vale de 1,9 millones de toneladas anuales para 2014.

En términos generales, se espera que el continente americano mantenga los mismos niveles de producción de roca. Para 2017, la producción se estima en 41,9 millones de toneladas, lo que en

comparación al nivel productivo de 2012, sólo representa un aumento de 0,8% y una tasa compuesta de crecimiento anual de 0,2%.

Tabla 6.26: Oferta pronosticada de roca fosfórica por región, 2012-2017 ('000 toneladas)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
China	77.500	77.805	78.164	78.165	78.006	77.468	0,0%
Jordania	6.000	5.009	4.733	5.279	5.279	5.246	-2,7%
Arabia Saudita	3.131	3.617	4.383	4.578	6.119	7.788	20,0%
Israel	2.700	2.690	3.043	3.240	3.436	3.581	5,8%
Siria	2.300	1.874	2.045	2.302	2.626	2.877	4,6%
India	1.399	1.514	1.475	1.436	1.500	1.510	1,5%
Otros	1.970	2.079	2.102	2.125	2.149	2.172	2,0%
Asia	**95.000**	**94.588**	**95.946**	**97.125**	**99.114**	**100.641**	**1,2%**
% cambio anual		*-0,4%*	*1,4%*	*1,2%*	*2,0%*	*1,5%*	
Marruecos	24.951	26.465	29.092	30.086	30.204	30.101	3,8%
Egipto	6.239	3.397	2.983	3.345	3.506	3.210	-12,4%
Túnez	4.250	4.456	5.329	5.837	5.841	6.190	7,8%
Sudáfrica	2.256	2.301	2.248	2.145	2.257	2.236	-0,2%
Algeria	1.500	1.170	1.398	1.442	1.876	2.174	7,7%
Senegal	1.250	1.239	1.228	1.217	1.304	1.326	1,2%
Togo	1.050	1.065	1.080	1.095	1.110	1.125	1,4%
Otros	68	71	71	471	821	1.471	85,0%
África	**41.563**	**40.163**	**43.429**	**45.638**	**46.919**	**47.835**	**2,9%**
% cambio anual		*-3,4%*	*8,1%*	*5,1%*	*2,8%*	*2,0%*	
Australia	2.156	2.450	2.831	2.893	2.879	2.891	6,0%
Islas de Navidad	630	420	420	420	420	420	-7,8%
Otros	600	400	375	350	350	350	-10,2%
Australasia	**3.386**	**3.270**	**3.626**	**3.663**	**3.649**	**3.661**	**1,6%**
% cambio anual		*-3,4%*	*10,9%*	*1,0%*	*-0,4%*	*0,3%*	
EE.UU.	29.472	26.740	26.047	26.039	25.952	26.136	-2,4%
Brasil	6.627	7.076	7.297	8.076	8.847	10.058	8,7%
Perú	3.218	2.812	3.233	3.677	3.742	3.806	3,4%
México	1.658	1.300	1.320	1.340	1.360	1.380	-3,6%
Otros	633	334	224	350	423	554	-2,6%
América	**41.608**	**38.261**	**38.122**	**39.482**	**40.323**	**41.935**	**0,2%**
% cambio anual		*-8,0%*	*-0,4%*	*3,6%*	*2,1%*	*4,0%*	
Rusia	10.275	10.309	10.725	10.554	10.474	9.719	-1,1%
Kazajistán	2.027	2.205	2.316	2.860	3.181	3.318	10,4%
Otros	1.401	1.432	1.570	1.602	1.631	1.647	3,3%
Europa Occidental	**762**	**789**	**931**	**958**	**991**	**1.008**	5,7%
Europa Central	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	-
Ex-Unión Soviética	**12.941**	**13.157**	**13.680**	**14.058**	**14.295**	**13.676**	1,1%
Europa y Ex-Unión Soviética Total	**13.703**	**13.946**	**14.611**	**15.016**	**15.286**	**14.684**	**1,4%**
% cambio anual		*1,8%*	*4,8%*	*2,8%*	*1,8%*	*-3,9%*	
Producción mundial	**195.260**	**190.228**	**195.734**	**200.924**	**205.292**	**208.755**	**1,3%**
% cambio anual		***-2,6%***	***2,9%***	***2,7%***	***2,2%***	***1,7%***	

Data: CRU

6.3.6 Evolución pronosticada de la oferta en el largo plazo

Para un horizonte de tiempo mayor a 5 años, los detalles los proyectos de producción de fosfato son altamente inciertos, ya que muy pocas empresas planifican sus presupuestos tan delante hacia el futuro. Los proyectos que podrían suministrar producción de fosfato en 10 o 20 años en el futuro se encuentran actualmente en una etapa muy temprana de desarrollo, e incluso pueden estar basados en proyectos que ni siquiera están siendo considerados.

Para las estimaciones de largo plazo de producción de roca fosfórica, el supuesto fundamental es que la oferta futura tendrá que aumentar para satisfacer la futura demanda pronosticada. Para llegar a la magnitud de la inversión futura necesaria, se considera en primer lugar cuánta nueva capacidad se requerirá para satisfacer la demanda en el largo plazo. Para esto, se ha proyectado la capacidad existente hacia adelante basada en el seguimiento a variados proyectos en distintos estados de avance y sus capacidades correspondientes, teniendo en cuenta además el potencial de aumento de la producción en base al alza de la productividad y el corte de producción debido al cierre de aquella capacidad ineficiente.

Para este pronóstico de largo plazo, se asume que la capacidad de producción mundial no tendrá restricciones durante el período de tiempo considerado, asumiendo suficientes reservas mundiales de roca fosfórica disponibles. Como tal, se cree que la producción será capaz de satisfacer la demanda total de fosfato (en productos fertilizantes y no-fertilizantes), la cual es por lo tanto igual a la estimación de la demanda en el largo plazo (73,1 millones de toneladas de P_2O_5 en 2032, equivalentes a 277,2 millones de toneladas de roca fosfórica).

Cabe destacar también que se ha considerado que el cierre de producción (asumido en alrededor de -1,0% anual) opacarán los aumentos en productividad y producción (asumido en alrededor de 0,5% anual) entre 2017 y 2032. Esta visión deriva del gran volumen de capacidad que se espera que entre en funcionamiento en la segunda mitad del pronóstico a corto plazo (2015-2017). Gran parte de esta capacidad será de menor costo y más eficiente que la capacidad que está actualmente en operación, y por lo tanto es probable que se vean importantes cierres de plantas antiguas, sobre todo en China.

En términos generales, los factores más relevantes asociados al pronóstico de oferta de largo plazo de fosfato natural son:

• El consumo de roca fosfórica en el largo plazo seguirá la tendencia al alza ligada a la producción de cultivos, así como también a la demanda de alimentos, alimentación animal y fibras naturales, en conjunto con el incremento en la población y tendencias en los ingresos.

• La limitada disponibilidad de nuevas tierras cultivables hará necesario el incremento de la productividad de la superficie cosechada existente, con un mayor uso de fertilizantes y el mejoramiento de la tecnología agrícola.

• La demanda de roca sufrirá fluctuaciones en base a cambios en los cultivos plantados, cambios en los precios de cultivos y fertilizantes, fenómenos meteorológicos, agitación política y eventos económicos – que continuarán siendo observados.

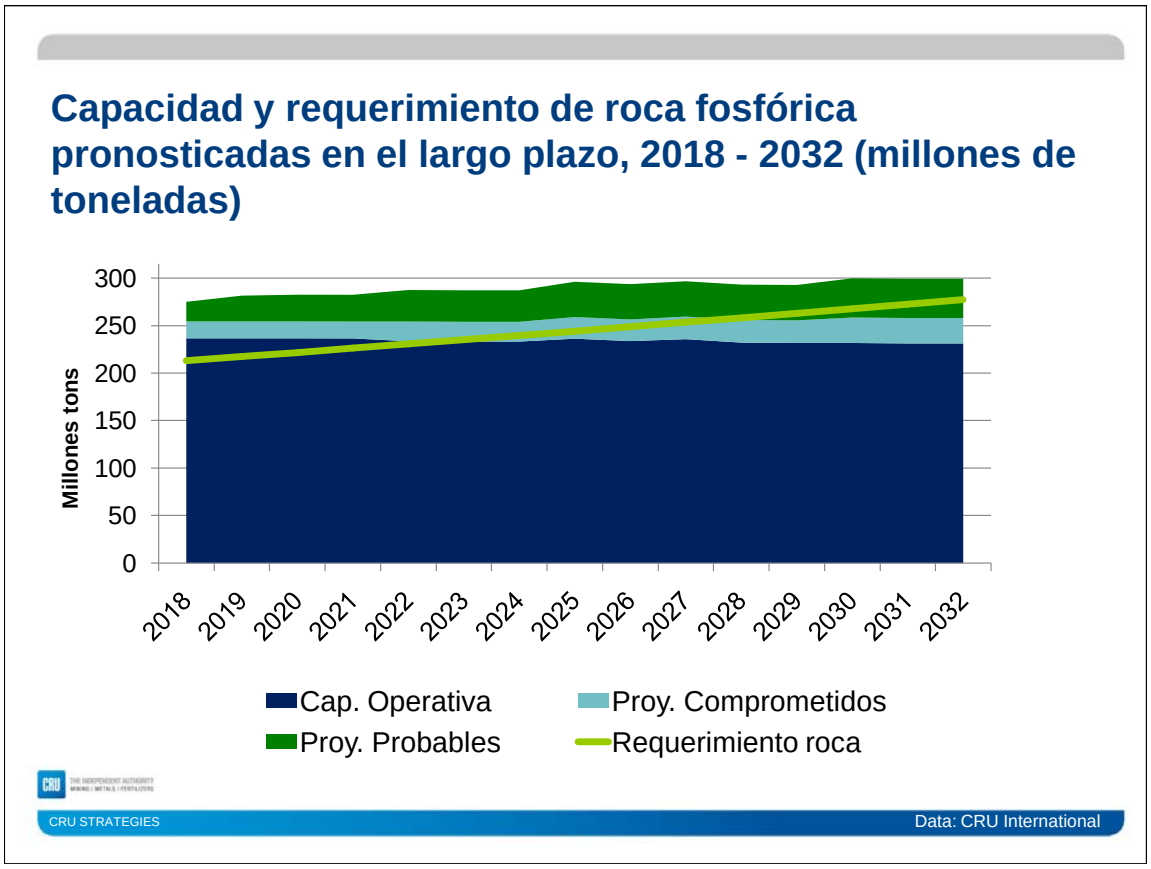
• La demanda de roca revierte a la media, lo que indica que los períodos de crecimiento negativo o marginal serán seguidos por períodos de crecimiento positivo y excepcional.

• América del Norte y Europa Occidental seguirán siendo mercados importantes para el consumo de roca fosfórica, pero exhibirán un crecimiento lento dado que las operaciones de productos aguas abajo se verán impactadas por preocupaciones ambientales y regulaciones gubernamentales.

Con esto, la figura siguiente presenta el requerimiento de nueva capacidad de producción de roca fosfórica en relación al pronóstico de demanda de largo plazo. En base a los supuestos y fundamentos de mercado, la producción debiera igualar a la demanda de roca en un horizonte de largo plazo, tendiendo la nueva capacidad a igualarse, en términos de producción, con la demanda mundial del *commodity*. Esta nueva capacidad se clasifica en la figura en capacidad proveniente de proyectos comprometidos y proyectos probables de forma separada – donde en particular los proyectos probables presentan aún cierto nivel de incertidumbre en cuanto a si efectivamente se materializarán en el futuro (en caso de hacerlo, existe también incertidumbre en cuanto al momento en que empezarán a operar).

Por otro lado, la nueva capacidad proveniente de proyectos especulativos (no incluidos en el gráfico) es aquella que posee un nivel de incertidumbre aún mayor al de los proyectos probables, y no se considera en el presente pronóstico de oferta debido a que dicho nivel de incertidumbre es demasiado alto como para incluirlo en estas proyecciones.

Figura 6.14: Capacidad y requerimiento de roca fosfórica pronosticadas en el largo plazo, 2018 - 2032 (millones de toneladas)



De esta forma, dentro de un horizonte de largo plazo, no se espera que la demanda exceda las adiciones de capacidad comprometidas hasta 2028, pero es probable que la nueva capacidad categorizada como probable, e incluso la categorizada como especulativa (no incluida en el gráfico), se construya mucho antes de esto; esto balancearía el mercado años antes de efectivamente llegar a un estado crítico de estrés en el mercado mundial de roca fosfórica. Además, cabe notar que al considerar las tasas de utilización dentro de las estimaciones de capacidad futura, naturalmente se requeriría de nueva capacidad que logre contrarrestar la tendencia alcista de la demanda de fosfato natural en el largo plazo. En promedio, las tasas de utilización se han observado dentro de un rango de 79% y 85%, por lo que necesariamente se espera capacidad adicional antes de que la demanda alcance la capacidad nominal proyectada en la industria mundial.

En este sentido, en términos de la oferta de productos fosfatados aguas abajo, cabe señalar que si bien la mayor parte de la nueva capacidad de fosfato se basará en el proceso húmedo de ácido

fosfórico, productos derivados tenderán a seguir evolucionando en el futuro. Como se comentó anteriormente, en los últimos años se ha observado un aumento en la demanda de fertilizantes de fosfato con valor agregado, tales como la ya mencionada marca MicroEssentials. Mosaic, de hecho, tuvo tanto éxito con este producto que otros proveedores – como CF, OCP y Simplot – también están tratando de entrar en el nicho. Por esto, es probable que se vea una mayor variación en los productos aguas abajo en el futuro. Sigue siendo, sin embargo, nuestra visión que los fosfatos amoniacales (como DAP o MAP) serán el principal impulsor de la mayor parte de la demanda de roca fosfórica en el futuro.

Ahora bien, para analizar dónde se espera ver la nueva capacidad de producción de fosfato en el futuro, a pesar que puede ser una tarea altamente desafiante dado el significativo nivel de incertidumbre en este contexto de largo plazo, es igualmente sensato esperar – y asumir – que la nueva capacidad de fosfato se originará en aquellas locaciones donde se encuentre la extracción de la roca fosfórica. Teniendo en cuenta los diversos beneficios que tiene una fuente integrada de roca fosfórica, es nuestra visión que la mayor parte de la nueva capacidad de acidificación/granulación se localizará dentro de fuentes integradas de roca. Esto no quiere decir que no se esperen ver minas independientes de fosfato natural desarrolladas en el futuro. De hecho, hay una serie de opciones interesantes de minas independientes, desde Brasil hasta la Polinesia Francesa, que se están estudiando actualmente. Si bien se estima que algunas de estas minas independientes de roca fosfórica se desarrollarán durante los próximos 20 años, los volúmenes se verán igualmente limitados por la acción de los grandes exportadores del mineral.

Así entonces, en función de los costos marginales de largo plazo de una serie de proyectos a los que se les hace seguimiento interno, las estimaciones indican que la capacidad integrada de producción de fosfatos principalmente se enfocará en el Norte de África, Medio Oriente y América del Sur en el largo plazo. Aunque Medio Oriente y el Norte de África (o “MENA” por el inglés “*Middle East and North Africa*”) tienen enormes reservas de roca fosfórica de alta calidad, es un consumidor relativamente pequeño de fertilizantes. Por lo tanto la nueva capacidad en esta región se enfocará en exportaciones – lo cual es igualmente un negocio rentable y atractivo cuando se realiza un análisis costo-beneficio para la región.

Tabla 6.27: Capacidad de producción pronosticada de roca fosfórica en el largo plazo, 2018-2032 (millones de toneladas)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Capacidad operativa	237	237	237	237	234	233	233	236	234	236	232	232	232	231	231
% cambio anual		*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*-1,3%*	*-0,1%*	*0,0%*	*1,3%*	*-1,1%*	*0,9%*	*-1,5%*	*-0,2%*	*0,0%*	*-0,2%*	*0,0%*
Proyectos comprometidos	18	18	18	18	21	21	21	23	23	24	24	24	27	27	27
% cambio anual		*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*16,9%*	*0,0%*	*0,0%*	*9,6%*	*0,0%*	*4,4%*	*0,0%*	*0,0%*	*12,6%*	*0,0%*	*0,0%*
Proyectos probables	21	27	28	28	33	33	33	37	37	37	37	37	41	41	41
% cambio anual		*31,5%*	*3,7%*	*0,0%*	*17,8%*	*0,0%*	*0,0%*	*12,1%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,3%*	*0,0%*	*10,7%*	*0,0%*	*0,0%*
Proyectos posibles	18	18	20	22	26	31	34	36	36	39	42	44	49	49	50
% cambio anual		*0,0%*	*11,8%*	*10,5%*	*18,1%*	*17,3%*	*12,1%*	*4,4%*	*0,0%*	*8,4%*	*7,7%*	*6,0%*	*10,2%*	*0,0%*	*2,1%*
Capacidad comprometida	**255**	**255**	**255**	**254**	**254**	**254**	**254**	**259**	**257**	**260**	**256**	**256**	**259**	**258**	**258**
% cambio anual		***0,0%***	***0,0%***	***0,0%***	***0,0%***	***-0,1%***	***0,0%***	***2,0%***	***-1,0%***	***1,2%***	***-1,4%***	***-0,2%***	***1,2%***	***-0,2%***	***0,0%***
Capacidad comprometida + probable	**275**	**282**	**283**	**283**	**288**	**287**	**287**	**296**	**294**	**297**	**293**	**293**	**300**	**299**	**299**
% cambio anual		***2,4%***	***0,4%***	***0,0%***	***1,8%***	***-0,1%***	***0,0%***	***3,1%***	***-0,8%***	***1,0%***	***-1,2%***	***-0,1%***	***2,4%***	***-0,2%***	***0,0%***
Capacidad comprometida + probable + posible	**293**	**300**	**303**	**305**	**314**	**318**	**322**	**332**	**330**	**336**	**335**	**337**	**349**	**348**	**349**
% cambio anual		***2,2%***	***1,0%***	***0,7%***	***3,0%***	***1,3%***	***1,2%***	***3,3%***	***-0,8%***	***1,8%***	***-0,1%***	***0,6%***	***3,4%***	***-0,1%***	***0,3%***

Data: CRU

6.4 Balance de oferta y demanda

6.4.1 Descripción de la estructura y mecanismos de precios

A diferencia de otros grandes mercados de *commodities* minerales, un volumen muy pequeño de productos fertilizantes se compra o se vende en un mercado establecido (en base a especulación), por lo que la industria depende de la información proveniente de contactos directos y de los precios publicados por servicios y boletines especialmente dedicados a ello, como Fertilizer Week. De esta forma, al no existir un mercado establecido de referencia de los precios de fertilizantes, tampoco existe un indicador fijo de precios de fertilizantes que sea formalmente el predeterminado a usar en la industria.

No obstante a lo anterior, cabe mencionar que igualmente existe un precio que ha tendido a ser la referencia en el mercado de roca fosfórica. En este sentido, cabe explicar que aunque China es el mayor productor de fosfato natural, su producto es casi totalmente consumido domésticamente. De hecho, las exportaciones cayeron por debajo de 1 millón de toneladas en 2009, y tiene un promedio de 0,7 millones de toneladas exportadas entre 2010 y 2012. Marruecos, por el contrario, sólo

representó el 13% de la producción mundial en 2012, sin embargo fue el responsable de un tercio del total de las exportaciones mundiales de roca.

Así, dado que entre el 40% y 50% de las exportaciones marroquíes tienden a ser suministradas en rangos de 70-72% BPL (29-31% P_2O_5), los precios de la roca marroquí en leyes de 70-72% BPL es el punto más cercano de precios que el mercado tiene como punto de referencia oficial. De esta forma, los precios analizados en el presente análisis utilizan la roca marroquí al 70-72% BPL como su principal indicador, y los precios de diferentes rocas que presentan diferentes leyes, o bien que se extraen en diferentes locaciones, se derivan de ellos.

Cabe notar que para la estimación de los pronósticos se utiliza como base la información y datos provenientes de Fertilizer Week – boletín de CRU que es la fuente de precios de fertilizantes a nivel mundial. Estos datos son estimados por nuestro equipo de analistas especializados basado en varias partes del mundo, quienes mediante encuestas telefónicas, correos electrónicos y servicios especiales de mensajería recolectan inteligencia de mercado y verifican los distintos datos recibidos. Toda esta información proviene de consultas directas a productores, compradores, *traders* y compañías de transporte marítimo.

Así, dado que esta información es utilizada en forma generalizada por la industria global de roca fosfórica como referencia de lo que está ocurriendo en el mercado semana a semana, las estimaciones y pronósticos de CRU para todos los productos asociados a fertilizantes – donde naturalmente se incluye la roca fosfórica – se fundamentan en esta información (la cual igualmente incluye otros precios *benchmark* de otras locaciones y productos también).

6.4.2 Balance histórico de mercado y series de precios históricos

La capacidad global de roca fosfórica se estimó en 243,7 millones de toneladas para el año 2012, mayor en 59,6 millones de toneladas en comparación con 2002. Este importante aumento ha sido impulsado por las inversiones en todos los mayores países productores, pero especialmente en China, MENA y Centro y Sudamérica (que representaron el 92% del total). A pesar de lo alentador de este factor, este crecimiento no ha ido acompañado de un equivalente aumento en la producción, que se estima que ha aumentado en 41,1 millones de toneladas en el mismo período – lo que

corresponde a un total de 195,3 millones de toneladas para 2012. Esta diferencia se refleja en una disminución del 5% en la tasa de utilización global, la cual llegó al 79% en 2012.

En términos generales asociados al balance de oferta y demanda de la roca fosfórica, se puede afirmar que al final del día, a niveles globales, el equilibrio de mercado del mineral es algo así como un juego de suma cero. En este sentido, el mercado marítimo se concentra en los cinco principales países exportadores que representan alrededor del 75% del comercio global. En los últimos años, los productores se han vuelto cada vez más moderados y contenidos, reduciendo la oferta cuando las condiciones lo justifican, pero también aumentando la producción cuando el mercado lo requiere. Tal vez, uno de los aspectos más críticos que afectan el mercado es el hecho de que no existe potencial para la sustitución de la roca fosfórica. Todos los productos derivados del fósforo requieren de roca fosfórica para sus procesos de producción. Dicho esto, la entrada a la industria no es tan costosa ni difícil como lo es en otros productos – como por ejemplo, para el potasio y el hierro (los cuales requieren miles de millones de dólares en costos de capital). Muchos depósitos fosfóricos son de fácil acceso y se reparten alrededor de todo el mundo. De hecho, el sistema de rastreo de proyectos de CRU ha identificado cerca de 80 proyectos que podrían entrar en operación en el futuro. Por el otro lado, hay un buen número de compradores del mineral. Se estima que 57 países de todo el mundo importaron fosfato natural en 2011, de los cuales 39 compraron el 100% de sus requerimientos. Uno de los compradores en particular, India, consume un volumen de roca tal que puede tener – por sí sólo – un serio impacto sobre los precios. Así, como conclusión de todo esto, se puede afirmar que efectivamente el equilibrio del mercado de fosfato natural se neutraliza entre los movimientos de roca de los distintos países –comportándose como un juego de suma cero.

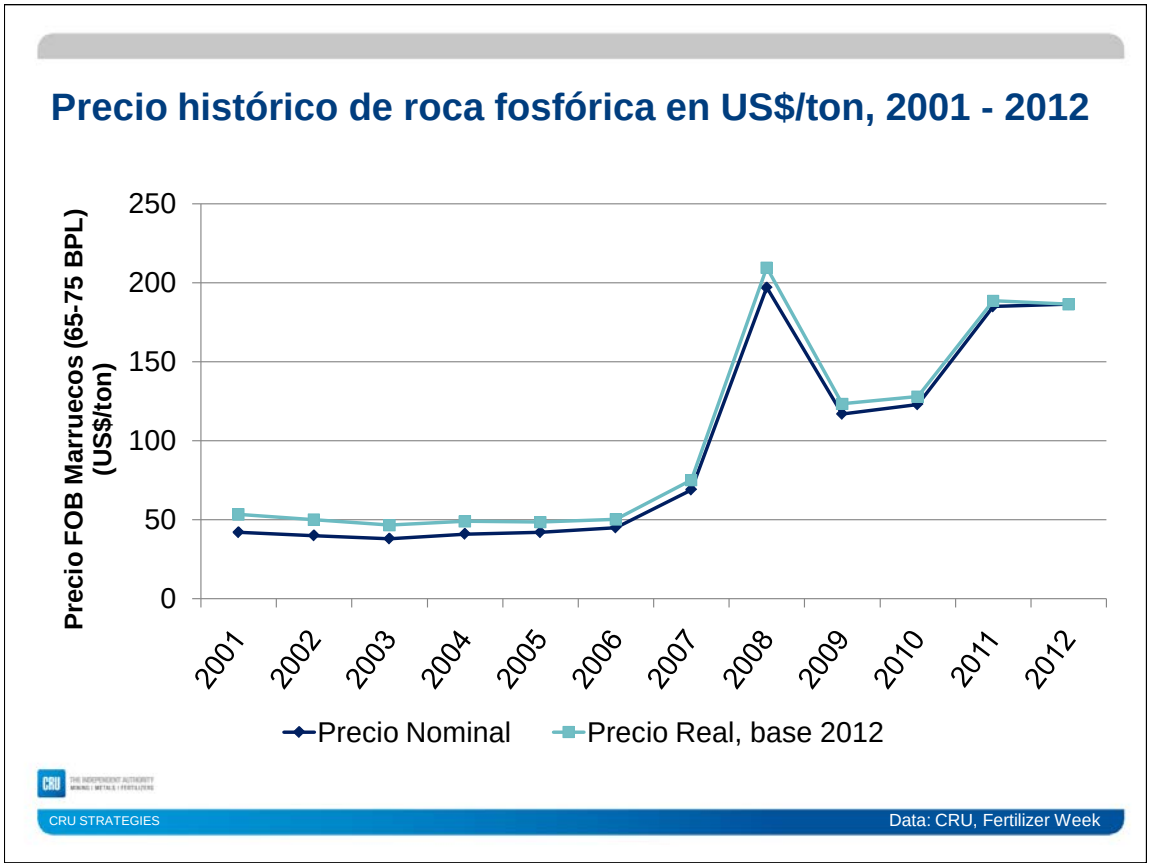
De esta forma, a nivel global y omitiendo las transacciones comerciales del *commodity* entre países, cuando se compara la capacidad de roca fosfórica con el correspondiente consumo del mineral, es clara la alta diferencia que existe entre ambas. La capacidad instalada ha sobrepasado significativamente los niveles de consumo del *commodity*, consecuentemente llevando a los productores a presentar tasas de utilización de las plantas menores a las comúnmente vistas. Cabe notar, no obstante, que las cifras mostradas a continuación incluyen tanto a los proyectos comprometidos y probables como también a los proyectos especulativos – los cuales poseen un nivel de incertidumbre mayor de efectivamente entrar a la industria, pero se muestran igualmente para contrastar un eventual escenario de sobre capacidad en el corto plazo con respecto al nivel de demanda esperado.

Tabla 6.28: Balance histórico de mercado de roca fosfórica, 2005-2012 ('000 toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
CAPACIDAD TOTAL	**200.823**	**201.153**	**203.638**	**208.738**	**218.613**	**229.243**	**238.373**	**243.713**
% cambio anual		*0,2%*	*1,2%*	*2,5%*	*4,7%*	*4,9%*	*4,0%*	*2,2%*
Europa Occidental Total	850	850	850	850	1.000	1.000	1.000	1.000
Europa Central Total	0	0	0	0	0	0	0	0
Ex-Unión Soviética Total	14.950	14.950	15.550	17.200	17.200	17.200	17.500	17.750
África Total	49.000	49.150	50.450	50.700	51.500	51.500	53.100	53.100
América del Norte Total	43.035	36.845	35.480	35.480	35.480	35.480	35.180	35.610
América Central Total	0	0	0	1.000	1.500	2.000	2.000	2.000
América del Sur Total	7.973	7.993	7.993	7.993	8.068	9.148	11.148	12.008
Medio Oriente Total	17.700	17.700	17.900	17.900	17.900	20.400	23.900	25.200
Asia Sur Total	2.680	2.780	2.780	2.780	3.030	3.280	3.280	3.280
Asia Sur-Oriental Total	2.020	2.520	2.620	3.320	3.320	3.320	3.620	3.620
Asia Oriental Total	58.800	64.300	65.800	67.300	75.400	81.700	83.430	85.930
Oceanía Total	3.815	4.065	4.215	4.215	4.215	4.215	4.215	4.215
DEMANDA TOTAL	**169.655**	**167.587**	**176.974**	**169.397**	**158.023**	**180.048**	**187.983**	**191.104**
% cambio anual		*-1,2%*	*5,6%*	*-4,3%*	*-6,7%*	*13,9%*	*4,4%*	*1,7%*
Europa Occidental Total	7.068	6.432	6.812	6.154	3.031	5.616	4.895	4.338
Europa Central Total	2.881	2.872	2.945	2.457	1.100	2.033	2.287	2.251
Ex-Unión Soviética Total	12.195	11.879	12.133	12.205	10.403	12.415	12.670	13.223
África Total	24.993	24.004	24.928	22.057	21.848	24.328	23.409	25.818
América del Norte Total	39.003	33.996	34.876	32.077	28.502	32.081	34.690	31.721
América Central Total	950	922	908	1.938	1.574	2.480	2.563	2.501
América del Sur Total	7.474	8.028	9.041	8.472	7.641	7.904	8.004	8.936
Medio Oriente Total	7.264	6.955	6.788	6.145	5.625	6.755	7.162	7.739
Asia Sur Total	6.874	7.330	7.388	7.299	6.953	8.926	9.694	9.156
Asia Sur-Oriental Total	4.003	3.821	3.605	4.096	3.667	4.580	4.582	4.019
Asia Oriental Total	53.108	58.214	63.880	62.316	65.191	69.680	74.892	78.300
Oceanía Total	3.843	3.136	3.670	4.180	2.488	3.252	3.137	3.103
BALANCE TOTAL	**31.168**	**33.566**	**26.664**	**39.341**	**60.590**	**49.195**	**50.390**	**52.609**
Europa Occidental Total	-6.218	-5.582	-5.962	-5.304	-2.031	-4.616	-3.895	-3.338
Europa Central Total	-2.881	-2.872	-2.945	-2.457	-1.100	-2.033	-2.287	-2.251
Ex-Unión Soviética Total	2.755	3.071	3.417	4.996	6.797	4.785	4.830	4.527
África Total	24.007	25.146	25.522	28.643	29.652	27.173	29.692	27.282
América del Norte Total	4.032	2.849	604	3.403	6.978	3.399	490	3.889
América Central Total	-950	-922	-908	-938	-74	-480	-563	-501
América del Sur Total	499	-35	-1.048	-479	427	1.244	3.144	3.072
Medio Oriente Total	10.436	10.745	11.112	11.755	12.275	13.645	16.738	17.461
Asia Sur Total	-4.194	-4.550	-4.608	-4.519	-3.923	-5.646	-6.414	-5.876
Asia Sur-Oriental Total	-1.983	-1.301	-985	-776	-347	-1.260	-962	-399
Asia Oriental Total	5.692	6.086	1.920	4.984	10.209	12.020	8.538	7.630
Oceanía Total	-28	929	545	35	1.727	963	1.078	1.112
Precio FOB Marruecos (65-75 BPL)								
Precio Real, base 2012 (US$/ton)	**49**	**50**	**75**	**210**	**123**	**128**	**189**	**186**
Precio Nominal (US$/ton)	**42**	**45**	**69**	**197**	**117**	**123**	**185**	**186**

Data: CRU

Figura 6.15: Precio histórico de roca fosfórica en US$/ton, 2001-2012



El fuerte incremento de precios que ocurrió un 2008 fue el resultado de las acciones del mayor exportador de roca fosfórica del mundo (OCP). OCP subió sus precios después de una subida en el precio de fosfato (lo cual se deriva de la roca fosfórica), porque quería aumentar su margen. Otros productores de roca fosfórica hicieron lo mismo. Estos productores lograron un margen más alto, pero perdieron una gran cantidad de ventas de exportación. Además, al principio de 2009 una estrategia de marketing agresiva redujo el precio de fosfato provocando una reducción en la producción de fosfato y en algunos casos el cierre de las plantas de refinación. Como consecuencia, en 2009 hubo una fuerte caída en la demanda y la oferta de roca fosfórica.

No obstante lo anterior, si bien es importante considerar este balance al estimar la tendencia del mercado, éste queda muy lejos de ser el único, o incluso el más importante, factor a considerar al momento de estimar los precios de la roca. Esto se demuestra además al observar que los movimientos del precio del fosfato natural no necesariamente se alinean completamente con el balance de mercado correspondiente. Otros factores altamente relevantes que han impactado en los

movimientos históricos del precio del fosfato natural, no directamente ligados al balance de mercado, se listan a continuación.

- La relación entre precios de la roca fosfórica con fertilizantes fosfatados aguas abajo: Existe una alta correlación de precios entre los productos fertilizantes y la roca fosfórica. En particular, el precio del DAP en el Norte de África mostró una correlación de 0,81 con respecto al precio de roca la marroquí al 65-75% BPL. Es nuestra visión que los precios del fosfato DAP conducen y mueven los precios de la roca. Efectivamente, los índices de precios de roca fosfórica (65-75% BPL, FOB Marruecos) han respondido históricamente a los precios del DAP (FOB Norte de África); cuando los precios del DAP aumentan como lo hicieron entre enero de 2007 y agosto de 2008, los precios de la roca se movieron al alza – y lo contrario también es cierto en base a datos históricos.

  Otra manera útil de comparar ambos precios es mirando la relación entre los precios de roca y los precios del DAP. Entre 2002 y 2011, la razón entre precios de roca y DAP presentó un promedio de 22%, pero en los últimos años esta razón entre ambos precios se ha disparado por encima del 30%. El aumento se explica por la visión (por parte de la mayoría de los grandes exportadores) de que los precios de roca han sido subvalorados con respecto a los precios del DAP desde hace algún tiempo. Esta relación es un factor determinante de los precios, y es uno de los factores más importantes que se consideran al pronosticar los precios.
- Relación entre precios y márgenes de los productos fertilizantes fosfatados aguas abajo: Como se mencionó recién, los precios de la roca fosfórica dependen significativamente de los precios de productos fosfatados aguas abajo. En el corto y mediano plazo, los precios de los productos fosfatados aguas abajo están muy influenciados por los productores marginales (es decir, el productor en el extremo superior de la curva de costos de la industria). Estos productores marginales de alto costo tienden a ser operaciones que no tienen acceso a fuentes cautivas de roca, y en cambio, se ven obligadas a comprar la roca en el mercado internacional y a los precios de mercado. Dado que varios de los principales exportadores de roca (por ejemplo, OCP) también operan sus propias plantas acidulación/granulación, es importante para ellos que los precios de productos fosfatados aguas abajo se mantengan a un nivel en que los compradores de la roca, incluyendo a los productores marginales de derivados aguas abajo, siguen siendo rentables – dado que esto, a su vez, mantiene arriba los precios de productos aguas abajo. Por este motivo, los márgenes obtenidos por productores aguas abajo son un factor determinante en

los precios de la roca fosfórica, y tienen que ser estudiados cuidadosamente al analizar el mercado y pronosticar precios.

- Los costos marginales de corto plazo (CMCP) fijan el precio mínimo y máximo: Para el mercado de roca fosfórica, los costos son una importante consideración cuando se analizan los precios a corto, mediano y largo plazo. En particular en el corto plazo, los CMCP son una determinante clave. Esto pues ante una caída en el mercado, los precios caerán al nivel – o ligeramente por debajo – del costo del productor marginal, y por lo tanto los productores de la parte superior de la curva de costo serán los primeros en reducir o cortar producción. Por el contrario, en un mercado en alza, el aumento de los precios traerá la capacidad ociosa en producción. De esta forma, los CMCP definen el mínimo y máximo en los precios del mineral dentro de un horizonte de corto plazo.
- El impacto de los costos de transporte: El transporte, ya sea desde la mina a las plantas de beneficiación/flotación o a las unidades acidulación/granulación, pueden tener un impacto considerable en los costos de operación. La ubicación geográfica determina el tipo de transporte necesario y sus respectivos costos asociados; estos abarcan desde el flete marítimo hasta envíos en tren, camión o incluso tuberías. La investigación realizada internamente por CRU muestra que los costos de transporte pueden variar desde US$1-2 por tonelada para aquellas operaciones que se encuentran adyacentes a sus unidades de producción aguas abajo, hasta un máximo de US$30-35 por tonelada para aquellas operaciones que están a cierta distancia. Aunque esto es sumamente importante para determinar la competitividad de una operación minera en particular, dentro del contexto de análisis y estimación de precios es más importante determinar el impacto que los fletes marítimos tendrán en los precios del producto entregado en destino, como por ejemplo el caso de India.
- Tipo de cambio: El impacto del tipo de cambio debe considerarse desde dos puntos de vista. Por el lado de la producción, los ingresos y una proporción significativa de los costos (costos de materias primas) tienden a ser acordados en dólares americanos. Sin embargo, por el lado de los costos, los costos de conversión tales como los costos de mano de obra, energía, mantenimiento, consumibles, administración, sustentabilidad y financiamiento de capital tienden a incurrirse en moneda local. La fuerza relativa de las monedas dadas por el dirham marroquí, el dinar jordano y la libra siria pueden por ende tener un impacto en los precios mundiales. Por el lado de la demanda, los grandes importadores, como India y Brasil, son generalmente obligados a aceptar contratos en dólares americanos. Una vez más la fuerza relativa de la rupia india puede tener un

impacto en el tamaño de los contratos, y por lo tanto en los precios también. Al analizar los precios de la roca fosfórica, se deben analizar los tipos de cambio de diferentes monedas influyentes en los resultados del mercado mundial del mineral.

6.4.3 Balance pronosticado de mercado y proyecciones de precios en el corto plazo

Para los próximos cinco años es probable que el mercado de roca fosfórica pase por un período cíclico de sobreoferta. Las perspectivas a corto plazo de la demanda indican una contracción global del 0,5% en 2013, impulsado principalmente por India y EE.UU. En India, las importaciones de roca aún se encuentran en un punto crítico, ya que los inventarios récord de DAP están limitando en gran medida la producción doméstica. Los *stocks* se estiman en alrededor de 3,0 millones de toneladas de DAP, lo que sería suficiente para satisfacer la demanda hasta el comienzo de la temporada de plantaciones en monzones. Sin embargo, esto se compensa en parte por las mayores compras de roca para su conversión en SSP o DAPR. En EE.UU., el consumo más bajo de roca será determinado por el cambio hacia productos de menor ley, ya que el consumo sigue observando una tendencia positiva.

En 2014, cuando las tensiones en India se relajen, se estima que la demanda rebote por una mayor producción aguas abajo. Sin embargo, se prevé una mayor competencia en el mercado de ácido fosfórico que tendrá un impacto en los precios, lo que limita su crecimiento. Por otra parte, los contratos podrían reemplazar las ventas *spot* en un mayor grado, tratando de asegurar niveles permanentes de producción; estos factores supuestamente aumentarán la sensibilidad de las compras de fosfato natural con respecto a los precios en el mercado internacional. A partir de 2015, se prevé que la demanda crezca a una tasa compuesta anual de 2%, impulsado principalmente por la demanda de fertilizantes en el sector agrícola.

Con respecto a la relación entre los precios de la roca fosfórica y los fertilizantes fosfatados, los precios del primero han seguido de cerca los precios de los fertilizantes debido principalmente a la extracción de una parte de la rentabilidad de los productores no integrados de fertilizantes aguas abajo en favor de los proveedores de roca. Sin embargo, después del pico en el precio en 2008/2009, el comportamiento de precios ha visto a la relación de precios entre la roca y el DAP estabilizarse a un nivel superior, disminuyendo la capacidad de los productores de roca de extraer una mayor proporción de los márgenes de los productores de fertilizantes. Esto ha sido acompañado

por una ola de integración vertical en la producción aguas abajo. Hasta cierto punto, los mineros de fosfato natural fueron capaces de manejar el suministro de fosfatos a través de la cadena de valor completa, aumentando así sus ingresos a través de los diversos mercados a lo largo de ésta. Sin embargo, en el mediano plazo, estimamos que la razón entre el precio de la roca y el DAP se reduzca, aliviando así la situación de los productores no integrados.

En este sentido, este pronóstico decreciente en la relación entre el precio de la roca y del DAP es consistente con nuestra perspectiva de sobreoferta en el mercado de fosfato natural. En efecto, los precios de los productos intermedios, como la roca fosfórica, varían desde el costo marginal de producción (precio base) y los márgenes de los productores aguas abajo por tonelada de roca utilizada (precio tope). En períodos de sobreoferta, el poder de negociación tiende a desplazarse más al lado de la demanda, lo que permite mayores márgenes en las ventas de los productos terminados, mientras que en períodos de estrechez de mercado los productores de roca suelen ser capaces de extraer más excedentes de los productores no integrados (compradores de roca en el mercado internacional).

De esta forma, y como se mencionó anteriormente, para estimar el precio de la roca fosfórica no sólo se debe analizar el balance de mercado, sino que otros factores igual o más influyentes también. Habiendo sumado todo esto, la visión de CRU afirma que el punto más significativo asociado a la estimación futura de precios del fosfato natural – para los siguientes 1 o 2 años – es principalmente el precio de los fertilizantes fosfatados. En esta línea, se espera que el precio correspondiente al año 2013 sea en promedio de 163 US$/ton.

Después de esto, se espera que el precio FOB Marruecos a 68-72% BPL crezca un 2% a 166 US$//ton para 2014. Este discreto aumento se ve acotado debido a una visión no muy optimista de los precios del ácido fosfórico. De hecho, los últimos acontecimientos sugieren que los mercados de productos intermedios y terminados serán cada vez más competitivos en 2014, tratando de ganar y defender la participación de mercado en India una vez que la demanda de productos importados retorne. Las perspectivas para 2015 ven al precio FOB Marruecos a 68-72% BPL aumentar aún más hasta 176 US$/ton – un 5% superior al precio en 2014, impulsado por el crecimiento de la demanda y siguiendo la evolución de los precios del DAP.

El comportamiento de precios asociado a la relación entre los precios de la roca y de los fertilizantes fosfatados, sin embargo, se prevé que sufrirá cambios importantes en los años que quedan hasta

2017. La influencia de los nuevos proyectos desarrollados por mineras junior atraerá la atención de los exportadores de roca existentes, con OCP en la vanguardia. Basado en los agresivos planes de expansión de la empresa, lo más probable es que los precios observados en un horizonte cercano a 2017 diverjan de las tendencias de los mercados de fertilizantes. El objetivo principal de los actuales productores orientados a la exportación de roca será el de evitar que estos nuevos proyectos entren en funcionamiento bajando el precio, para que así sea más difícil obtener financiamiento. No obstante, las perspectivas de precios para los próximos cinco años no se verán afectados por el éxito – o fracaso – de los nuevos proyectos, ya que los precios se establecerán de todos modos cerca del costo marginal de los potenciales entrantes.

Así, sobre esta base, esperamos que los precios bajen entre 2016 y 2017 a niveles de 140 US$/ton. Esta estrategia podría sin embargo no ser suficiente para efectivamente detener estos proyectos por completo, ya que los productores potenciales aún podrían entrar al mercado basados en expectativas positivas para más adelante en el futuro. Es por esto que las cifras mostradas a continuación incluyen tanto a los proyectos comprometidos y probables como también a los proyectos especulativos – los cuales poseen un nivel de incertidumbre mayor de efectivamente entrar a la industria.

Tabla 6.29: Balance pronosticado de mercado de roca fosfórica, 2012-2017

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
CAPACIDAD TOTAL	**243.713**	**243.706**	**253.415**	**268.547**	**289.160**	**322.697**
% cambio anual		*0,0%*	*4,0%*	*6,0%*	*7,7%*	*11,6%*
Europa Occidental Total	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Europa Central Total	0	0	0	0	0	0
Ex-Unión Soviética Total	17.750	18.500	18.500	19.500	20.088	24.800
África Total	53.100	53.100	61.100	68.225	73.125	88.850
América del Norte Total	35.610	34.885	33.738	32.420	35.220	37.270
América Central Total	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
América del Sur Total	12.008	12.476	13.182	15.207	19.282	24.532
Medio Oriente Total	25.200	25.200	25.200	25.200	27.700	30.200
Asia Sur Total	3.280	3.280	3.280	3.280	3.280	3.280
Asia Sur-Oriental Total	3.620	3.620	3.620	3.620	3.620	3.820
Asia Oriental Total	85.930	85.430	87.080	92.880	96.530	97.530
Oceanía Total	4.215	4.215	4.715	5.215	7.315	9.415
DEMANDA TOTAL	**191.104**	**190.229**	**195.733**	**200.923**	**205.291**	**208.755**
% cambio anual		*-0,5%*	*2,9%*	*2,7%*	*2,2%*	*1,7%*
Europa Occidental Total	7.068	6.432	6.812	6.154	3.031	5.616
Europa Central Total	2.881	2.872	2.945	2.457	1.100	2.033
Ex-Unión Soviética Total	12.195	11.879	12.133	12.205	10.403	12.415
África Total	24.993	24.004	24.928	22.057	21.848	24.328
América del Norte Total	39.003	33.996	34.876	32.077	28.502	32.081
América Central Total	950	922	908	1.938	1.574	2.480
América del Sur Total	7.474	8.028	9.041	8.472	7.641	7.904
Medio Oriente Total	7.264	6.955	6.788	6.145	5.625	6.755
Asia Sur Total	6.874	7.330	7.388	7.299	6.953	8.926
Asia Sur-Oriental Total	4.003	3.821	3.605	4.096	3.667	4.580
Asia Oriental Total	53.108	58.214	63.880	62.316	65.191	69.680
Oceanía Total	3.843	3.136	3.670	4.180	2.488	3.252
BALANCE TOTAL	**52.609**	**53.477**	**57.681**	**67.624**	**83.868**	**113.942**
Europa Occidental Total	-6.068	-5.432	-5.812	-5.154	-2.031	-4.616
Europa Central Total	-2.881	-2.872	-2.945	-2.457	-1.100	-2.033
Ex-Unión Soviética Total	5.555	6.621	6.367	7.296	9.684	12.385
África Total	28.107	29.096	36.172	46.168	51.277	64.523
América del Norte Total	-3.393	890	-1.138	343	6.718	5.189
América Central Total	1.050	1.078	1.092	62	427	-480
América del Sur Total	4.534	4.448	4.141	6.735	11.641	16.628
Medio Oriente Total	17.936	18.245	18.412	19.055	22.075	23.445
Asia Sur Total	-3.594	-4.050	-4.108	-4.019	-3.673	-5.646
Asia Sur-Oriental Total	-383	-201	15	-476	-47	-760
Asia Oriental Total	32.822	27.216	23.200	30.564	31.339	27.850
Oceanía Total	372	1.079	1.045	1.035	4.827	6.163
Precio FOB Marruecos (65-75 BPL)						
Precio Real, base 2012 (US$/ton)	**186**	**159**	**159**	**164**	**145**	**125**
Precio Nominal (US$/ton)	**186**	**163**	**166**	**176**	**159**	**140**

Data: CRU

6.4.4 Balance pronosticado de mercado y proyecciones de precios en el largo plazo

Para el caso del mercado de roca fosfórica, los precios de largo plazo se estiman esencialmente en base a una tendencia del precio, donde los precios a observar en el futuro oscilarán alrededor de estos valores en los distintos ciclos económicos de largo plazo. Estos ciclos económicos, para más allá de un horizonte de cinco años, son considerados muy especulativos como para pronosticar, por lo cual la tendencia general de precios de largo plazo se fija en el costo marginal de largo plazo (CMLP). Este CMLP es el equivalente al costo de producción de la última unidad de producción necesaria para satisfacer la demanda.

Para el caso del largo plazo, en este horizonte se pueden asumir cambios en la capacidad a medida que nuevas inversiones en capacidad adicional son realizadas – supuesto que no es considerado al analizar el corto plazo. De la misma forma, el CMLP es utilizado para calcular el precio mínimo en el largo plazo, o cuán bajo pueden llegar los precios en el largo plazo.

Lo anterior supone un mercado ideal, pero la realidad de los mercados de *commodities* suele diferir de este marco teórico y otros factores podrían interferir con el rol de los precios como señal disparadora de la inversión. Sin embargo, creemos que estos conceptos ofrecen una base sensata para estimar los precios futuros en el largo plazo. Así entonces, CRU pronostica la tendencia de precios en base al concepto de CMLP, que como ya se explicó, es el costo de producción (incluyendo una tasa razonable de retorno) en la última planta/operación necesaria para satisfacer la demanda – también denominada "productor marginal".

La razón para el uso de este concepto es que el precio de un *commodity* teóricamente actúa como una señal para la inversión en el largo plazo. En un mercado con excedentes, donde los *stocks* son elevados y en aumento, el mercado debe dar la señal a los productores de reducir la producción. La reducción del precio de un *commodity* hasta el punto en que el productor marginal no puede generar flujos de efectivo debe, en un mercado libre, reducir la oferta. En un mercado apretado y con baja oferta, donde los *stocks* son bajos, el precio del *commodity* se elevará para fomentar la mayor inversión en capacidad de producción. Los precios seguirán subiendo hasta que la nueva capacidad entre en operación y el producto se comercialice. Los altos precios también animarían a los compradores a ser más eficientes en el uso del *commodity* y/o a considerar la sustitución del

material. De hecho, esto ha efectivamente ocurrido en el mercado de fosfatos, donde los altos precios recientes del P_2O_5 han alentado la sustitución del producto, por ejemplo, en detergentes.

De esta forma, en base a la creciente necesidad de nueva inversión por parte de la industria que se ve venir en el futuro, se identificó dónde están las operaciones más probables que abarcarían esta inversión – ya sea mediante proyectos *greenfield* o *brownfield*. Con esto, fue posible estimar los CMLP para dichas regiones, los cuales naturalmente se verán incrementados año a año en el futuro debido a la reservas de mineral de menor calidad y a regulaciones ambientales más restrictivas, entre otras razones. Siguiendo la metodología detallada anteriormente se pronostica la tendencia de los precios en base a estos costos marginales de largo plazo en el mercado mundial de fosfato natural.

Figura 6.16: Pronóstico de precio de roca fosfórica en el largo plazo, 2017-2032

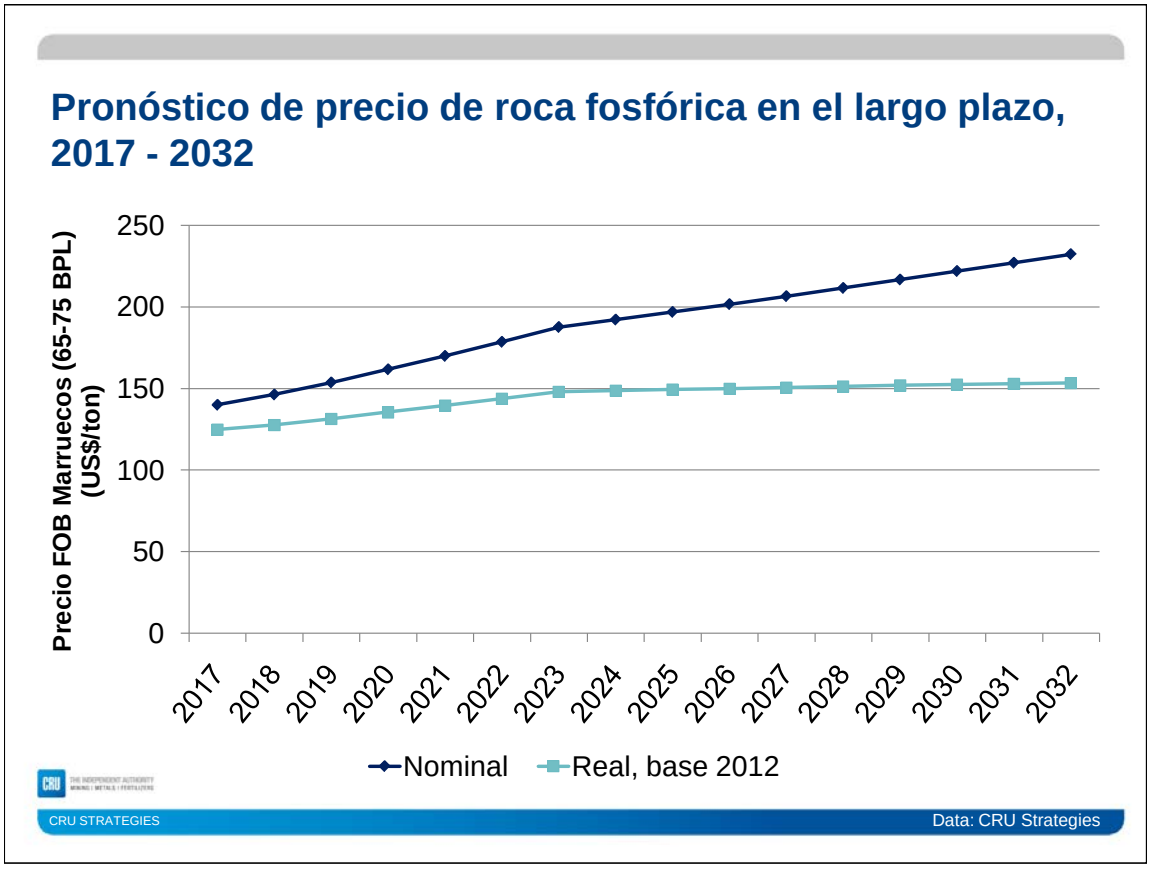


Tabla 6.30: Pronóstico de precio de roca fosfórica en el largo plazo, 2017-2032

Precio (US$/ton)	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Nominal	140	146	154	162	170	179	188	192	197	202	207	212	217	222	227	232
Real base 2012	125	128	131	135	140	144	148	149	149	150	151	151	152	152	153	153

Data: CRU Strategies

Así, es posible observar que el pronóstico de largo plazo del precio de la roca fosfórica presenta una tendencia creciente en términos nominales, llegando a 232 US$/ton para 2032. Este precio, como se explicó anteriormente, está directamente ligado al CMLP asociado a la producción del potencial nuevo productor marginal que requiera entrar a la industria para satisfacer la demanda por el *commodity*.

6.4.5 Márgenes y rentabilidad

Al momento de analizar márgenes y rentabilidad en la industria del fosfato natural, un factor clave a comparar es la diferencia entre los márgenes observados por los productores integrados de fertilizantes y los observados por los productores no integrados – quienes compran la roca fosfórica en el comercio internacional. Este factor tiene directa relación con la razón entre los precios de venta de la roca y los precios de venta de los fertilizantes – y particularmente el DAP, producto utilizado, como se mencionó previamente, como referencia en este tipo de análisis.

Los márgenes sin incluir aquellos gastos relacionados con costos fijos (es decir, márgenes en *cash*) se estiman en hasta 279 US$/ton para los productores integrados en 2011 para un precio promedio del DAP de 619 US$/ton.

Con los precios del DAP bajando 539 US$/ton en 2012, el promedio ponderado del margen se redujo a 192 US$/ton. El punto que debe ser resaltado, sin embargo, es el margen que pueden obtener los productores no integrados. La roca fosfórica normalmente constituye el mayor componente de los costos de materias primas, y en la tabla a continuación se muestra el impacto que la compra de roca en el mercado marítimo puede tener en la rentabilidad de una operación.

Tabla 6.31: Márgenes para productores integrados y no integrados de DAP, 2011-2017

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Productores integrados							
DAP Tampa, FOB (US$/ton)	619	539	502	533	570	572	560
Promedio ponderado costos de extracción, FOB (US$/ton)	340	347	345	329	323	330	343
Margen	**279**	**192**	**157**	**204**	**247**	**242**	**217**
Productores no-integrados							
DAP Tampa, FOB (US$/ton)	619	539	502	533	570	572	560
Promedio ponderado costos de extracción, FOB (US$/ton)	576	569	522	514	533	524	509
Margen	**43**	**-30**	**-20**	**19**	**37**	**48**	**51**

Data: CRU

Con el pronóstico de precios promedio del DAP en 502 US$/ton para 2013, el margen de los productores no integrados se estima en -20US$/ton. Esto demuestra que las operaciones no integradas tendrán dificultades en 2013, con aquellas operaciones de mayor costo viéndose obligadas a reducir sus volúmenes de producción, y forzando a muchos a abandonar el mercado.

Este cálculo también sugiere que los precios están cerca de su punto más bajo en el ciclo de precios. Productores integrados, como OCP, también venden roca en el mercado marítimo internacional. Por lo tanto, y como se explico anteriormente, es de su interés mantener a las operaciones no integradas operativas en el negocio.

Mirando hacia más adelante en el futuro, para 2015 los márgenes de los productores integrados tienen la posibilidad de mejorar, debido a una combinación de precios del DAP más fuertes y costos de insumos más bajos. Sin embargo, entre 2015 y 2017, los márgenes se reducirán debido a la subida de los costos de extracción. CRU pronostica que los márgenes medios ponderados de los productores integrados sean de 217 US$/ton, mientras que los márgenes de los productores no integrados se mantendrán bajos en 51 US$/ton.

Así, ciertamente los márgenes más relevantes en el negocio de los fosfatos son obtenidos por los productores integrados de productos fosfatados, es decir, por aquellos que incurren también en el negocio minero de fosfato natural. El posterior procesamiento aguas abajo, por sí sólo, no demuestra tener fundamentos económicos tan potentes como los observados para los productores de fertilizantes integrados con la extracción de roca.

En línea con lo anterior, el negocio de roca fosfórica basado en exportación al comercio internacional, como se mencionó previamente, también demuestra ser un negocio atractivo. Esto se debe sencillamente a que el margen mayoritario se queda en el negocio de extracción minera de la roca fosfórica – donde la posterior venta del mineral se hará a un precio de mercado que actualmente cubre de sobremanera los costos de extracción incurridos. Repitiendo lo indicado anteriormente, al considerar que los costos operacionales de extracción se estiman en entre aproximadamente 30 US$/ton y 90 US$/ton, promediando alrededor de 50 US$/ton, y tomando en cuenta un precio actual de mercado de la roca que está entre 150 US$/ton y 200 US$/ton, el modelo de negocio de la extracción de roca enfocada en la posterior exportación es ciertamente una alternativa atractiva.

6.5 Análisis competitivo de la industria en Colombia

La producción y el uso de la roca fosfórica como fertilizante en Colombia empezaron en la década de 1970. Colombia tiene un importante sector agrícola y las zonas agrícolas se encuentran cerca de los ríos principales, las cuales corresponden a las zonas donde se encuentran los depósitos de roca fosfórica. Con esto, la industria se estableció para abastecer a la comunidad agrícola con roca fosfórica, la cual es utilizada en la modalidad de roca molida para aplicación directa. El suelo colombiano es ácido con un nivel bajo de fertilidad, por lo que puede beneficiarse de la aplicación directa de la roca fosfórica molida: el fósforo es lentamente soluble, y el crecimiento de cultivos logrado dentro de un par de años es parecido al crecimiento observado en cultivos fertilizados con abonos y productos procesados.

Hoy en día la producción doméstica de la roca fosfórica es insuficiente para satisfacer la demanda doméstica colombiana, y el país importa roca fosfórica principalmente de Marruecos y Egipto.

6.5.1 Modelamiento de las cinco fuerzas de Porter y atractivo de la industria

El modelamiento de las cinco fuerzas de la competitividad de Porter se utiliza para conocer qué tan atractiva es una industria *per sé*, considerando las ventajas y desventajas para entrar a un mercado en particular. La tabla siguiente presenta el análisis de competitividad para el mercado mundial de roca fosfórica basado en este modelo.

Tabla 6.32: Modelo de las cinco fuerzas de Porter

Fuerza	Observaciones
Riesgo de sustitución BAJO-MEDIO	• Todos los productos derivados del fósforo requieren de roca fosfórica para sus procesos de producción, por lo que no existe potencial para la sustitución de la roca. fosfórica. • No obstante lo anterior, la utilización del fosfato en usos finales como fertilizantes y otros productos no-fertilizantes pueden sufrir igualmente de la sustitución del P_2O_5 por otros elementos. • El caso anterior se ha observado en detergentes, los cuales han sustituido el P_2O_5 debido a su alto precio observado últimamente. De la misma forma, en la industria de fertilizantes en EE.UU. se espera una menor utilización de fósforo a favor de azufre o zinc al aumentar la producción de fertilizantes de menor ley de P_2O_5. Sin embargo, en otras regiones se espera ver la tendencia contraria al requerir mayor uso de P_2O_5.
Barreras de entrada BAJAS	• Existe una alta cantidad de operaciones mineras de roca fosfórica alrededor del mundo, así como también una importante cantidad de proyectos en carpeta. • La entrada a la industria de roca fosfórica no es tan costosa como lo es en otras industrias de *commodities* minerales. En general, los costos de capital para entrar a esta industria son significativamente menores, lo que va en línea con el hecho que no se requieren necesariamente de muchas etapas de procesamiento para poder obtener un producto comercializable - donde existe un mercado de compradores que importan el mineral para producir los productos aguas abajo (no obstante, se requiere de acceso barato a algún puerto).
Poder proveedores MEDIO-BAJO	• No hay mucha diferencia con la minería en general. • El transporte marítimo pudiera tener un impacto mayor debido a la importancia de sus costos en el valor de la roca comercializada. No obstante, en general el transporte marítimo se regula por el mercado.
Poder clientes BAJO	• La demanda, cubierta principalmente por plantas de productos fosfatados aguas abajo, es relativamente fragmentada. • Existe una tendencia a que las plantas de producción aguas abajo se instalen cerca o adyacente a las operaciones mineras de roca fosfórica, aprovechando así menores costos operacionales y evitando comprar la roca a altos precios en el mercado abierto. Por esto, el poder de aquellas plantas sin abastecimiento directo de roca (o bien a quienes se les agotó el mineral) es cada vez menor. • Asimismo, dado que varios exportadores de roca también producen derivados aguas abajo, existe un incentivo de éstos a mantener los precios de roca bajos para así mantener a los productores aguas abajo de alto costo operando - manteniendo así los precios de productos terminados arriba. Así, en general, se ha observado que los productores de roca son quienes han manejado más los precios y, además, han obtenido los mayores márgenes a expensas de los compradores.
Rivalidad de la industria MEDIA-BAJA	• El mercado es relativamente fragmentado y existen operaciones y yacimientos que se reparten alrededor del mundo. • Dados los altos precios del fosfato natural observados recientemente, ha entrado una importante cantidad de nuevos proyectos que han atomizado la industria. A esto hay que sumarle además que existen muchos proyectos en carpeta que entrarán al mercado. • No obstante, existen mega-proyectos y compañías productoras de gran tamaño que tienen un poder de mercado no menor.

Data: CRU

Haciendo un análisis basado en las cinco fuerzas de Porter, es posible confirmar que el atractivo de la industria de la roca fosfórica en el largo plazo es medio. Si bien es posible entrar al mercado como un productor de fosfato natural si es que se cuenta con un depósito mineral de calidad

suficiente como para beneficiarlo y llegar a los estándares de mercado, un punto clave es el contar con un acceso directo y barato a algún puerto – o bien contar con una logística adecuada para el transporte interno. No obstante, se debe llevar a cabo un estudio más detallado analizando las condiciones específicas del depósito para evaluar el atractivo de cualquier potencial proyecto de producción.

Asimismo, el hecho de que la industria de roca fosfórica presente costos de capital particularmente bajos en comparación con otras industrias minerales, ayuda a tener en consideración esta industria al momento de evaluar el atractivo de diferentes industrias mineras. No obstante, cabe recordar que hoy en día existe un nivel de sobrecapacidad relevante que gatillará tasas de utilización bajas en las plantas actuales y, por ende, mayor riesgo a cualquier eventual entrante.

6.5.2 Dotación de recursos de Colombia

6.5.2.1 Producción histórica de roca fosfórica en Colombia

La producción de roca fosfórica en Colombia ha sido históricamente marginal en comparación a otros países productores relevantes en la industria mundial. Asimismo, a nivel sudamericano, la producción colombiana no ha llegado al 1% del total de la región, lo que demuestra la necesidad de satisfacer su demanda interna en base a importaciones desde el mercado internacional.

Figura 6.17: Producción de roca fosfórica en Colombia y su participación en Sudamérica, 2005 – 2012



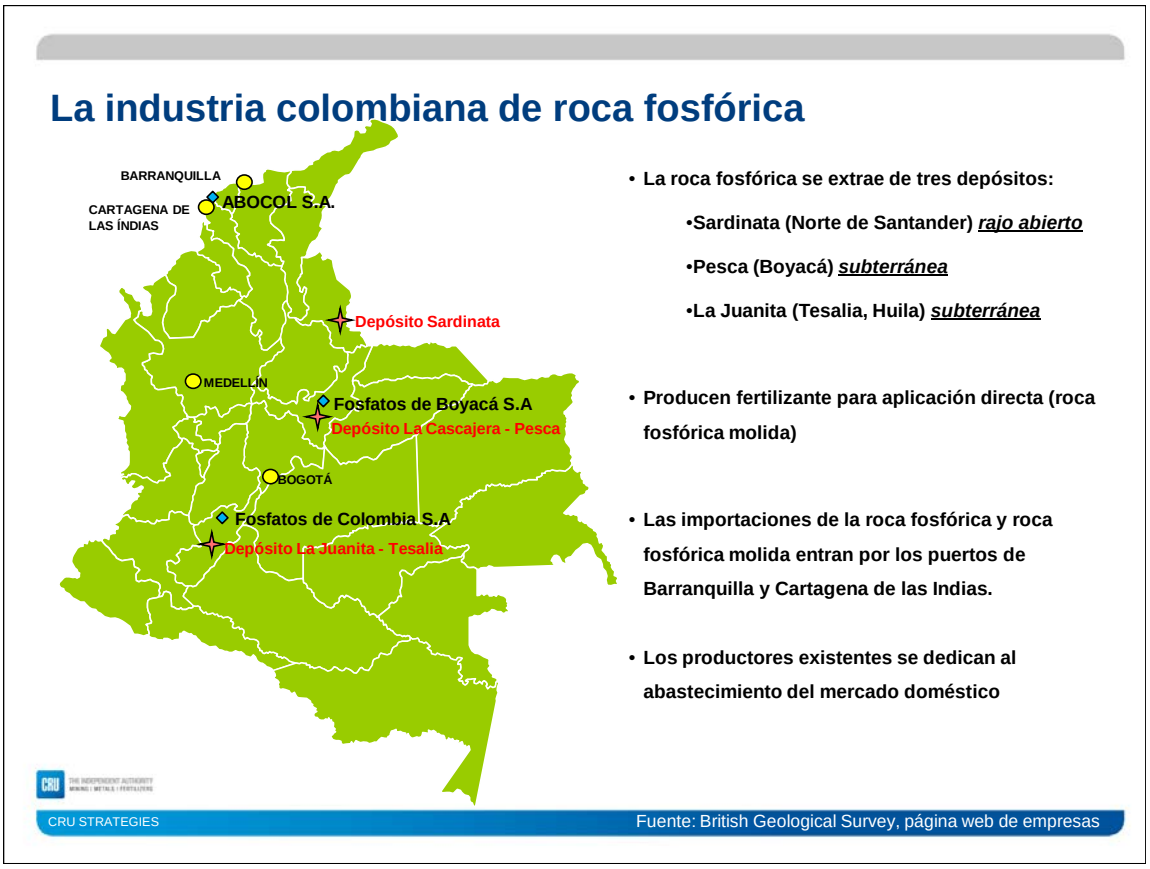
Existen tres productores principales de roca fosfórica en Colombia, estos son:

Fosfatos de Boyacá: La empresa cuenta con más de 3,5 millones de toneladas de reservas de roca fosfórica, con una ley de P_2O_5 de entre 22 y 30%. La empresa se fundó en 1976 y en 1993 empezó el proceso de acumulación de la roca fosfórica. Extrae la materia prima para sus productos a partir de cinco títulos mineros en los municipios de Iza, Pesca y Sogamoso. Su red de distribución cubre los departamentos de Casanare, Boyacá, Santander, Cundinamarca, Antioquia, Valle del Cauca, Cauca y Nariño.

Fosfatos de Colombia S.A.: La empresa se fundó en 1966 y se dedica a la exploración, explotación y beneficiación de roca fosfórica en el departamento de Huila, específicamente del depósito La Juanita en Tesalia.

Abonos Colombianos: La empresa se fundó en 1960 por Exxon, y adquirió la empresa Fosfatos de Boyacá en el año 2008. Cuenta con una mina de roca fosfórica que produce 8.000 toneladas al año de roca en el depósito de Sardinata.

Figura 6.18: La industria colombiana de roca fosfórica



Como se ha mencionado anteriormente, la producción doméstica no es suficiente para satisfacer la demanda doméstica de Colombia, por lo tanto el país debe importar la diferencia de Marruecos y Egipto. Las importaciones entran por los puertos de Barranquilla y Cartagena de Indias en el norte del país. En cuanto a su producción interna, como ya se explicó, ésta es mayoritariamente consumida de forma doméstica.

Tabla 6.33: La demanda, producción e importaciones de roca fosfórica de Colombia, 2005 – 2012 ('000 toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Consumo	107	110	114	111	106	147	144	144
Producción	18	20	20	48	48	50	50	75
Balance	**(89)**	**(90)**	**(94)**	**(63)**	**(58)**	**(97)**	**(94)**	**(69)**
Importaciones	**89**	**90**	**94**	**63**	**58**	**97**	**94**	**69**

Fuente: IFA, FAI, CFMW, ANDA, reportes de compañías y CRU Analysis

Figura 6.19: Las importaciones colombianas de roca fosfórica



6.5.2.2 Reservas y recursos

La búsqueda de rocas fosfóricas en Colombia comenzó en la década de 1940. Luego en la década de 1960 se realizó un reconocimiento estratigráfico general y detallado en las rocas sedimentarias de origen marino. En 1964 se ejecutaron varias búsquedas más, las cuales evaluaron los depósitos de Sardinata (Norte de Santander) y Pesca (Boyacá). Además, se realizaron investigaciones aisladas en otras zonas del país hasta mediados de los años 70. La siguiente tabla incluye datos de los

recursos que posee Colombia. Cabe notar que los datos son de los años 80, dado que no se encontraron estudios más recientes.

Tabla 6.34: Recursos y reservas de la roca fosfórica en Colombia

	Recursos*				Reservas**
Departamento	**Espesor (metros)**	**Ley (% de P_2O_5)**	**Cantidad (Mt)**	**Área (km2)**	**Cantidad (Mt)**
Norte de Santander	0,5 - 5,4	8 a 37%	60	58	45,1
Santander	0,3 - 1,8	13 a 27%	32,6	10	32,7
Boyacá (Pesca)	0,5 - 5,0	5 a 27%	499,8	166	140,6
Huila	0,5 - 2,4	9 a 31%	152	74,9	138
Total			**744,4**	**308,9**	**346,4**

Fuente: * Mojica & Zambrano 1985, ** Mojica 1987

Mt = millones de toneladas

Todos los depósitos importantes de roca fosfórica están en la Cordillera Oriental del país. Las capas minerales van desde unos cuantos centímetros a 5,0 metros de ancho, con una ley de entre 5 y 31% de P_2O_5. Los depósitos que tienen el mayor potencial económico están en el departamento de Boyacá. La capa principal de roca fosfórica acá es de entre 1,8 y 4,2 metros de ancho con una ley promedio de P_2O_5 de 22%.

En 2012, el Gobierno de Colombia clasificó aproximadamente unas 20 millones de hectáreas como 'Reserva Estratégica', de las cuales algunas podrían tener potencial para la explotación de roca fosfórica. El gobierno eligió cinco distintas áreas (con 18 subáreas): todas están en la Cordillera Oriental del país en los departamentos de Norte de Santander, Santander, Boyacá, Tolima y Huila.

Figura 6.20: Áreas potenciales para la extracción de roca fosfórica en Colombia



6.5.3 Principales competidores y posición competitiva de Colombia

La producción colombiana de roca fosfórica es principalmente para el consumo doméstico y se llena la brecha entre la demanda y la oferta doméstica con importaciones provenientes del norte de África. Dentro de Sudamérica el mayor productor es Brasil, el cual proporciona un 3,4% de la oferta mundial, sin embargo toda la producción se consume dentro del país. Los mayores productores del mundo son China, EE.UU. y Marruecos. No obstante, China y EE.UU. consumen casi toda su producción internamente, mientras los mayores exportadores, según lo ya mencionado previamente, son Marruecos, Egipto y Jordania.

6.5.3.1 Competitividad de Colombia a nivel sudamericano

Brasil es el mayor productor de la roca fosfórica dentro de Sudamérica, gracias a las varias operaciones de Galvani Mineraçao y Vale Fertilizantes. Por parte de Perú, toda su producción viene de la operación Bayovar (Sechura) de Vale Fertilzantes, la cual se puso en marcha el año 2010 y aún se encuentra en la etapa de *ramp-up*. Perú exporta la mayoría de la producción a EE.UU. y otros países dentro de Latinoamérica (como México, Argentina y Brasil).

Tabla 6.35: Producción histórica de la roca fosfórica en países más relevantes de Sudamérica, 2005-2012 ('000 toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Brasil	5.488	5.801	6.095	6.344	5.949	5.693	6.094	6.627
Colombia	18	20	20	48	48	50	50	75
Perú	-	-	-	-	-	791	2.545	3.218
Venezuela	300	412	367	265	351	84	82	58
Otros	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	**5.806**	**6.233**	**6.482**	**6.656**	**6.348**	**6.618**	**8.770**	**9.978**

Fuente: CRU Analysis

Figura 6.21: Producción histórica de roca fosfórica en Sudamérica, 2005-2012 (‘000 toneladas)



En cuanto a proyectos mineros de roca fosfórica en Colombia, se sabe de un proyecto de roca fosfórica en Boyacá, perteneciente a la empresa canadiense Lara Exploration. En el año 2009 Lara Exploration registró unas 80.000 hectáreas de concesiones mineras en el departamento de Boyacá.

Actualmente hay tres bloques principales de roca fosfórica, que en este momento se explotan a pequeña escala y se produce roca fosfórica con una ley de entre 25 y 35% de P_2O_5 para consumo local como fertilizante de aplicación directa.

En este momento, según el Catastro Minero, se han emitido 24 concesiones mineras relacionadas con roca fosfórica. Los departamentos de Boyacá y Norte de Santander son los que tienen la mayoría de éstas.

6.5.3.2 Competitividad de Colombia a nivel mundial

Como se puede ver de la siguiente tabla, ciertamente hoy en día Colombia no tiene relevancia como productor de roca fosfórica, ocupando la posición número 29 a nivel global. Sin embargo, como ya hemos destacado, tiene yacimientos que pudieran ser económicamente atractivos y una industria domestica relativamente establecida.

Como ya se ha mencionado, China y EE.UU. son los mayores productores de roca fosfórica del mundo, pero consumen casi toda su producción para la fabricación de fertilizantes y otros productos.

Tabla 6.36: Productores de roca fosfórica en el mundo, 2012 ('000 toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Participación 2012
China	52.318	56.879	62.666	61.800	64.500	69.100	75.000	77.500	39,69%
EEUU	35.516	30.464	30.231	30.850	26.609	25.244	27.619	29.472	15,09%
Marruecos	28.788	27.098	27.638	24.198	18.163	25.655	27.821	24.951	12,78%
Rusia	11.286	10.813	10.937	9.810	9.538	10.844	10.304	10.275	5,26%
Brasil	5.488	5.801	6.095	6.344	5.949	5.693	6.094	6.627	3,39%
Egipto	2.621	2.177	2.504	3.179	3.708	3.435	4.746	6.239	3,20%
Jordania	6.381	5.881	5.546	6.148	5.271	6.529	7.589	6.000	3,07%
Túnez	8.204	7.812	8.005	7.623	7.298	8.132	2.510	4.250	2,18%
Perú	-	-	-	-	-	791	2.545	3.218	1,65%
Arabia Suadita	643	-	-	-	-	121	1.068	3.131	1,60%
Colombia	***18***	***20***	***20***	***48***	***48***	***50***	***50***	***75***	***0,04%***
Otros países	22.334	21.415	22.594	25.026	21.664	26.591	27.626	23.522	12,05%
Total mundial	**173.597**	**168.359**	**176.235**	**175.025**	**162.748**	**182.184**	**192.972**	**195.260**	

Fuente: CRU Analysis

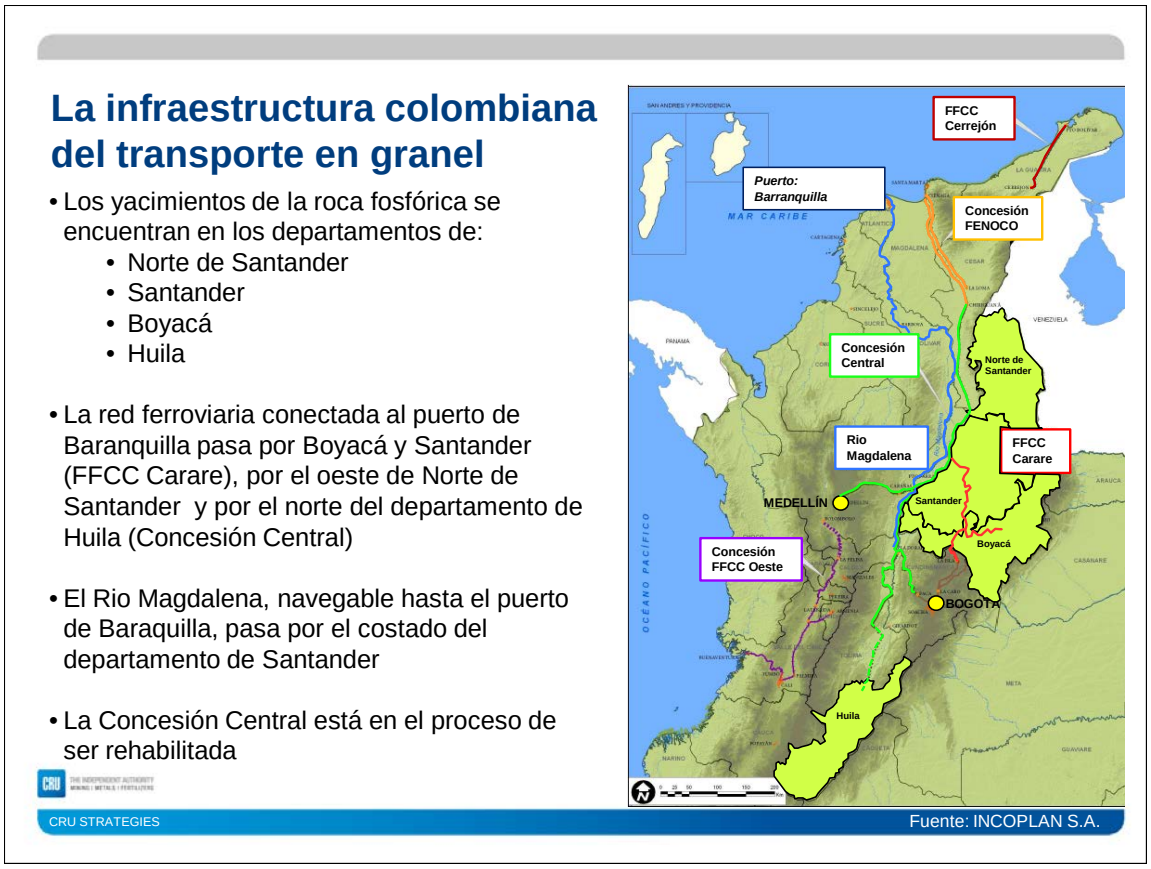
6.5.3.3 Ventajas y desventajas competitivas de Colombia

El mercado de la roca fosfórica tiende de ser relativamente local, ya que es un producto en granel. Para que la exportación del mineral sea rentable, la roca tiene que llevar una alto contenido de P_2O_5, y la operación necesita contar con acceso a medios de transporte a granel para asegurar un costo de transporte bajo, como por ejemplo vías férreas conectadas a un puerto que permita el transporte de la roca mediante trenes.

El siguiente diagrama ilustra la red de transporte a granel que existe en Colombia en este momento. La red ferroviaria conectada al puerto de Baranquilla en el norte del país pasa por los departamentos de Boyacá y Santander, por el oeste de Norte de Santander y por el norte de Huila. Además, el Río Magdalena, navegable hasta Barranquilla, pasa por el costado de Santander. Sin embargo, las

distancias entre los yacimientos de roca fosfórica y el puerto son grandes, especialmente en el caso del departamento de Huila. Si la roca fosfórica fuera exportada al extranjero desde el puerto de Barranquilla, la opción más rentable sería exportar la roca fosfórica de Santander o Norte de Santander sencillamente por la menor distancia al puerto. Sin embargo, sería necesario realizar un estudio más profundo para determinar la rentabilidad de esta opción. Cabe destacar que la red ferroviaria está en el proceso de ser rehabilitada.

Figura 6.22: La infraestructura del transporte a granel en Colombia



Por otro lado, hoy en día Colombia es un importador neto de roca fosfórica. Si la exportación de la roca no es rentable, igualmente el país podría aumentar su producción para suministrar la demanda doméstica y así no depender de las importaciones del mineral en el mercado marítimo internacional. Una ventaja importante es que las zonas agrícolas se ubican muy cerca de los yacimientos de la roca fosfórica, por lo que el transporte interno pudiera eventualmente no ser un factor restrictivo al momento de evaluar nuevos proyectos de producción. Además, debido a la acidez del suelo colombiano, se puede aplicar la roca molida directamente al suelo, lo cual evita el procesamiento de

la roca en plantas de producción de fertilizantes por parte de los productores y eventuales nuevos entrantes – vendiendo directamente el mineral al mercado agrícola y no necesariamente a productores de fertilizantes fosfatados aguas abajo. Pese a todo lo anterior, es importante resaltar que el mercado interno de roca fosfórica en Colombia fue de menos de 150 mil toneladas anuales del mineral, por lo que cualquier potencial proyecto de producción de gran escala se verá igualmente obligado a evaluar alternativas de exportación.

La siguiente tabla contiene el análisis de ventajas y desventajas competitivas de Colombia.

Tabla 6.37: Ventajas y desventajas competitivas de Colombia

Ventajas competitivas	● Colombia ya tiene una industria doméstica de roca fosfóricaque está relativamente bien establecida. ● En este momento la producción minera de roca fosfórica no satisface la demanda doméstica, por lo que existe un mercado interno de roca fosfórica. ● Un aumento en la producción doméstica podría acercar al país a un estado de autosuficiencia y evitar los altos costos asociados a la compra e importación de roca en el mercado internacional. ● Los departamentos con yacimientos de roca fosfórica están cerca de las zonas agrícolas del país, lo que implica bajos costos de transporte interno. ● Es posible aplicar roca fosfórica molida directamente al suelo colombiano debido a su acidez, lo cual permite vender el mineral directamente al mercado agrícola y no a productores de derivados fosfatados aguas abajo.
Desventajas competitivas	● Al parecer no existen datos actualizados sobre algún mapeo geológico asociado a la industria de roca fosfórica. Se necesita realizar un mapeo geológico detallado para medir el tamaño y la ley de los yacimientos identificados, para luego recién determinar la rentabilidad de los proyectos. ● La roca fosfórica es un producto a granel, no obstante Colombia no cuenta con una red muy desarrollada de transporte a granel. ● El mercado interno de Colombia no llega a los 150 mil toneladas de roca fosfórica, por lo que si bien existe una parte de la demanda interna que actualmente es satisfecha mediante importación, igualmente no es un mercado de gran tamaño. ● Los yacimientos en los departamentos de Huila, Boyacá y Santander quedan lejos del puerto principal de Baranquilla, lo que aumentaría los costos de transporte interno significativamente en caso de exportar la roca. ● Además, los mercados objetivo más relevantes de exportación de roca no están necesariamente cerca de Colombia, lo que también aumentarían los costos de flete marítimo. En este sentido, el mercado brasileño busca autosustentarse, y Perú ha enfocado sus exportaciones en EE.UU. (lo que pudiera ser eventualmente el camino a seguir para Colombia también).

Fuente: CRU Strategies

RESUMEN

- En resumen, la industria de roca fosfórica no asegura un alto atractivo para Colombia, dado que los yacimientos geológicos asociados al mineral no han sido caracterizados para medir su potencial geológico. Esto es sumamente necesario para efectivamente cuantificar el atractivo de la industria en Colombia.
- No obstante, dada la demanda interna de roca para su uso como fertilizante de aplicación directa y a la marginal industria actualmente presente en el país, Colombia presenta un potencial de crecimiento significativo.
- El impulso de la industria colombiana pudiera, teóricamente, estar basado en el consumo interno del mineral, a pesar que existen otros factores no menores que restringen un crecimiento en el corto plazo – como por ejemplo, la infraestructura de transporte de productos a granel. A esto, naturalmente, hay que sumarle la alta incertidumbre asociada al valor geológico de los depósitos de fosfato natural, los cual carecen de mapeos y estudios que permitan conocer su potencial. Asimismo, el tamaño del mercado interno colombiano tampoco es de gran tamaño, y cualquier proyecto de gran escala debiera estar enfocando gran parte de su producción en exportaciones.
- En esta línea, las inversiones de nuevas operaciones tienden a concentrarse en países cuyas industrias se encuentran plenamente establecidas y generando actualmente grandes volúmenes de producción.
- Asimismo, el contexto económico del mercado de la roca fosfórica indica que el mayor atractivo de producción y venta se encuentra temporalmente en el muy corto plazo, dado que se espera que los precios del mineral disminuyan en los próximos cinco años – a pesar que la tendencia de mercado para el largo plazo es al alza al requerir nuevos proyectos de producción que poseen mayores costos marginales.
- Sin embargo, independiente de la tendencia de los precios del mineral, es claro que la situación actual de la industria de Colombia presenta un tamaño significativamente menor a las industrias líderes en producción alrededor del mundo, lo cual es un desafío considerablemente importante al analizar las oportunidades de Colombia en este mercado en particular.
- Cabe notar, además, que la tendencia mundial de la industria de fosfato natural ha mostrado que los productores se han integrado verticalmente, para aprovechar así menores costos

operacionales. Para el caso de Colombia, no es claro demostrar que éste sea el camino a seguir, dado que la demanda interna acepta la aplicación directa de roca en el suelo, además de que la complejidad y tiempos de la ingeniería asociada a eventuales nuevos proyectos de producción integrados verticalmente se complicaría – quizás innecesariamente. De hecho, existen actualmente varias compañías junior alrededor del mundo que están diseñando proyectos de roca fosfórica no integrados para disminuir los tiempos de ingeniería y puesta en marcha y, así, asegurar flujos de caja más temprano. En esta línea, dado que el mayor margen en el negocio de fosfatos se obtiene en la extracción de la roca, el negocio de extracción y venta directa de roca fosfórica (sin procesamiento) es muy atractivo. Además, este tipo de negocio tiene la flexibilidad de instalar unidades de procesamiento de productos aguas abajo en el futuro en caso de ser necesario.

- Un factor clave a considerar es el actual contexto de sobreoferta existente en el mercado mundial de fosfato natural. Las tasas de utilización observadas han sido últimamente bajas, lo que implica un riesgo para cualquier nuevo entrante.

Capítulo 7 – Mercado del Potasio

7.1 Resumen general del mercado

RESUMEN DEL MERCADO

- **Características clave del mercado**

  El mercado mundial de cloruro de potasio alcanzó los US$22.800 millones en el año 2012, equivalentes a 50,8 millones de toneladas producidas.

  Por parte de la demanda, el uso principal del potasio es sin lugar a dudas la aplicación en fertilizantes. En este sentido, más del 90% de las entregas de cloruro de potasio se destinan a aplicaciones agrícolas y fertilizantes – donde el restante se aplica en usos industriales. China es por lejos el mayor consumidor de KCl, reportando entregas que representan el 21% del volumen mundial para 2012.

  Por el lado de la oferta, el mercado se encuentra extremadamente concentrado. Los principales países productores son Canadá, Rusia y Bielorrusia, quienes en conjunto cubrieron el 64 % de la producción global de 2012. La producción canadiense se encuentra dominada por tres empresas (PotashCorp, Mosaic y Agrium) que exportan a través de Canpotex, operada por ellos. En Rusia se encuentra Uralkali y en Bielorrusia la empresa Belaruskali y ambas exportan a través su empresa conjunta Belarusian Potash Company (BPC).

  En términos de precio, éste varía bastante dependiendo del tipo de contrato, del mercado y del producto comercializado. Como precio de referencia se utiliza una aproximación al FOB Vancouver, el que en 2012 fue de US$449/ton. CRU prevé que en los próximos años este precio debería bajar debido a la fuerte entrada de capacidad extra de producción esperada.

- **Cambios recientes y en desarrollo en el mercado**

  En los últimos años el mercado del potasio ha visto una serie de cambios. Desde 2003 el precio del KCl ha aumentado considerablemente debido al aumento de demanda y precio en las cosechas a nivel mundial. Esto impulsó una ola de inversión por parte de las grandes empresas para aumentar su capacidad de producción. Muchas de estas expansiones aún no

se concretan, pero se espera que para 2016-2017 ya se encuentre instalada la capacidad planificada. En 2011 la empresa rusa Urakali, quien ahora cuenta con un 18% de la producción mundial de KCl, compró a su única competencia en Rusia, Sivinit, como parte del proyecto de ampliación motivado por el aumento de precios. Dentro de este escenario también surgieron proyectos *greenfield* que traerían la entrada de nuevos actores a la industria del potasio, principalmente en Rusia.

El cambio más reciente que ha presenciado la industria es el anuncio de Uralkali, quien dejaría de exportar sus productos a través de BPC y comenzaría a hacerlo a través de su empresa propia. Esta noticia no fue bien recibida por el mercado, y los valores en bolsa de las empresas productoras con presencia bursátil cayeron cerca de un 20% después del anuncio. Este reporte no alcanza a considerar el posible efecto que esto tendrá sobre el precio del KCl en los próximos años o sobre los proyectos futuros, aunque es probable que proyectos considerados en este análisis ya no estén siendo considerados por inversionistas debido al impacto en los precios que generó este acontecimiento.

- **Oportunidades / Riesgos**

  Los altos precios del KCl en los últimos años incentivaron una ola de expansión de capacidad por parte de los productores, lo que ciertamente se vio como una oportunidad en su momento. Sin embargo, la disminución en el precio esperada por CRU y el efecto que tenga en el mercado el reciente anuncio de Uralkali indican que invertir ahora en la industria del potasio podría ser muy riesgoso.

- **Acceso al mercado / Barreras de entrada**

  Como en toda industria minera, el acceso a yacimientos de calidad y de buena ubicación geográfica con respecto a los mercados consumidores presenta una clara barrera de entrada. La industria del KCl se caracteriza por estar muy concentrada, con unos pocos productores manejando gran parte del mercado y comportándose claramente como un cartel. El reciente anuncio de Uralkali puede interpretarse como un intento por disminuir el precio y desincentivar la entrada de las nuevas empresas que planeaban entrar al mercado en los próximos tres a cinco años.

7.2 Estructura y caracterización de la demanda en Europa, Asia y las Américas y el Caribe

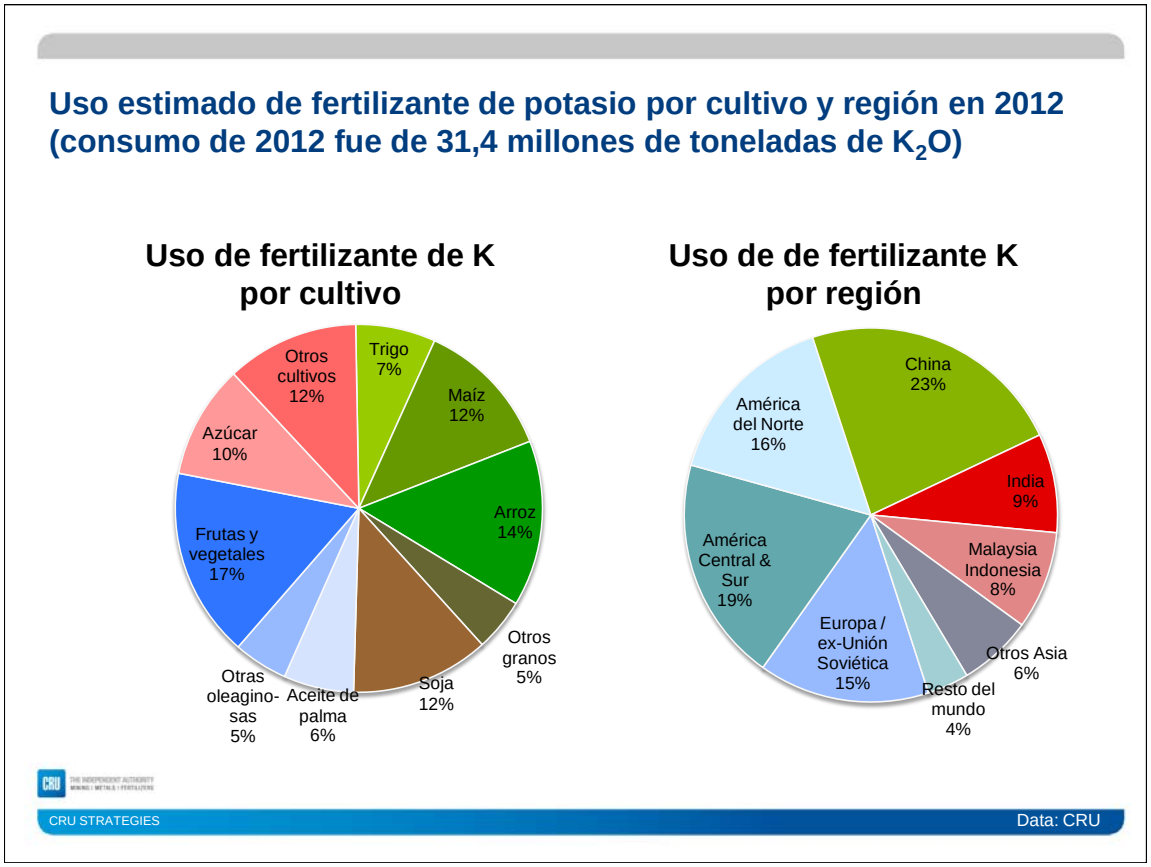
7.2.1 Determinantes de demanda

Los tres principales fertilizantes, que juegan un rol relevante en mantener e incrementar la tasa de crecimiento de los cultivos, son el nitrógeno (N), el fosfato (P_2O_5) y el potasio (K). Este último (K) es el séptimo elemento más común en la corteza terrestre. Sin embargo, a pesar de su relativa abundancia, raramente ocurre de forma natural y la mayoría de los minerales que lo contienen son indisolubles en agua, y por lo tanto difíciles de refinar. Uno de los compuestos más solubles es el cloruro de potasio (KCl y comúnmente conocido como potasa o "*potash*" en inglés), lo que explica su éxito como producto fertilizante. Históricamente, los fertilizantes potásicos (K_2O) han sido los determinantes fundamentales del consumo de KCl, representando aproximadamente un 90% de sus ventas.

La expansión en el uso de potasa como fertilizante ha logrado una importante contribución al crecimiento en la oferta de alimentos – y continuará haciéndolo en el futuro. Sin embargo, la relación entre el crecimiento de la población, la oferta/demanda por alimentos y el consumo de fertilizantes es altamente compleja, y en pronósticos de esta naturaleza existe una gran componente de juicio experto y subjetivo, lo que resulta, a veces, en importantes diferencias dependiendo de la fuente de donde provienen los datos y/o estimaciones.

Los principales usos de la potasa son en cultivos como el arroz, soja, frutas y vegetales, azúcar, trigo y maíz, siendo en la actualidad China el mayor consumidor de este tipo de fertilizante.

Figura 7.01: Uso estimado de fertilizantes de K por cultivo y región en 2012



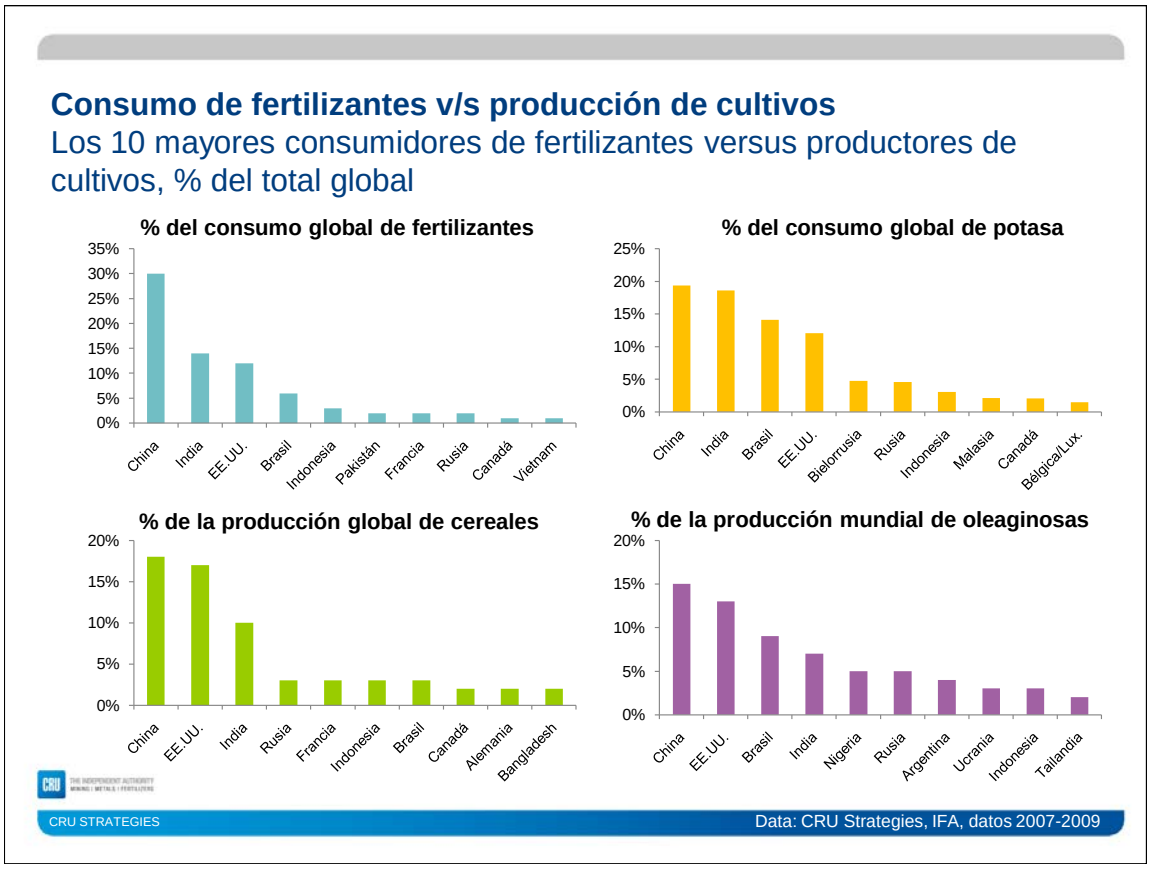
El K_2O representa alrededor del 17% del consumo de nutrientes primarios utilizados en la producción de cultivos. De esta cantidad, alrededor del 46% se aplica a los cereales, mientras que un 16% se utiliza para las semillas oleaginosas. Mientras que el trigo y el arroz son los alimentos básicos, el maíz se cultiva principalmente como alimentación animal para la producción ganadera, aunque en los últimos años ha ganando importancia como materia prima para la producción de etanol. La mayor demanda de estos productos ha llevado a la necesidad de crecimiento de la producción de cultivos, lo que ha requerido un mayor uso de fertilizantes y un uso más especifico. El cambio en los hábitos alimenticios también ha provocado una rápida expansión del consumo de aceite comestible, exigiendo una oferta cada vez mayor, principalmente de soja y aceite de palma. Las perspectivas del mercado de productos agrícolas son clave en la determinación de la siembra de los agricultores e imprescindible para calibrar la demanda mundial de fertilizantes de K_2O.

No cabe duda de que el mayor uso de la potasa será uno de los motores del futuro crecimiento de la producción agrícola. La aplicación de potasa aumentará a medida que se incremente el uso de

fertilizantes en general, al igual que a medida que se logre un mejor balance en el uso de nutrientes en los países en desarrollo. Para mantener un sentido de proporción, es necesario tener en cuenta que la siguiente fase de expansión internacional de productos agrícolas, tras el éxito de la Revolución Verde, implicará llevar la gestión agrícola moderna y la tecnología de las regiones desarrolladas a partes de Asia, África y América Latina, así como también a la ex-Unión Soviética – donde en particular existe el mayor potencial para aumentar la producción.

No existe una manera sencilla de demostrar el impacto de la aplicación de fertilizantes, tanto a nivel nacional o internacional, en la producción de cultivos. Los resultados de los ensayos de campo, a menudo citados por los agrónomos para promover el uso de los fertilizantes, son altamente específicos para los distintos cultivos y lugares, y no pueden ser extrapolados para proporcionar una visión más amplia. Para una visión general de la relación entre fertilizantes y cultivos, la siguiente figura muestra a los diez países más importantes en consumo de fertilizantes y a los productores más importantes de cultivos, identificando la participación de cada país con respecto al total mundial. Los diez países más importantes representan alrededor de tres cuartas partes del consumo total de fertilizantes (y también del consumo de K_2O) y dos tercios de la producción de cultivos. Aunque cada lista no contiene exactamente los mismos diez países, las siguientes regiones/países se repiten en ambas listas: Estados Unidos, BRIC (Brasil, Rusia, India y China) e Indonesia.

Figura 7.02: Consumo de fertilizantes v/s producción de cultivos



Estos gráficos reflejan la situación actual del mundo y los siguientes puntos se pueden extraer de ellas:

- El consumo de KCl es concentrado: un número reducido de países representan una gran proporción de la demanda total y será influyente en la determinación de las tendencias futuras de la demanda;
- China parece estar usando demasiado fertilizante mineral en relación con su producción de cultivos, aunque esto es un problema menor para la potasa en comparación con otros fertilizantes (especialmente nitrógeno);
- India y, posiblemente, Vietnam también podrían mejorar la eficiencia del uso de fertilizantes;

- Existe la posibilidad de un mayor uso de fertilizantes en varios países que ya son productores agrícolas importantes, como por ejemplo: Rusia, Ucrania, Bangladesh, Argentina y Nigeria.

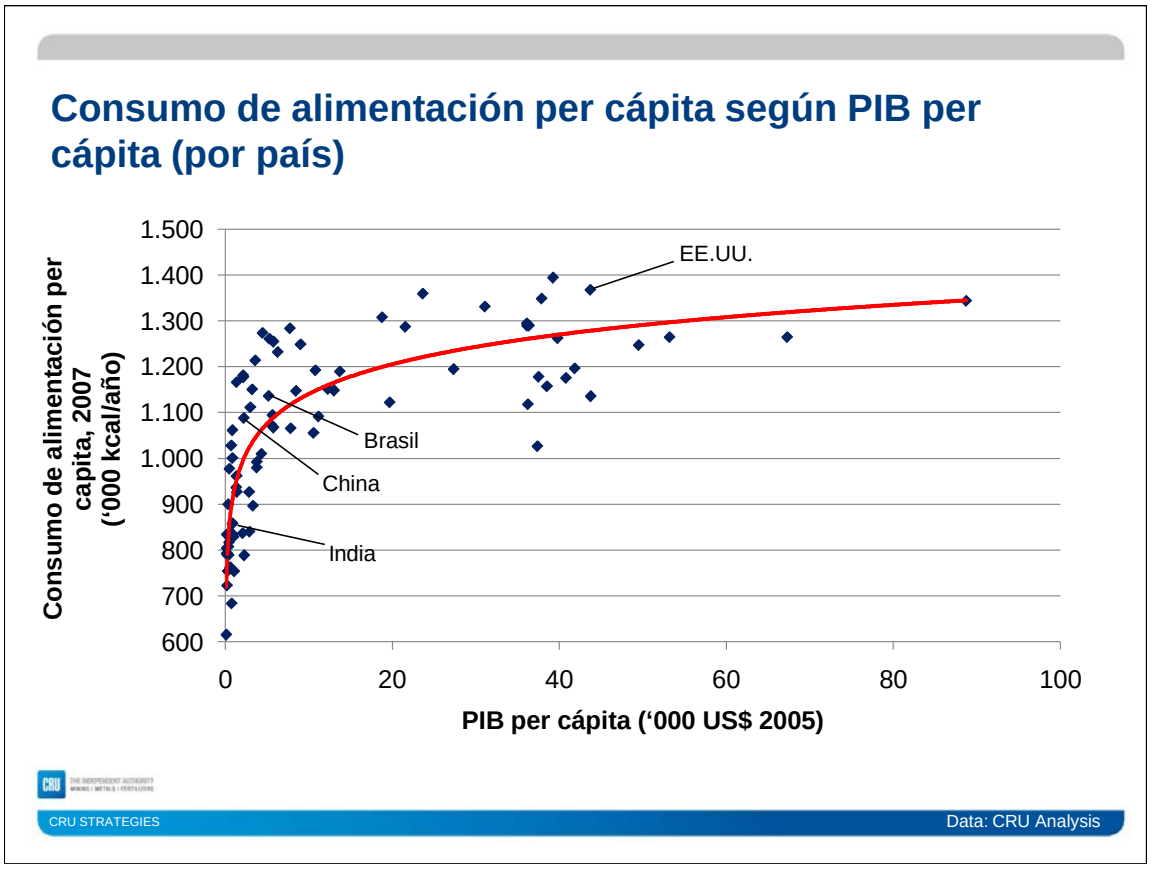
7.2.2 Intensidad de uso & el ciclo de desarrollo

La demanda de potasio está fuertemente ligada a la producción de fertilizantes, donde – como ya se mencionó anteriormente – alrededor del 90% del consumo de potasio se destina a este sector. A su vez, la demanda de fertilizantes está determinada por las perspectivas de producción de cultivos, la cual se relaciona tanto con el consumo de alimentos como con la necesidad de alimentos para animales y fibra natural, entre otros. Teniendo en cuenta esto, es posible realizar un análisis sobre el ciclo de desarrollo en cada región en base a los volúmenes de demanda de alimentación y plantaciones de cultivos en cada uno de ellos.

Cabe notar que para el caso particular del consumo del potasio, el análisis de intensidad de uso según PIB per cápita no es análogo al de otros *commodities* minerales asociados a metales utilizados en varias aplicaciones vinculadas al nivel de desarrollo de un país. Éste es el caso de *commodities* como el cobre, acero y otros metales, los cuales están presentes a lo largo del desarrollo de un país o región con niveles de intensidad de uso diferentes dependiendo del nivel de desarrollo de éste (emergente, industrialización, maduro o postindustrial). Dado que la mayor componente de demanda del potasio es la demanda del mineral para fines agrícolas (y asociado a esto, alimentación), la evolución de la intensidad de uso en un país o región no es necesariamente igual al de los metales ya referenciados – los cuales están más asociados a construcción y manufactura.

Así, enfocando el análisis en el consumo de alimentos, del cual gran parte del consumo de potasio deriva (principalmente por el uso de fertilizantes), es posible observar un patrón de comportamiento del consumo de alimentos según el nivel de desarrollo del país.

Figura 7.03: Consumo de alimentación per cápita según PIB per cápita (por país)



Así, es posible determinar que a medida que el ingreso per cápita aumenta en los países en vías de desarrollo, su consumo calórico también aumenta rápidamente. No obstante, con el tiempo, el crecimiento en el consumo calórico no sigue el ritmo de crecimiento de los ingresos, y la proporción del ingreso gastado en alimentación baja.

Así, podemos afirmar que cambios en el ingreso generan cambios en la dieta. A medida que aumentan los ingresos, las personas se alejan de los alimentos básicos – como los cereales – en favor de productos de mayor valor como la carne, aceites y productos lácteos. Por ejemplo, según la Organización de Agricultura y Alimentación de las Naciones Unidas (FAO), en el periodo 1990-2007 los ingresos en Asia Oriental aumentaron en un 6,0% anual. Durante este tiempo el consumo de carne, pescado, huevos y productos lácteos aumentaron en una tasa de 4,6% anual, mientras que el consumo de cereales cayó. En particular, el cambio en favor del consumo de carne requiere de

mayores niveles de producción agrícola y el uso de recursos (dado que la alimentación para animales requiere de importantes cantidades de grano).

7.2.3 Evolución histórica de la demanda

La demanda de KCl mostró un importante punto de inflexión en el periodo 2008-2009, donde se registró una baja de 43% (crisis financiera global) para luego repuntar en un 87% durante el año 2010. El año 2011 se reportó un récord de demanda, superando marginalmente la demanda registrada el año 2007. Las cifras preliminares del año 2012 indican que hubo una baja – llegando a 50,8 millones de toneladas de consumo.

A pesar de la positiva tendencia durante el período 2010-2011, el año 2012 fue decepcionante, con bajas importantes en algunas regiones. Las principales razones para la baja estimada de 7,6% son:

- Las severas condiciones de sequía en América del Norte durante la primera mitad del año 2012 que redujeron el consumo;
- Altos inventarios en la región Sudeste Asiático arrastrados desde el año 2011;
- Resistencia en Brasil a los esfuerzos de los proveedores a incrementar los precios a niveles de US$550-US$560 por tonelada durante el primer trimestre de 2012;
- India y China no contrataron nuevas entregas luego de las completadas en el tercer trimestre de 2102; y
- Los compradores *spot* estaban reacios a aceptar importantes volúmenes ante la ausencia de un precio *benchmark* de China.

El primer trimestre de 2012 fue especialmente débil, con una demanda total de 11,5 millones de toneladas. Hubo una mejora sustancial durante el periodo de Abril a Septiembre del mismo año, sin embargo la ausencia de India y China como mercados importadores produjo una baja hacia finales del año.

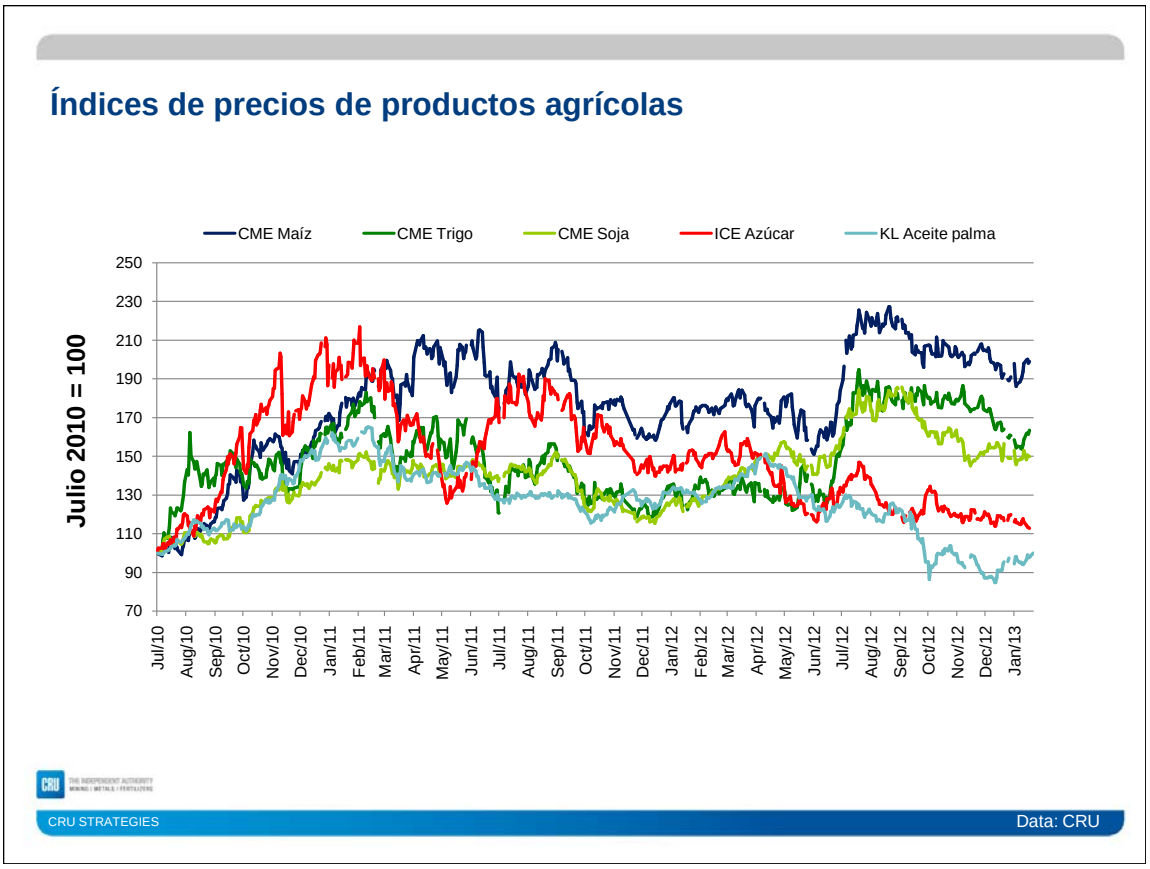
Tabla 7.01: Entregas de KCl por región, 2005-2012 (‘000 toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
Europa	9.753	9.700	10.299	10.095	5.140	9.857	9.618	9.991	0,3%
China	11.309	9.567	12.330	7.353	4.502	9.049	10.349	10.660	-0,8%
India	4.994	3.446	3.874	6.010	5.444	6.238	4.369	3.175	-6,3%
Asia ex. India, China	6.463	6.717	6.996	7.604	3.418	8.312	10.146	7.861	2,8%
América del Norte	10.120	9.208	10.342	9.485	4.147	9.829	9.446	8.575	-2,3%
América del Sur	7.397	7.856	9.611	8.106	5.475	9.224	10.082	9.619	3,8%
Resto del Mundo	1.104	1.106	997	1.153	437	1.088	1.056	982	-1,7%
Total	**51.140**	**47.599**	**54.448**	**49.806**	**28.563**	**53.597**	**55.066**	**50.863**	
% cambio anual		*-6,9%*	*14,4%*	*-8,5%*	*-42,7%*	*87,6%*	*2,7%*	*-7,6%*	

Data: CRU

La temporada 2011/2012 se caracterizó por los fuertes precios de los productos agrícolas, principalmente para los cereales, lo que provocó expectativas de una gran respuesta de la oferta. Luego, la temporada 2012/2013 marcó un récord. El aceite de palma fue la notable excepción a la regla con los precios en una clara tendencia a la baja desde el segundo trimestre de 2012 al cuarto trimestre de 2012. La gran producción junto con una desaceleración de la demanda provocó que la acumulación de existencias de aceite de palma llegara a niveles récord en el principal productor, Malasia, causando una caída en los precios a su nivel más bajo desde 2009.

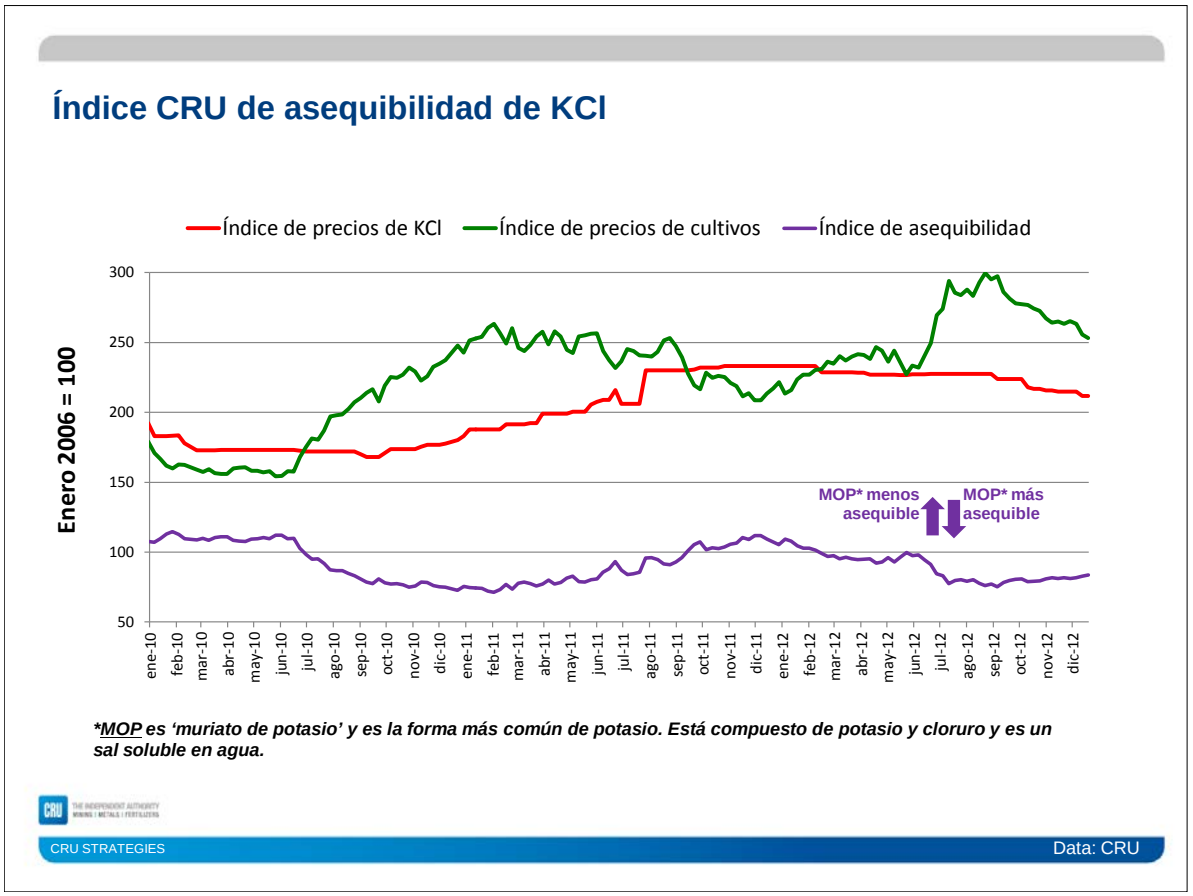
Figura 7.04: Índices de precios de productos agrícolas



Durante el tercer y cuarto trimestre de 2012 los movimientos de precios para el K_2O se han mantenido relativamente estables a pesar de los fuertes fundamentos agrícolas existentes para el maíz y la soja y los cada vez más fuertes para el trigo. Aunque los precios del K_2O se han mantenido en un nivel superior en comparación con lo observado en 2012, la ampliación diferencial entre los dos índices de precios incrementó la capacidad de pago de la compra de este fertilizante.

A pesar de ello, la demanda de fertilizantes de los principales consumidores durante el otoño (hemisferio norte) de 2012 se mantuvo moderada, lo que refleja la incertidumbre económica y la acumulación de inventarios considerables. Como medio para mantener la asequibilidad, los precios del K_2O han disminuido en consonancia con los menores precios de los cultivos. CRU cree que una mayor superficies de cultivos tanto plantada (cultivos de invierno) como planificada (cultivos de primavera) significarán una mayor demanda por fertilizantes K_2O por parte de los agricultores en 2013.

Figura 7.05: Índice CRU de asequibilidad de KCl



7.2.3.1 Asia

Asia es la región más importante a nivel mundial, ya que representó el 45% de la demanda de KCl en el año 2005 y el 43% en el año 2012. Esto gracias a la gran variedad de productos agrícolas que se cultivan en las aéreas Sur y Sureste del país. Una larga proporción de plantaciones intensivas en K_2O son cultivadas en esas regiones, donde se ubica el 55% de las frutas y vegetales mundiales y el 66% de las plantaciones de aceite de palma. Además, esta región posee una porción importante de cultivos oleaginosos (soja y raps), arroz y maíz.

Su demanda había crecido a una tasa compuesta anual de crecimiento (TCAC) de 1,5% durante el periodo 2005-2011, sin embargo, al igual que la demanda mundial, el año 2012 anotó una baja considerable (-12,7%), lo que significó que volviera a niveles mostrados en el periodo 2006-2007. Cabe notar que China es notoriamente el país más relevante en esta región en cuanto a demanda, representando casi el 50% del consumo asiático del año 2012 – y a su vez, es además el país más importante en términos de demanda a nivel mundial, con una participación del 21% para 2012.

El cultivo del aceite de palma se ha incrementado significativamente durante las últimas dos décadas, con Malasia e Indonesia como representantes de los principales productores y exportadores. Así es como la demanda de K_2O ha experimentado un rápido aumento. CRU estima que el consumo de nutrientes de K_2O aumentó en más de 1,2 millones de toneladas para ambos países desde el año 2000, llegando a un total combinado de 4,2 millones de toneladas en 2010. Mientras preocupaciones ambientales causarán que la expansión del área plantada de aceite de palma, en Indonesia y Malasia, se desacelere en el mediano plazo, la expansión de la industria va a seguir siendo un motor de crecimiento del consumo de KCl. Sin embargo, la reciente caída en los precios del aceite de palma moderará el crecimiento de la demanda. Esto no es sólo debido a que márgenes más ajustados causarán que los productores moderen la aplicación de fertilizantes, sino que también puede ser visto como un oportunidad de reemplazar los árboles más viejos por nuevas plantaciones más jóvenes que requieren menor fertilización (los árboles de aceite de palma requieren 3 años para convertirse en productivos y 10 años para alcanzar la madurez).

Otros países asiáticos también están exhibiendo un rápido crecimiento de la demanda y se están convirtiendo cada vez más en significativos consumidores de KCl. Bangladesh, Tailandia y Vietnam son los principales productores de arroz, siendo estos últimos dos también los principales exportadores de este producto a otros países de Asia.

India y China son los principales factores que impulsan el consumo mundial de K_2O, los que representan un tercio del uso global de K_2O. Ambos países cultivan una gran variedad de productos agrícolas, con China representando el 30% del área total mundial de cultivo de frutas y hortalizas. Debido a su creciente población, aumentos del PIB y cambios en las dietas, India y China son vistos como el motor de crecimiento futuro de la demanda de productos agrícolas.

Tabla 7.02: Entregas de KCl en Asia, 2005-2012 ('000 toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
China	11.309	9.567	12.330	7.353	4.502	9.049	10.349	10.660	-0,8%
India	4.994	3.446	3.874	6.010	5.444	6.238	4.369	3.175	-6,3%
Indonesia	1.050	1.323	1.441	1.881	808	2.371	3.170	2.475	13,0%
Malasia	1.354	1.590	1.484	1.734	702	1.823	2.046	1.275	-0,9%
Otros	4.059	3.804	4.071	3.989	1.908	4.118	4.930	4.111	0,2%
Total	**22.766**	**19.730**	**23.200**	**20.967**	**13.365**	**23.599**	**24.864**	**21.696**	1,5%
% cambio anual		*-13,3%*	*17,6%*	*-9,6%*	*-36,3%*	*76,6%*	*5,4%*	*-12,7%*	

Data: CRU

Figura 7.06: Las áreas cultivadas de China

Las áreas cultivadas de China

(datos del Ministerio de Ordenación Territorial y Recursos de China (2008))

Región	Tierra cultivada (área total) (1.000 hectaréas)	%
Heilongjiang	11.830	10
Henan	7.926	7
Shandong	7.515	6
Mongolia Interior	7.147	6
Hebei	6.317	5
Yunnan	6.072	5
Sichuan	5.947	5
Anhui	5.730	5
Jilin	5.535	5
Jiangsu	4.764	4
Hubei	4.664	4
Gansu	4.659	4
Guizhou	4.485	4
Guangxi	4.218	3
Xinjiang	4.125	3
Liaoning	4.085	3
Shanxi	4.056	3
Shaanxi	4.050	3
Otros	18.590	15
Total	**121.716**	**100**



CRU STRATEGIES

Fuente: CRU Analysis

7.2.3.2 Europa

En 2012, mayores pérdidas de lo esperado en invierno provocaron que se redujeran las hectáreas cosechadas de cereal y de oleaginosas en varias de las regiones europeas. Esto, a pesar de un aumento de la superficie sembrada de cultivos en comparación con 2011. Mientras que algunos de los campos dañados se volvieron a sembrar con cultivos de primavera, CRU estima que la superficie cosechada global de la Unión Europea se redujo en 2,4 millones de hectáreas – llegando a 87,6 millones de hectáreas. El área estimada es también muy similar a la de los últimos diez años. Aunque se ha producido algún cambio entre los cultivos durante ese tiempo (por ejemplo, el raps ha aumentado en importancia, mientras que los cereales secundarios han caído), el área global de cultivos se ha mantenido en alrededor de 90 millones de hectáreas. Los productores han plantado una superficie similar de cereales de invierno en el otoño de 2012 en comparación con el año anterior para la cosecha de 2013. La situación de los cultivos y del clima han sido favorables hasta ahora. Esto y la esperada buena ganancia hacen proyectar un buen soporte para la demanda de fertilizantes de potasio en la primavera.

Europa Occidental y Central experimentaron un ligero descenso en las entregas de KCl en 2012, pero mucho menos que los afectados por la sequía en EE.UU. La región representó el 12% de todas las ventas de KCl, pero se prevé que caerá a menos del 10% a medida que las economías en desarrollo continúen expandiendo su participación de mercado.

Por otro lado, cuatro países de esta región, dados por Rusia, Bielorrusia, Francia y Bélgica, representaron más del 55% de las entregas de KCl durante el año 2012, siendo claramente los más relevantes tanto en consumo total como en crecimiento absoluto.

El año 2012 no fue un buen año para la producción de grano en la ex-Unión Soviética. Las sequías y las pérdidas invernales provocaron que la producción total de cereales en los principales productores de la región – Rusia, Ucrania y Kazajistán – cayeran a 126,8 millones de toneladas, lo que significó una reducción del 26% en comparación con la temporada anterior. Esto ha causado una respuesta positiva desde el punto de vista de la oferta y se espera que las plantaciones de trigo estén al mismo nivel con respecto al año 2012, lo que significaría fuertes alzas en la producción en el caso que las condiciones de crecimiento vuelvan a la normalidad. Se espera que las plantaciones de maíz en Ucrania lleguen a niveles récord en la primavera de 2013. CRU prevé un modesto aumento en la demanda de K_2O para el año 2013 de 50.000 toneladas a alrededor de 1,5 millones de toneladas para el total de la ex-Unión Soviética.

Tabla 7.03: Entregas de KCl en Europa y la ex-Unión Soviética, 2005-2012 ('000 toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
Rusia	1.237	1.499	1.507	1.467	1.576	1.719	1.880	2.120	8,0%
Bielorusia	1.098	1.033	1.017	1.728	1.212	1.755	1.333	1.650	6,0%
Belgica	1.191	1.153	1.133	1.169	449	1.111	1.044	920	-3,6%
Francia	1.526	1.313	1.411	1.152	278	970	997	877	-7,6%
Otros	4.701	4.702	5.231	4.580	1.625	4.303	4.364	4.424	-0,9%
Total	**9.753**	**9.700**	**10.299**	**10.095**	**5.140**	**9.857**	**9.618**	**9.991**	-0,2%
% cambio anual		*-0,5%*	*6,2%*	*-2,0%*	*-49,1%*	*91,8%*	*-2,4%*	*3,9%*	

Data: CRU

7.2.3.3 Las Américas y el Caribe

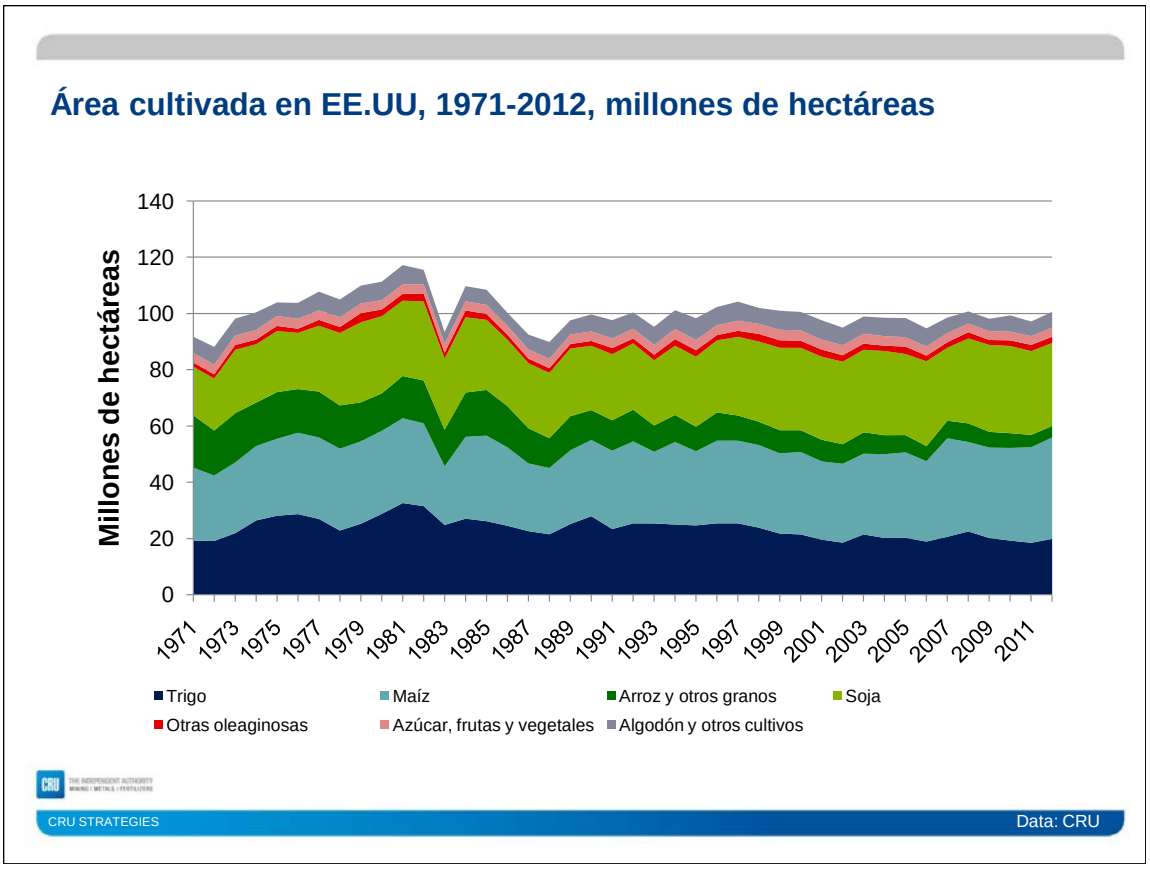
Estados Unidos y Brasil son los países más relevantes de esta región, y aún cuando en ambos casos las entregas de KCl han disminuido, cada uno de los países representó en 2012 un 43% de la demanda total de la región, ubicándose en segundo y tercer lugar de consumo a nivel mundial para dicho año.

Al igual que en las otras regiones analizadas con anterioridad, el año 2009 mostró ser un año muy complicado para el mercado regional. En el caso de esta región, las entregas de KCl bajaron en un 45% con respecto al año 2008, llegando a niveles de 9,6 millones de toneladas. Luego vino un repunte importante – pero todavía sin superar los valores alcanzados el año 2007.

EE.UU. experimentó la peor sequía desde la década de 1950, lo que afectó a cerca del 80% de su área agrícola. Dada la gran área plantada de maíz, se esperaba una recuperación de los niveles de inventarios, sin embargo la oferta de maíz y soja se ha mantenido ajustada. Los efectos de la sequía en EE.UU. apoyaron firmemente los precios de los productos agrícolas en los mercados internacionales dado que EE.UU. es un importante productor, consumidor y también un importante exportador de maíz, soja y trigo. Esto ha mejorado principalmente los sustentos económicos para el maíz y la soja. El trigo también fue comercializado a altos niveles, debido principalmente a la ajustada oferta proveniente de la región del Mar Negro.

En EE.UU. se espera que las plantaciones para el año 2013 superen a las del año 2012 (que eran las mayores en 75 años). Las estimaciones actuales de las plantaciones de maíz varían entre 39,3 a 39,5 millones de hectáreas, en comparación con las 39,2 millones hectáreas registradas el año 2012. Han existido ciertas indicaciones en la industria que, debido a la baja en los cultivos experimentada en el año 2012, una mayor proporción de plantas habrían sido removidas y que el potasio residual causaría una baja en el potasio requerido para las nuevas plantaciones del año 2013. Sin embargo, los años de sequía históricos sugieren que existe poca evidencia que soporte este argumento. CRU también cree que los precios favorables actuales (debidos a la ajustada oferta de maíz) empujarán a los agricultores a tratar de lograr un alto rendimiento, además de grandes áreas plantadas. Por esta razón, CRU ve que la demanda de nutrientes de K_2O en EE.UU. aumentará en 2013.

Figura 7.07: Área cultivada en EE.UU., 1971-2012



Con respecto a Brasil, su área de cultivo ha aumentado en aproximadamente un 34% desde el año 2000, llegando a 62 millones de hectáreas. El aumento ha sido dominado por el aumento en la superficie de cultivo de soja de 14 millones de hectáreas en el año 2000 a un estimado de 23 millones de hectáreas en 2011. Las plantaciones de caña de azúcar también han crecido durante ese período, llegando a 9 millones de hectáreas (50% de crecimiento), como consecuencia de la fuerte demanda interna de etanol (producido a partir de caña de azúcar), así como por el creciente dominio de Brasil en el mercado de exportación de azúcar. El área correspondiente al maíz también ha visto un aumento considerable, empujado principalmente por un sector ganadero en franca expansión que ha necesitado de mayores volúmenes de maíz y de soja como ingredientes de alimentos para animales.

Sin embargo, la producción de los principales cultivos aumentó en casi un 80% durante ese período, lo que indica un rápido aumento de la productividad. La última década ha sido testigo de la intensificación de la tecnología, el uso de variedades mejoradas de cultivos y una mayor aplicación

de fertilizantes en Brasil. CRU prevé que el consumo total de fertilizantes de K_2O en 2013 llegue a 5,1 millones de toneladas, un aumento de 0,3 millones de toneladas con respecto a 2012. Esto significa un fuerte crecimiento interanual en comparación con 2012, cuando la sequía redujo la aplicación de fertilizantes. Las malas cosechas durante la primera mitad 2012 soportaron los precios de los cultivos y los agricultores brasileños han plantado un área considerada como pico para 2013, en particular para la soja.

Figura 7.08: Área cultivada en Brasil, 1961-2012

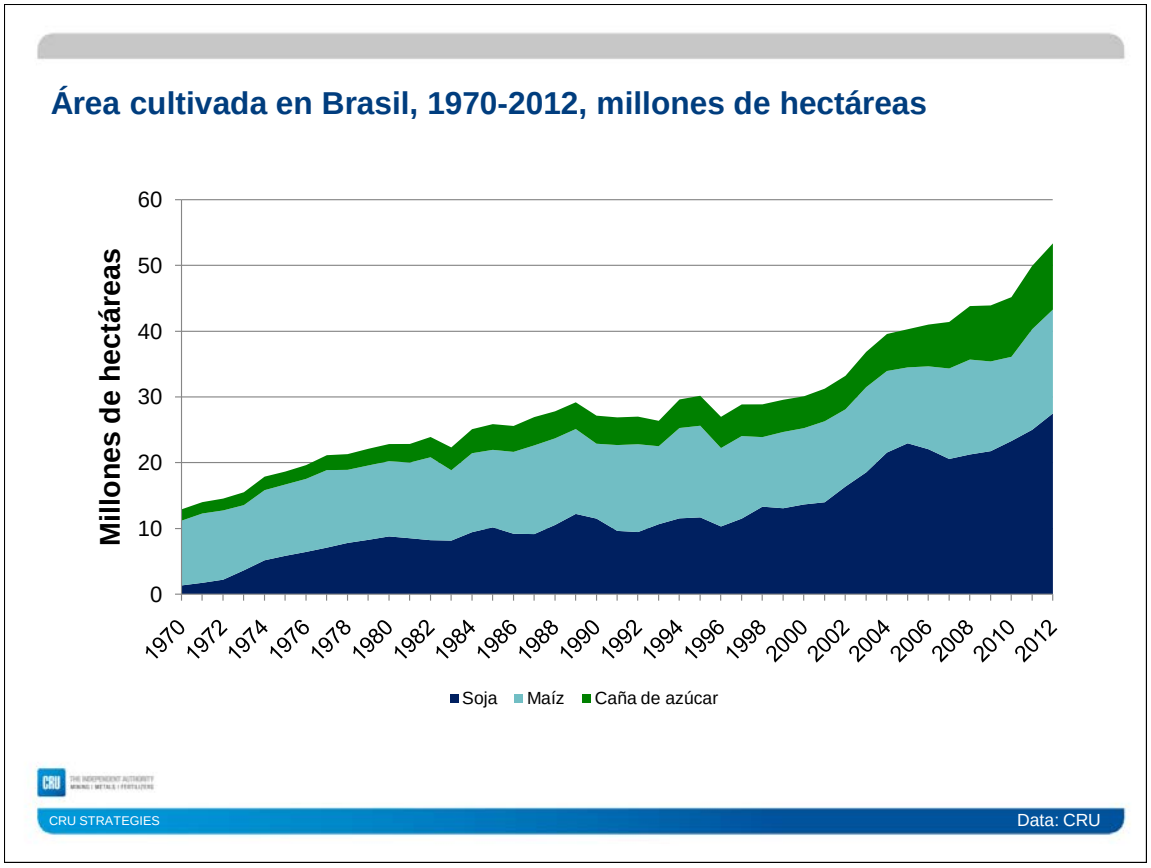


Tabla 7.04: Entregas de KCl en América, 2005-2012 ('000 toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
America del Norte									
Canada	800	579	708	616	270	437	560	490	-6,8%
Mexico	202	204	269	293	99	254	239	235	2,2%
EE.UU.	9.118	8.425	9.364	8.576	3.778	9.138	8.647	7.850	-2,1%
Subtotal	**10.120**	**9.208**	**10.342**	**9.485**	**4.147**	**9.829**	**9.446**	**8.575**	**-2,3%**
America Central y Sur									
Brasil	5.587	6.129	7.705	6.415	4.446	7.512	8.063	7.850	5,0%
Chile	739	620	626	465	380	460	620	580	-3,4%
Colombia	404	378	388	329	228	369	474	415	0,4%
Otros	62	67	48	69	32	109	113	125	10,5%
Subtotal	**6.792**	**7.194**	**8.767**	**7.277**	**5.086**	**8.450**	**9.270**	**8.970**	**4,1%**
Total	**16.912**	**16.402**	**19.108**	**16.762**	**9.233**	**18.279**	**18.716**	**17.545**	1,7%
% cambio anual		*-3,0%*	*16,5%*	*-12,3%*	*-44,9%*	*98,0%*	*2,4%*	*-6,3%*	

Data: CRU

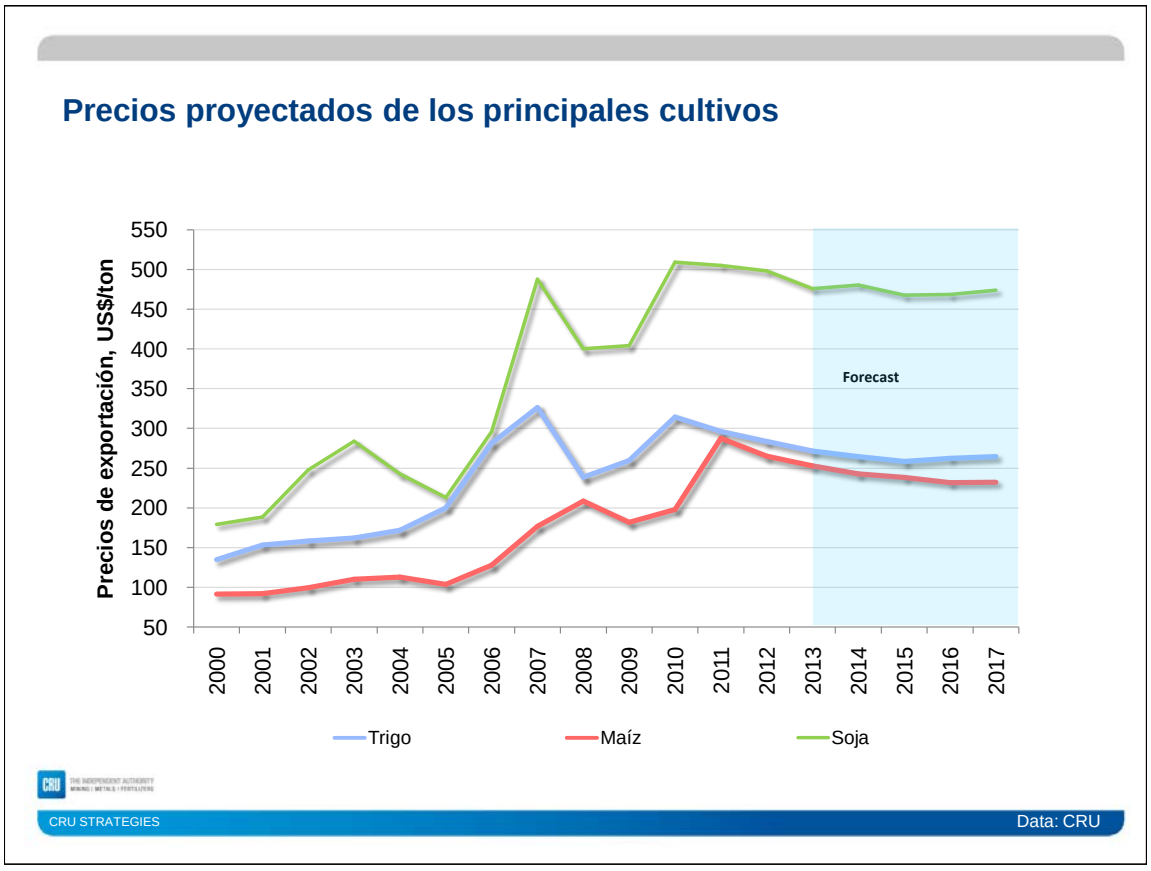
7.2.4 Evolución pronosticada de la demanda en el corto plazo

Un factor relevante en el pronóstico de demanda son los precios de los cultivos, puesto que si éstos son altos, consecuentemente los agricultores tendrán un incentivo a aumentar la producción para la siguiente temporada y, por ende, a consumir mayor cantidad de fertilizantes. Naturalmente, al consumir mayor volumen de fertilizantes, se verá un aumento en el consumo de potasio y sus derivados. En este sentido, las proyecciones de precios de los cultivos de CRU son promedios ponderados de las proyecciones de la industria. Por lo tanto, representan efectivamente el consenso del mercado en cuanto a las expectativas de precios.

Nuestras proyecciones muestran que los valores de los cultivos caerían en 2013 dado que los agricultores tomarían la subida de los precios como una señal para aumentar la producción. Así, se espera una respuesta anticipada de la oferta para ver los precios por debajo de sus máximos recientes; como respuesta, se espera que tanto los mercados de maíz y trigo se mantengan planos o ligeramente decrecientes en el mediano plazo. Sin embargo, la necesidad de reponer las existencias en medio de la creciente demanda apoyará los precios muy por encima de los niveles observados en la primera mitad de la década del 2000. CRU proyecta un mayor sesgo al alza que a la baja en los precios de los cultivos. Un balance de oferta y demanda más ajustado hará que los mercados estén más vulnerables a interrupciones producto de eventos climáticos. En el mediano plazo, CRU proyecta que existirá una situación ajustada en el balance de oferta y demanda de cultivos, lo que será seguido por un aumento en la demanda por alimentos. CRU no proyecta un retorno a la

situación de superávit vivida durante el periodo 1980-1990, por lo tanto el énfasis deberá estar puesto en producir suficientes suministros para alimentar a una población creciente.

Figura 7.09: Proyecciones de precios de cultivos



Estimamos que el área global de cultivos aumentará en 63,6 millones de hectáreas hacia 2017 en comparación con 2012, lo que indica un TCAC de 1%. CRU prevé que las mayores expansiones ocurrirán en los países de Asia (hasta 24 millones de hectáreas) y América del Sur (hasta 12 millones de hectáreas). El incremento más importante está previsto para la soja y el aceite de palma, a una tasa compuesta anual para el periodo 2012-2017 de 2,9% (17 millones de hectáreas) y de 3,4% (3 millones de hectáreas), respectivamente – lo que refleja un aumento continuo de la demanda mundial por aceites vegetales.

Aunque se pronostica que la superficie de maíz muestre una tasa de crecimiento anual de sólo 1,3% durante el mismo período, en términos absolutos este incremento supondría un extra de 12 millones de hectáreas de este cultivo para 2017. Esto elevaría la demanda de K_2O para la producción de maíz

en 0,5 millones de toneladas a 4,4 millones de toneladas en 2017 – lo que representa una TCAC de 2,7%.

La producción de soja requiere una fertilización similar de K_2O a la de maíz, con una cuota de uso global del 12%. Aunque ha habido pocos cambios en el área de plantación de soja en EE.UU. para el año 2012, ésta sigue siendo un importante cultivo en otros países de América y también se cultiva en muchas otras regiones en el mundo, representando alrededor del 9% de la superficie cultivada mundial. La firmeza de los precios del año pasado en medio de la escasa oferta impulsaron las plantaciones de soja en América del Sur, lo que debería ser el precursor de una recuperación de la producción en Argentina y Brasil (para la temporada 2012/2013). Se espera que la fuerte demanda de productos de soja cause la expansión del área plantada para el periodo 2012-2017 a una TCAC de 2,9%, añadiendo otros 17 millones de hectáreas. Por tanto, el requerimiento mundial de K_2O producto de la soja se prevé que aumente en más de 1 millón de toneladas a 4,9 millones para el periodo 2012-2017.

Mientras que el área plantada de trigo aumentará sólo marginalmente en el mediano plazo, la superficie de arroz se prevé que crecerá en casi 4 millones de hectáreas en el mediano plazo, sobre todo en las regiones del Sur y Sudeste de Asia. Más y más cantidades de este alimento básico se requerirán en un futuro próximo, aumentando la demanda de K_2O hasta 5,5 millones de toneladas para el año 2017 (lo que representa un TCAC de 2,96%) – donde el arroz representa el 14% del uso mundial de K_2O hoy en día. Esto podría cambiar en el futuro, ya que la tasa media de aplicación K_2O en muchas regiones de los principales productores de Asia sigue siendo baja.

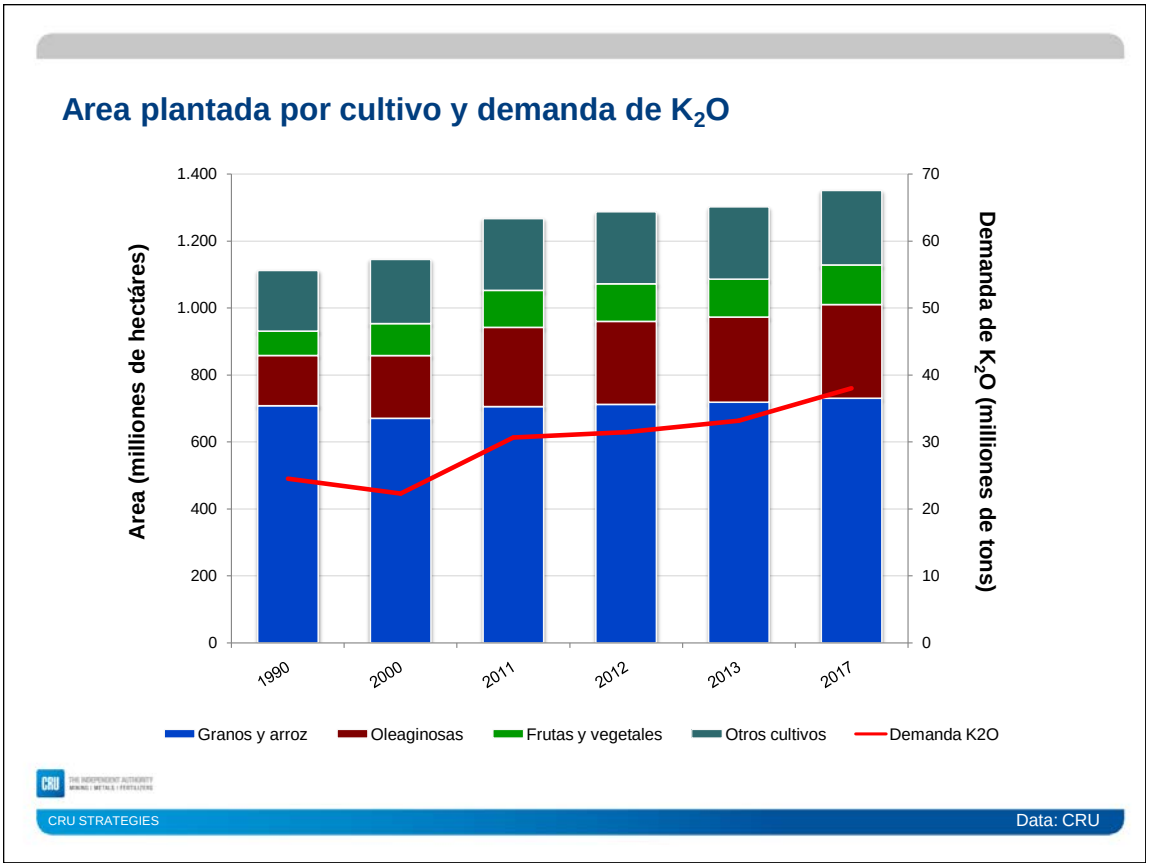
También se espera un aumento de la demanda que dará lugar a una mayor área sembrada de frutas y verduras, un gran consumidor de fertilizantes de K_2O. No obstante, los datos de producción, áreas plantadas y tasas de aplicación de fertilizantes son difíciles de obtener debido a los variados cultivos que se incluyen en esta categoría. Sin embargo, CRU estima que las frutas y verduras ocuparon un área de 112,2 millones de hectáreas en 2012, aproximadamente 8,7% de la superficie total de la cosecha mundial, y que representa un aumento del 13% a lo largo de la última década. El aumento de los ingresos, especialmente en los países asiáticos, ha aumentado la demanda por alimentos de mejor calidad durante todas las estaciones del año en esta región. Por lo tanto, Asia está liderando el crecimiento mundial, tanto en consumo como en producción, de las frutas y verduras, con China e India como los principales consumidores y productores mundiales. CRU proyecta que la superficie mundial plantada de frutas y verduras continuará aumentando, sumando 6 millones de hectáreas

hacia el año 2017. CRU estima que las frutas y verduras fueron responsables del 16,6% del consumo de K_2O en 2012, porción que podría aumentar a18% (6,8 millones de toneladas) en 2017.

Por su parte, las plantaciones de aceite de palma ocuparon un poco más del 1.2% de la superficie mundial de cultivos en 2012, sin embargo requirieron el 6% de los fertilizantes de K_2O. El aceite de palma se cultiva principalmente en el Sudeste Asiático, siendo Indonesia y Malasia los productores principales. La producción de aceite de palma se ha duplicado durante la última década en respuesta al creciente consumo. El aceite de palma es un aceite muy versátil que se utiliza para el consumo humano e industrial (como cosméticos y biodiesel). El mayor crecimiento en el consumo ha ocurrido en Asia, donde el aumento de los ingresos ha llevado a un cambio en los hábitos alimentarios. El aumento de la población en esa parte del mundo está indicando la necesidad de un mayor crecimiento del aceite de palma en el futuro. El consumo de fertilizantes de K_2O producto del aceite de palma ha aumentando en 0,5 millones de toneladas durante la última década (2002-2012). Aun cuando se estima que el consumo de K_2O para el aceite de palma continúe aumentando, la drástica caída en los precios, desde el verano de 2012, ha causado una reducción importante en los márgenes. Esto tendrá un claro impacto en las decisiones para 2013 y disminuirá la demanda de K_2O para este cultivo. Por otro lado, también puede acelerar las decisiones de los agricultores de rejuvenecer viejas plantaciones antes de lo proyectado, lo que puede tener un impacto a más largo plazo. En este sentido, las plantas más jóvenes requieren menos fertilización que las plantas maduras.

CRU proyecta que la demanda mundial de nutrientes de K_2O aumentará en un 3,9% por año durante el período 2012-2017, llegando a una demanda total de 38 millones de toneladas.

Figura 7.10: Proyecciones de áreas plantadas por cultivo, 1990-2017



7.2.4.1 Asia

Los países asiáticos representan casi el 50% del consumo total mundial K_2O, gracias a la variedad de cultivos en las zonas de Asia del Sur, el Sudeste Asiático y Asia Oriental. Una gran proporción de los cultivos intensivos en K_2O se cultivan en dichas regiones, donde en particular se encuentra el 55% del total mundial de frutas y hortalizas y el 66% del total global de áreas de cultivo de aceite de palma. Además, cantidades significativas de otras semillas oleaginosas (como soja y colza), arroz y maíz también se cultivan en dichas regiones.

En términos generales, India y China son vistos como el motor de crecimiento de la demanda de *commodities* agrícolas, en respuesta a su creciente población, crecimiento PIB y a su cambio en los hábitos alimentarios.

Por el lado de China, su potencial de expansión del área de cultivo es limitado debido a la creciente urbanización y la limitación de suelo apto para cultivo. China tiene sólo el 7% de los recursos mundiales de tierra, de los cuales sólo el 15% es cultivable. Sin embargo, CRU proyecta un ligero

incremento de la superficie cultivada total del país, aumentando en 4,9 millones de hectáreas a 173,8 millones durante el periodo 2012-2017. El incremento se apoya en el aumento de la demanda y la política del gobierno de mantener el 95% de autosuficiencia en granos (aunque es cuestionable si esto es, en la práctica, realizable).

En base a las políticas actuales, esta expansión sería principalmente para la producción de maíz intensivo en fertilizantes. El maíz hasta hoy representa sólo una pequeña fracción del consumo de K_2O de China, pero el aumento previsto en términos de área y una tendencia a la aplicación de fertilizantes compuestos de bajo K en lugar de fertilizantes de nitrógeno aumentará su importancia en el futuro. En este sentido, el mayor consumidor de fertilizantes de potasa sigue siendo el sector de las frutas y hortalizas. La desaceleración en la expansión de áreas asociadas a estos cultivos es probable que frene el crecimiento futuro de la demanda de potasa.

Se pronostica que el requerimiento de K_2O de China aumente en 1,3 millones de toneladas a 8,7 millones de toneladas en 2017 (con una TCAC de 3,8%). Sin embargo, a pesar del potencial nacional para mayor superficie, y por lo tanto un mayor uso de fertilizantes, la demanda de alimentos de China ejercerá presión sobre otras partes del mundo para producir más cultivos, de manera más eficiente. Esto requerirá un aumento del área global de cultivo y el uso de nutrientes, ya que se necesitarán más importaciones de maíz, soja y trigo por parte de China.

Tabla 7.05: Entregas de KCl en Asia, 2012-2017 ('000 toneladas)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
China	10.660	11.467	11.937	12.468	13.046	13.569	4,9%
India	3.175	4.606	6.098	6.669	7.292	7.951	20,2%
Indonesia	2.475	2.418	2.536	2.663	2.801	2.942	3,5%
Malasia	1.275	1.982	2.050	2.123	2.203	2.282	12,4%
Otros	4.111	4.345	4.456	4.566	4.662	4.759	3,0%
Total	**21.696**	**24.818**	**27.077**	**28.490**	**30.004**	**31.503**	**7,7%**
% cambio anual		*14,4%*	*9,1%*	*5,2%*	*5,3%*	*5,0%*	

Data: CRU

Así entonces, para 2017 se espera que China represente el 43% de las entregas totales de la región asiática, seguido de India con un 25% de éstas. India, por su parte, mostrará una tasa compuesta de crecimiento anual de 20,2% para el periodo 2012-2017, lo cual refleja el fuerte crecimiento en entregas de KCl que se esperan para este país. El continente completo mostrará una TCAC de 7,7% para el mismo periodo, lo cual refleja un importante crecimiento de demanda que supera

notoriamente los crecimientos esperados para otros continentes – especialmente a Europa, que mostrará un crecimiento de apenas 0,7% para el periodo.

7.2.4.2 Europa

Las entregas totales en Europa de KCl en 2012 se estiman en 6,0 millones de toneladas, y se prevé que aumente ligeramente a 6,2 millones de toneladas para 2017. Aunque Francia y Bélgica siguen siendo los mayores consumidores, el crecimiento de la demanda vendrá más desde la parte oriental del continente – de países como Polonia y Hungría.

Por el lado de la ex-Unión Soviética, se proyecta que su área total cosechada crezca en 6,6 millones de hectáreas entre 2012 y 2017 – hasta 120 millones de hectáreas. No obstante, esta área se mantiene por debajo de la superficie potencial apta para el cultivo si se tiene en cuenta el total de tierras cultivables antes del colapso de la Unión Soviética. Esto refleja el hecho de que los agricultores en Rusia, Ucrania y Kazajistán continuarán enfrentando desafíos en cuanto a la falta de medios económicos para adquirir insumos agrícolas, la falta de instalaciones adecuadas de almacenamiento, la mala infraestructura y un mayor riesgo climático (dado que clima continental implica duros inviernos y veranos calurosos).

Tabla 7.06: Entregas de KCl en Europa, 2012-2017 ('000 toneladas)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
Rusia	2.120	2.152	2.191	2.227	2.266	2.308	1,7%
Bielorusia	1.650	1.390	1.429	1.463	1.501	1.531	-1,5%
Belgica	920	949	951	953	955	957	0,8%
Francia	877	913	915	918	924	928	1,1%
Otros	4.424	4.544	4.556	4.585	4.626	4.647	1,0%
Total	**9.991**	**9.948**	**10.042**	**10.145**	**10.272**	**10.371**	**0,7%**
% cambio anual		*-0,4%*	*0,9%*	*1,0%*	*1,3%*	*1,0%*	

Data: CRU

Para esta región, se espera que Rusia mantenga su liderazgo en entregas de KCl para 2017, representando un 22% del total continental de entregas. Como se mencionó anteriormente, las entregas del continente mostrarán un crecimiento discreto, llegando apenas a un 0,7% de TCAC para el periodo 2012-2017.

7.2.4.3 Las Américas y el Caribe

Por el lado de EE.UU., las perspectivas a medio plazo para los cultivos del país indican un continuo crecimiento, con una superficie total de cultivos que se prevé que aumente en 3,0 millones de hectáreas a 104,1 millones de hectáreas. Si bien ha habido algunos indicios de que EE.UU. carece de tierra disponible para esta expansión, dicha previsión es inferior a la superficie de cultivo más alta registrada de todos los tiempos, la cual se situó en 110,0 millones de hectáreas cosechadas en 1984. Así, pronosticamos que el área cultivo de de maíz en EE.UU. aumente en otros 3 millones de hectáreas entre 2012 y 2017, y que la de soja aumente en 2 millones de hectáreas durante el mismo período. La expansión del área de cultivo de maíz y soja en EE.UU. se estima en detrimento de otros granos y algodón, mientras que, cada vez más, las áreas previamente bloqueadas por programas de conservación volverán a entrar en el ciclo de producción.

Como resultado, esperamos que la demanda de nutrientes de K_2O aumente a 5,0 millones de toneladas para 2017, a una tasa compuesta anual de crecimiento de 1,7%. Este importante aumento refleja la capacidad de los agricultores de EE.UU. para responder a la creciente demanda mundial de productos de maíz y soja. Según los pronósticos, las entregas de KCl subirán a niveles de 9.0-9.5 millones de toneladas al año, niveles que fueron vistos por última vez a mediados de la década de 2000.

Con respecto a las perspectivas de demanda de América del Sur, esta región en particular está muy bien equipada para una mayor expansión del sector agrícola. Esto se debe a la disponibilidad de suelo no urbanizable, en particular en Brasil, y al auge de granjas comerciales de gran escala debido al aumento de inversión proveniente de agronegocios multinacionales. Se espera que las perspectivas de aumento de la productividad y el aumento de la demanda de exportación de sus productos agrícolas hagan que Brasil consolide su posición como productor agrícola y exportador en el futuro.

Con esto, CRU prevé un mayor potencial para la expansión de la superficie agrícola de Brasil para el período 2012-2017. Esperamos un adicional de 5,6 millones de hectáreas de superficie de cultivo que se cosecharán en 2017, aumentando el área cultivable total en 5,5 millones de hectáreas a 76,3 millones de hectáreas. Se espera que la mitad de esto sean plantaciones de soja, aunque también se prevé que el maíz, la caña de azúcar y las frutas y verduras también aumenten durante dicho periodo. Con esto, se espera observar una TCAC del 5,6% para la demanda de K_2O en el periodo 2012-2017. Esto implicaría que Brasil requiera un extra de 1,5 millones de toneladas de K_2O,

elevando la demanda total de fertilizantes de K_2O a 6,3 millones de toneladas para 2017. Las entregas de KCl se estiman en 7,9 millones de toneladas en 2012, lo que similar al año anterior, pero se prevé que éstas aumenten a 8,7 millones de toneladas en 2013 y a 11,0 millones de toneladas en 2017.

Tabla 7.07: Entregas de KCl en América, 2012-2017 ('000 toneladas)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
America del Norte							
Canada	490	585	598	613	628	643	4,0%
Mexico	235	273	284	296	309	322	4,6%
EE.UU.	7.850	8.650	9.189	9.332	9.496	9.646	3,0%
Subtotal	**8.575**	**9.508**	**10.072**	**10.241**	**10.433**	**10.610**	**3,1%**
America Central y Sur							
Brasil	7.850	8.674	9.556	10.002	10.489	10.960	4,9%
Chile	580	668	708	747	754	760	3,9%
Colombia	415	389	393	397	403	407	-0,3%
Otros	774	901	917	934	954	974	3,3%
Subtotal	**9.619**	**10.632**	**11.573**	**12.081**	**12.599**	**13.101**	**4,5%**
Total	**18.194**	**20.140**	**21.645**	**22.322**	**23.033**	**23.712**	**3,9%**
% cambio anual		*10,7%*	*7,5%*	*3,1%*	*3,2%*	*2,9%*	

Data: CRU

Dentro del continente americano, es notorio el liderazgo en entregas de KCl que muestran EE.UU. y Brasil. En esta línea, se espera que ambos países para 2017 abarquen un 87% del total de entregas en América. En particular, se prevé que ambos países muestren tasas compuestas de crecimiento anual significativas entre 2012 y 2017 (de 3,0% y 4,9% para EE.UU. y Brasil, respectivamente), impulsando el TCAC total del continente a un 4,5% para el mismo periodo.

7.2.5 Evolución pronosticada de la demanda en el largo plazo

Para estimar la demanda de potasio en el largo plazo, se proyecta la evolución esperada de las entregas de KCl como una estimación al comportamiento futuro de la demanda de potasio. Estas entregas de KCl se separan en aquellas entregas destinadas a usos agrícolas y fertilizantes, y por el otro lado, en aquellas entregas destinadas a usos industriales.

Cada una de estas componentes dependerá de diferentes determinantes que definirán las estimaciones futuras de ambos volúmenes. Por el lado de los usos agrícolas y fertilizantes, las

estimaciones futuras estarán ligadas principalmente a la población de cada región y al correspondiente consumo de alimentos. Por el otro lado, las estimaciones futuras de entregas de KCl destinadas a usos industriales estarán ligadas fundamentalmente a los índices de producción industrial de cada región.

Así, las estimaciones de largo plazo tanto para el mundo entero como para las regiones más relevantes se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 7.08: Demanda pronosticada de KCl por área de uso final en el largo plazo, 2018 - 2032 (millones de toneladas)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Demanda KCl para Fertilizantes															
China	12,7	12,9	13,0	13,2	13,3	13,5	13,6	13,7	13,9	14,0	14,1	14,2	14,4	14,5	14,6
EE.UU. y Canadá	9,7	9,8	10,0	10,1	10,3	10,4	10,6	10,7	10,9	11,0	11,2	11,4	11,5	11,7	11,8
Brasil, Argentina y Chile	11,0	11,2	11,4	11,5	11,7	11,9	12,0	12,2	12,3	12,5	12,7	12,8	13,0	13,1	13,2
Resto del mundo	29,2	29,7	30,3	30,8	31,4	32,0	32,7	33,3	34,0	34,7	35,4	36,2	36,9	37,7	38,5
Total	**62,6**	**63,6**	**64,6**	**65,7**	**66,7**	**67,8**	**68,9**	**70,0**	**71,1**	**72,2**	**73,4**	**74,6**	**75,8**	**77,0**	**78,2**
% cambio anual		*1,6%*	*1,6%*	*1,6%*	*1,6%*	*1,6%*	*1,6%*	*1,6%*	*1,6%*	*1,6%*	*1,6%*	*1,6%*	*1,6%*	*1,6%*	*1,6%*
Demanda KCl para Uso Industrial															
China	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7
EE.UU. y Canadá	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Brasil, Argentina y Chile	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Resto del mundo	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,6	3,8	3,9	4,0	4,2
Total	**5,3**	**5,4**	**5,6**	**5,8**	**6,0**	**6,2**	**6,4**	**6,6**	**6,8**	**7,0**	**7,2**	**7,4**	**7,5**	**7,7**	**7,9**
% cambio anual		*3,6%*	*3,5%*	*3,3%*	*3,3%*	*3,3%*	*3,2%*	*3,2%*	*3,1%*	*2,6%*	*2,5%*	*2,5%*	*2,4%*	*2,3%*	*2,2%*
Total demanda KCl	**67,9**	**69,1**	**70,3**	**71,5**	**72,7**	**74,0**	**75,3**	**76,6**	**77,9**	**79,2**	**80,6**	**81,9**	**83,3**	**84,7**	**86,1**
% cambio anual		***1,8%***	***1,8%***	***1,7%***	***1,7%***	***1,7%***	***1,7%***	***1,7%***	***1,7%***	***1,7%***	***1,7%***	***1,7%***	***1,7%***	***1,7%***	***1,7%***

Data: CRU International

En términos generales, es posible notar que en el largo plazo se espera que las entregas de KCl sigan enfocándose primordialmente para usos agrícolas y fertilizantes, concentrando siempre más del 90% de las entregas totales de KCl. Asimismo, China se mantendrá como el mayor exponente consumidor de potasa en el largo plazo – tal cual lo ha venido haciendo en el último tiempo.

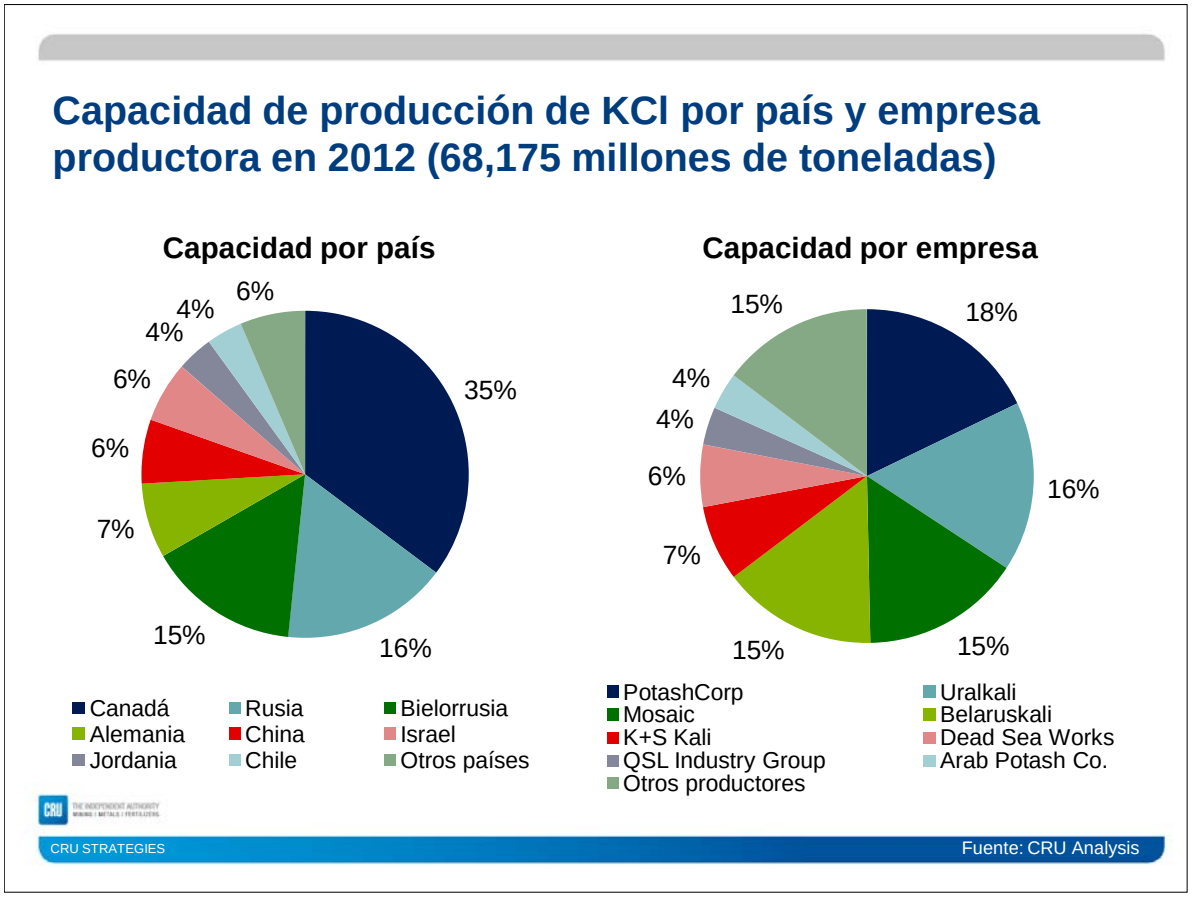
7.3 Dimensionamiento y caracterización de la oferta

7.3.1 Características generales

Si bien el potasio se ha utilizado desde la antigüedad en forma de sales, durante la mayor parte de la historia no se le diferenció de las sales de sodio ni mucho menos se le reconoció como un elemento en sí. Recién en 1807 se demostró que el sodio y el potasio formaban sales distintas y que de hecho eran elementos. Por mucho tiempo la potasa se utilizaba principalmente en la fabricación de vidrio, jabón y pólvora. En 1840 se descubrió que el potasio era un elemento necesario para las plantas y que la mayoría de los suelos no lo tenía, lo que generó un fuerte aumento en su demanda. La producción industrial de fertilizantes de potasio comenzó con el descubrimiento de depósitos minerales de cloruro de potasio explotables a gran escala en Alemania unos años después. Para fines del siglo XIX el uso de fertilizantes era mundialmente aceptado, cambiando drásticamente la industria agrícola.

Hasta principios del siglo XX, Alemania se mantuvo como el único país con minería de potasio. Esto fue cambiando lentamente durante los próximos años con la aparición de más depósitos, especialmente en Rusia, Bielorrusia y Canadá. Canadá es el país con mayor capacidad de producción de cloruro de potasio y cuenta con depósitos que se explotan desde principio de los años 60. Las empresas PotashCorp, Mosaic y Agrium manejas las minas del país. Rusia y Bielorrusia son el segundo y tercer país con mayor capacidad de producción. Los depósitos rusos en los Montes Urales se explotaban desde principio de los años 30 por las empresas Uralkali y Silvinit. Hoy en día están en manos de Uralkali luego de comprar a Silvinit en 2011. Los yacimientos de Bielorrusia son operados por la compañía local Belaruskali. Alemania es actualmente el cuarto país con mayor capacidad de producción, con la mayor parte de su producción a cargo de K+S Kali.

Figura 7.11: Capacidad de producción de KCl por país y empresa productora en 2012



7.3.2 Geología

El potasio es un elemento bastante abundante en la corteza terrestre, constituyendo alrededor del 2% de ésta en peso. En la naturaleza se encuentra disuelto en agua de mar (que es 0,04% potasio) y en forma de varios minerales, como la polihalita y la silvina. Los minerales de potasio se pueden encontrar en yacimientos sedimentarios evaporíticos. Estos yacimientos se formaron por la evaporación del agua de mar. Al evaporarse el agua, la concentración de sales aumenta hasta que se cristalizan y se depositan en el fondo marino según su solubilidad, quedando las sales de potasio por sobre las sales de sodio. La repetición de este proceso por millones de años dio como resultado yacimientos de grandes dimensiones de sal de sodio con mantos de minerales de potasio, que son explotados de forma masiva en la actualidad. Dada la naturaleza de la formación de los yacimientos evaporíticos, éstos se pueden encontrar en todo el mundo. Otra fuente a partir de la cual se puede obtener KCl son los salares naturales como el Mar Muerto.

Las mayores reservas conocidas se encuentran en Canadá y Rusia. En estos dos países las reservas ascienden a 7.700 millones de toneladas de K_2O equivalente, un 88% de las reservas mundiales. En cuanto a recursos, se estima que son de alrededor de 250 billones de toneladas de K_2O equivalente a nivel mundial. En el caso del KCl, éste suele tener entre un 60% y 62,5% de K_2O.

Tabla 7.09: Reservas de potasio ('000 toneladas de K_2O equivalente)

	Reservas de K2O equivalente	Porcentaje de reservas mundiales
Canadá	4.400.000	46%
Rusia	3.300.000	35%
Bielorrusia	750.000	8%
Brasil	300.000	3%
China	210.000	2%
Chile	150.000	2%
Alemania	140.000	1%
Estados Unidos	130.000	1%
Otros países	50.000	1%
Israel	40.000	0%
Jornadia	40.000	0%
Reino Unido	22.000	0%
España	20.000	0%
Total mundial	**9.552.000**	

Data: U.S. Geological Survey

7.3.3 Extracción y procesamiento

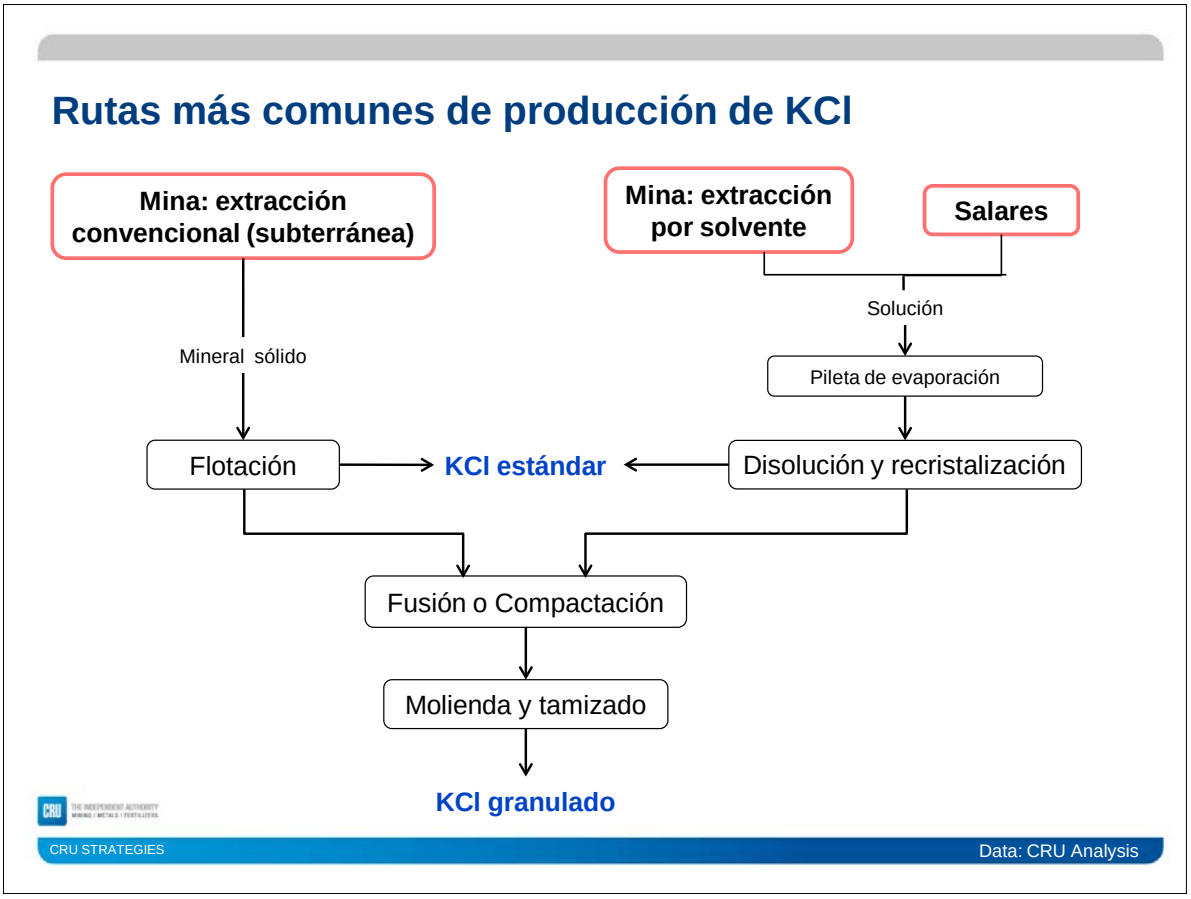
En los yacimientos evaporíticos descritos anteriormente se pueden encontrar mantos de sales de potasio a distintos niveles de profundidad, los que determinarán la forma en la que se lleva a cabo su extracción. La mayor parte de los yacimientos se explota a través de métodos convencionales de minería subterránea. También existe la posibilidad de llevar a cabo la explotación por disolución *in situ*, un método bastante nuevo que consiste en inyectar agua caliente para disolver las sales de potasio y luego bombear el material disuelto a la superficie, donde se almacena en piletas de evaporación.

La recuperación de KCl se hace generalmente a través de dos procesos: flotación o disolución del cloruro de potasio seguida una recristalización. El proceso de flotación es el método por excelencia. Se separa de forma mecánica el cloruro de potasio de otros minerales e impurezas, haciendo precipitar éstas e impulsando las partículas de KCl hacia la parte superior de la columna o celda de

flotación para ser recolectadas. Los químicos y reactores utilizados dependerán en gran medida del tipo de mineral de que se está tratando. El KCl obtenido a través de flotación suele ser de un color entre rojo y rosado debido a impurezas menores que pueda tener, aunque el color no tiene ningún efecto sobre la eficiencia del producto como fertilizante. En el caso de la disolución seguida por recristalización, ésta se basa en la diferencia de solubilidad a la misma temperatura entre el cloruro de potasio y el cloruro de sodio, por lo que se utiliza en material extraído a través de disolución *in-situ* o desde salares. Dado que el cloruro de potasio es más soluble, se vierte sobre el mineral una salmuera caliente que disuelve al cloruro de potasio pero no al cloruro de sodio. Luego la solución rica en cloruro de potasio se cristaliza para obtener KCl sólido. A diferencia del producto obtenido en la flotación, cuando se utiliza el proceso de disolución se obtiene un producto final color blanco. Como ya se mencionó, el color no tiene ningún efecto sobre la eficiencia del fertilizante en sí. Sin embargo, en el mercado asiático existe cierta preferencia por el potasio de color rojizo.

De los procesos anteriores se obtiene KCl en forma de material fino, el cual puede ser comercializado bajo el nombre de KCl estándar (*standard grade* en inglés). Éste material se puede tratar para obtener una granulometría mayor y vender el producto como KCl granulado (*granular grade*), el cual tiene una prima en precio por ser más procesado. El paso de material fino a material granulado se puede lograr a través de dos métodos: fusión y compactación. En la fusión el material fino es calentado para obtener un fundido que se solidifica por enfriamiento. Este fundido es molido y tamizado para obtener el diámetro deseado. La compactación, por su parte, es una técnica más nueva y es el método más empleado. El material fino es alimentado a dos rodillos compresores calientes, los que entregan láminas que son molidas y tamizadas. Para facilitar la compactación se puede agregar salmuera o agua al material antes de ingresar a los rodillos.

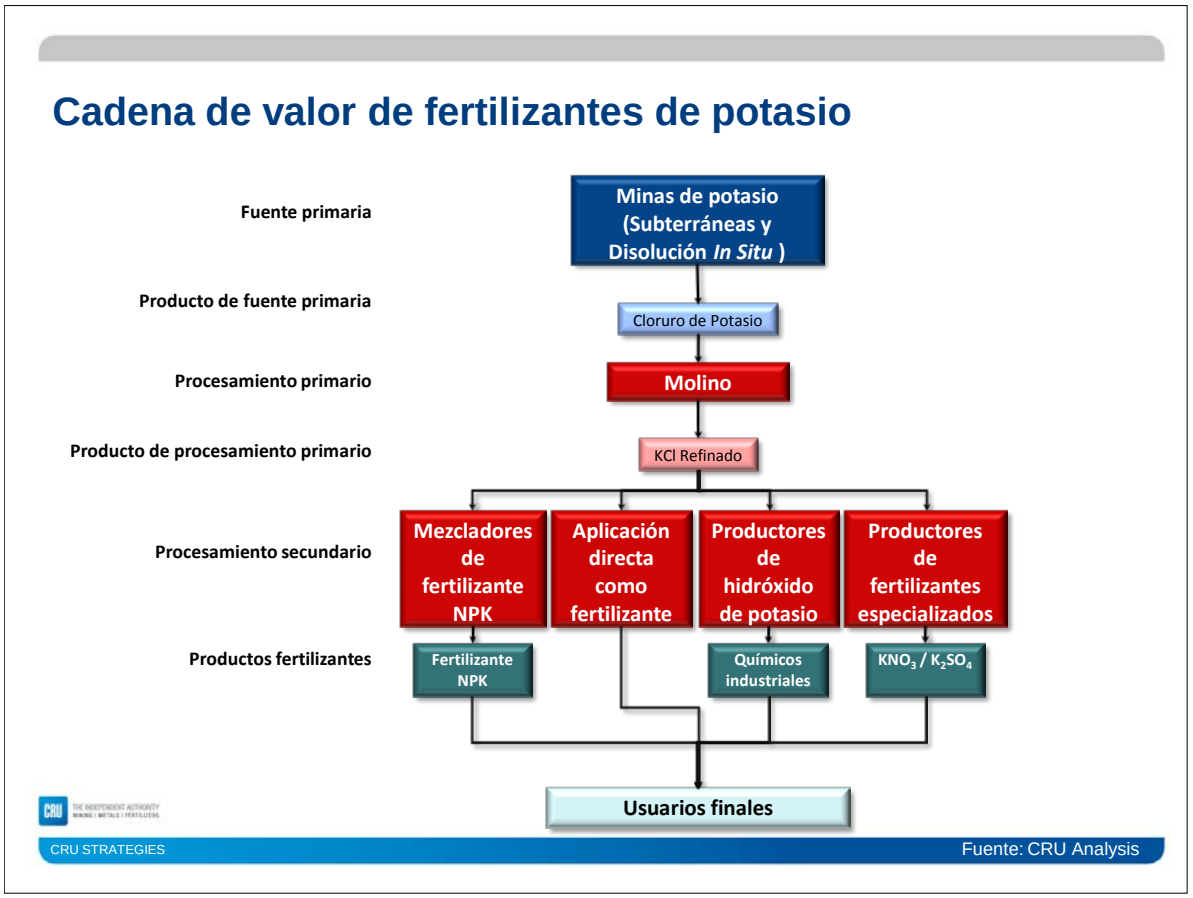
Figura 7.12: Rutas más comunes de producción de KCl



7.3.3.2 Cadena de valor

A continuación se muestra la cadena de valor de fertilizantes de potasio, específicamente el KCl por ser el más utilizado:

Figura 7.13: Cadena de valor de fertilizantes de potasio



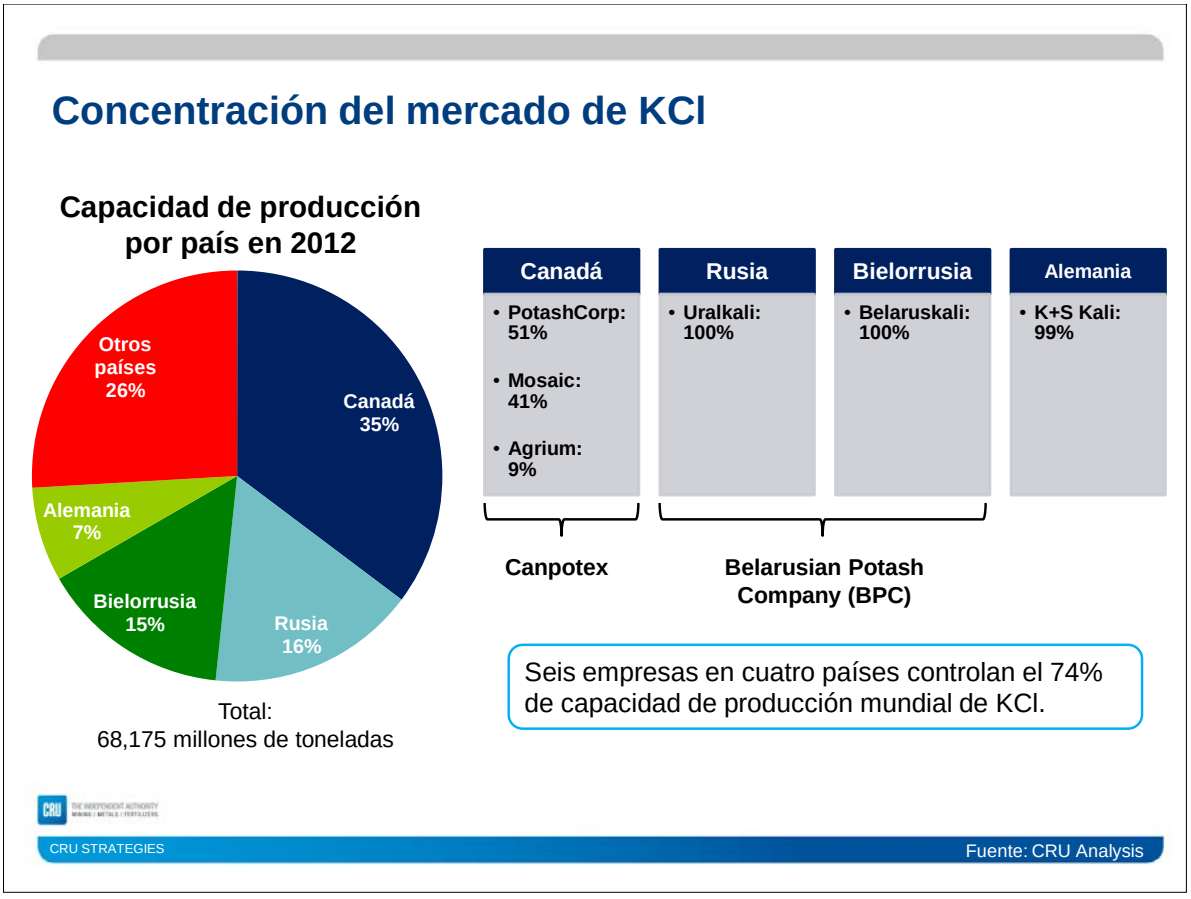
Al igual que en la industria de los fosfatos, existe una alta integración vertical entre los productores de KCl y las fábricas de fertilizantes. De hecho, la mayor parte de los proyectos *greenfield* que se espera que comiencen a producir en los próximos cinco años están en manos de EuroChem y Acron, ambas grandes empresas productoras de fertilizantes NPK que buscan lograr la integración total de sus procesos.

7.3.4 Comercialización (exportaciones e importaciones)

El mercado del cloruro de potasio es muy concentrado, tanto a nivel de países como empresas productoras. Actualmente se produce cloruro de potasio en trece países, con ocho de estos representando el 93% de la producción mundial y tres (Canadá, Rusia y Bielorrusia) un 64% de ésta en 2012. A nivel de empresas, 10 compañías abarcan el 92% de la capacidad de producción de KCl, con las primeras cuatro abarcando un 65%. La comercialización se encuentra incluso más concentrada al existir sinergias entre las grandes empresas. La producción canadiense corre por

parte de tres compañías, PotashCorp, Mosaic y Agrium, dueñas de la empresa Canpotex a través de la cual realizan todas sus exportaciones. Las empresas productoras de Rusia y Bielorrusia, Uralkali y Belaruskali, también exportan de manera conjunta a través del *joint venture* Belarusian Potash Company (BPC). Campotex y BPC dominan el comercio de KCl, teniendo acceso a un 67% de su capacidad de producción mundial. Es importante mencionar que recientemente (el 30 de Julio de 2013 para ser exactos) la empresa rusa Uralkali, controladora del 100% de la producción actual de KCl del Rusia y del 18% de la producción mundial de 2012, ha anunciado que dejará de exportar a través de la empresa bielorrusa BPC. Desde ahora todas sus exportaciones se realizarán a través de su empresa propia Uralkali Trading.

Figura 7.14: Cadena de valor de fertilizantes de potasio



Las importaciones de KCl también se encuentran bastante concentradas. En 2011 Estados Unidos, Brasil, China e India recibieron en conjunto el 59% de las importaciones totales a nivel mundial. A continuación se analizan en más detalle las importaciones de cada región de interés.

7.3.4.1 Asia

Asia es el continente con las mayores entregas de KCl a nivel global. En 2012 éstas fueron de 21,696 millones de toneladas, un 43% del total mundial. Dada su baja capacidad de producción local, es también el continente con la mayor cantidad de importaciones (43% del total mundial), como se mencionó anteriormente. En 2012 éstas ascendieron a 16,442 millones de toneladas, de las cuales 5,9 millones (el 78%) fueron realizadas por China, India, Indonesia y Malasia. Históricamente estos cuatro países han liderados las importaciones asiáticas de KCl. En 2008 las importaciones totales bajaron principalmente por una disminución de China que el aumento en India, Indonesia y Malasia no alcanzó a compensar. En 2009 los efectos de la crisis y los bajos precios de las cosechas afectaron a todo el continente, resultando en una drástica disminución del 45% de las importaciones totales con respecto al año anterior. Ya en 2010 repuntaron las importaciones totales para seguir aumentando en 2011. 2012 se caracterizó por una disminución general del comercio internacional de KCl, con China e India prácticamente ausentes durante el segundo semestre.

En los últimos años las importaciones chinas han ido decayendo. Esto se debe en parte a la crisis y la disminución de precio de las cosechas, pero también se explica por el aumento de producción que ha presentado el país en los últimos años – de 3,66 millones a 4,25 millones de toneladas entre 2008 y 2012, gracias a aumentos tanto en su capacidad como en su utilización.

Tabla 7.10: Comportamiento histórico del mercado de KCl en Asia ('000 toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**19.638**	**18.158**	**9.923**	**19.117**	**21.146**	**16.442**
China	9.292	5.103	1.282	5.149	6.837	5.893
India	3.874	6.010	5.444	6.238	4.716	3.077
Indonesia	1.441	1.881	808	2.371	3.095	2.354
Malasia	1.484	1.720	702	1.823	1.982	1.426
Vietnam	662	561	318	609	937	728
Otros	2.885	2.883	1.368	2.927	3.578	2.964

Fuente: IFA, FAI, CFMW, ANDA, reportes de compañías y CRU Analysis

La mayor parte de las importaciones de la región provienen de Rusia y Canadá. Rusia cuenta con la ventaja de poder trasladar KCl a China través de su línea ferroviaria, por lo que China privilegia las importaciones rusas. Debido a sus posiciones geográficas, India importa más desde Rusia e Israel que desde Canadá, mientras que los países del Sudeste Asiático (Indonesia, Malasia y Vietnam

principalmente) reciben grandes cantidades de KCl desde Canadá por su mayor exposición hacia el Océano Pacífico.

Figura 7.15: Importaciones de China, India, Indonesia y Malasia en 2012

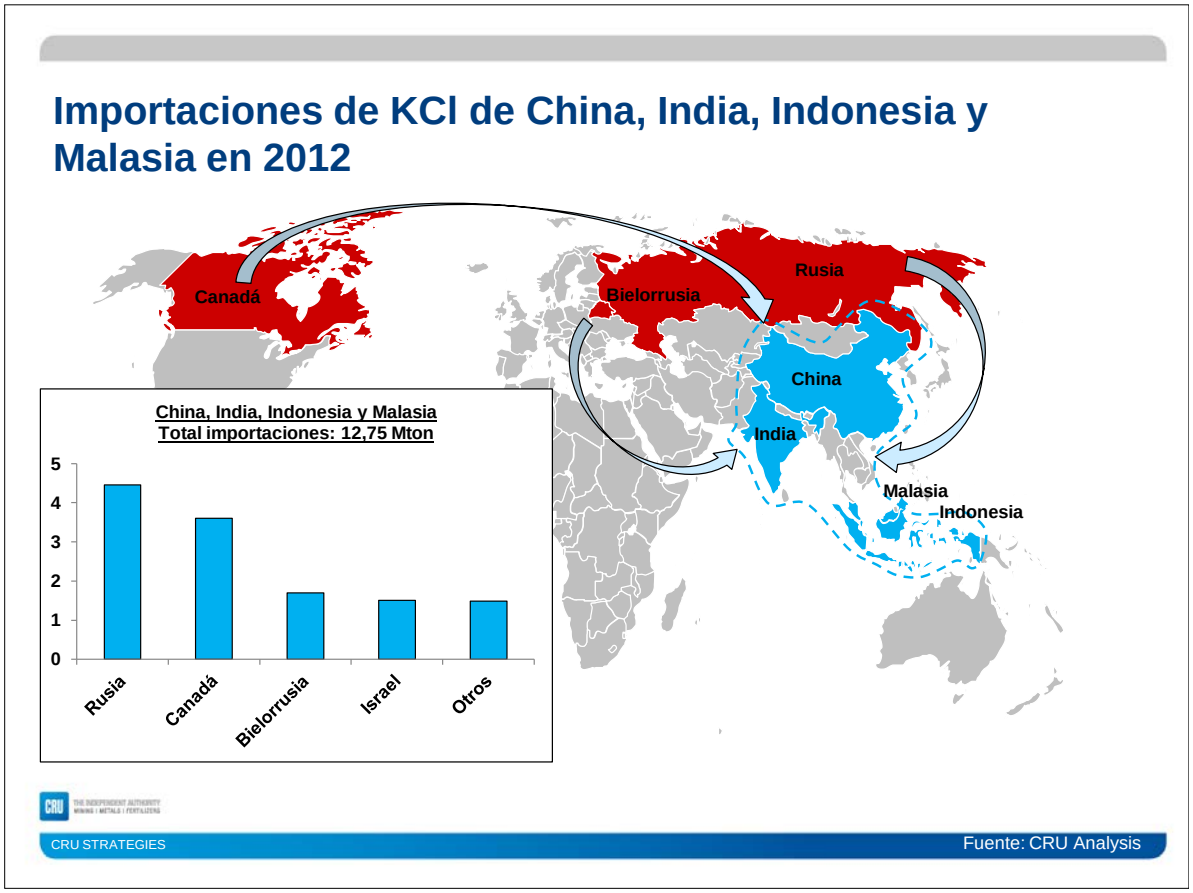


Tabla 7.11: Importaciones de China por país de origen, 2007-2012 ('000 toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**9.292**	**5.103**	**1.282**	**5.149**	**6.837**	**5.893**
Rusia	3.845	2.315	646	1.969	2.282	2.481
Canadá	2.489	1.227	174	1.098	1.693	1.006
Israel	650	300	56	803	1.321	821
Bielorrusia	1.688	885	38	683	845	828
Otros	621	376	368	595	696	757
Total Exportaciones	-	-	-	-	-	-

Fuente: IFA, FAI, CFMW, ANDA, reportes de compañías y CRU Analysis

Tabla 7.12: Importaciones de India por país de origen, 2007-2012 ('000 toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**3.874**	**6.010**	**5.444**	**6.238**	**4.716**	**3.077**
Rusia	978	1.623	1.749	1.645	1.703	889
Israel	922	1.248	814	1.218	706	673
Canadá	967	1.508	1.023	1.134	892	441
Bielorrusia	379	722	945	995	724	662
Otros	628	909	914	1.247	691	412
Total Exportaciones	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

Fuente: IFA, FAI, CFMW, ANDA, reportes de compañías y CRU Analysis

7.3.4.2 Europa

La Unión Europea es bastante autosuficiente en términos de KCl, contando con la producción de Alemania, Reino Unido y España que convierten al a región en una zona con exportaciones netas. Durante los últimos años tanto las importaciones como las exportaciones se han mantenido relativamente estables, con excepción de la drástica baja en importaciones de 2009. En 2012 las importaciones totales alcanzaron los 2,6 millones de toneladas aproximadamente, número muy por debajo de los 5,9 millones de China y los 3 millones de India.

Tabla 7.13: Comportamiento histórico del mercado de KCl en la Unión Europea ('000 toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**2.781**	**2.676**	**941**	**2.895**	**2.661**	**2.556**
Bélgica	633	680	335	696	659	656
Polonia	886	694	152	673	622	637
Francia	42	103	25	355	308	171
Italia	199	196	65	236	212	181
Finlandia	174	190	126	280	291	294
Otros	847	814	237	655	569	617

Fuente: IFA, FAI, CFMW, ANDA, reportes de compañías y CRU Analysis

Las importaciones de la Unión Europea provienen principalmente desde Rusia y Bielorrusia debido a su cercanía geográfica y a la existencia de rutas ferroviarias aptas para este tipo de transporte a granel. Estos países proveen a Polonia, Bélgica, Ucrania, Noruega y Finlandia entre otros. Francia,

por su parte, recibe la mayor parte de sus importaciones desde países externos a la Unión desde Chile.

Con respecto a las exportaciones, las de España y el Reino Unido están a cargo del ICL Group (que controla también las exportaciones desde Israel), el tercer exportador más grande después de BPC y Canpotex aunque con magnitudes comercializadas considerablemente menores.

Figura 7.16: Importaciones de KCl de la Unión Europea en 2012

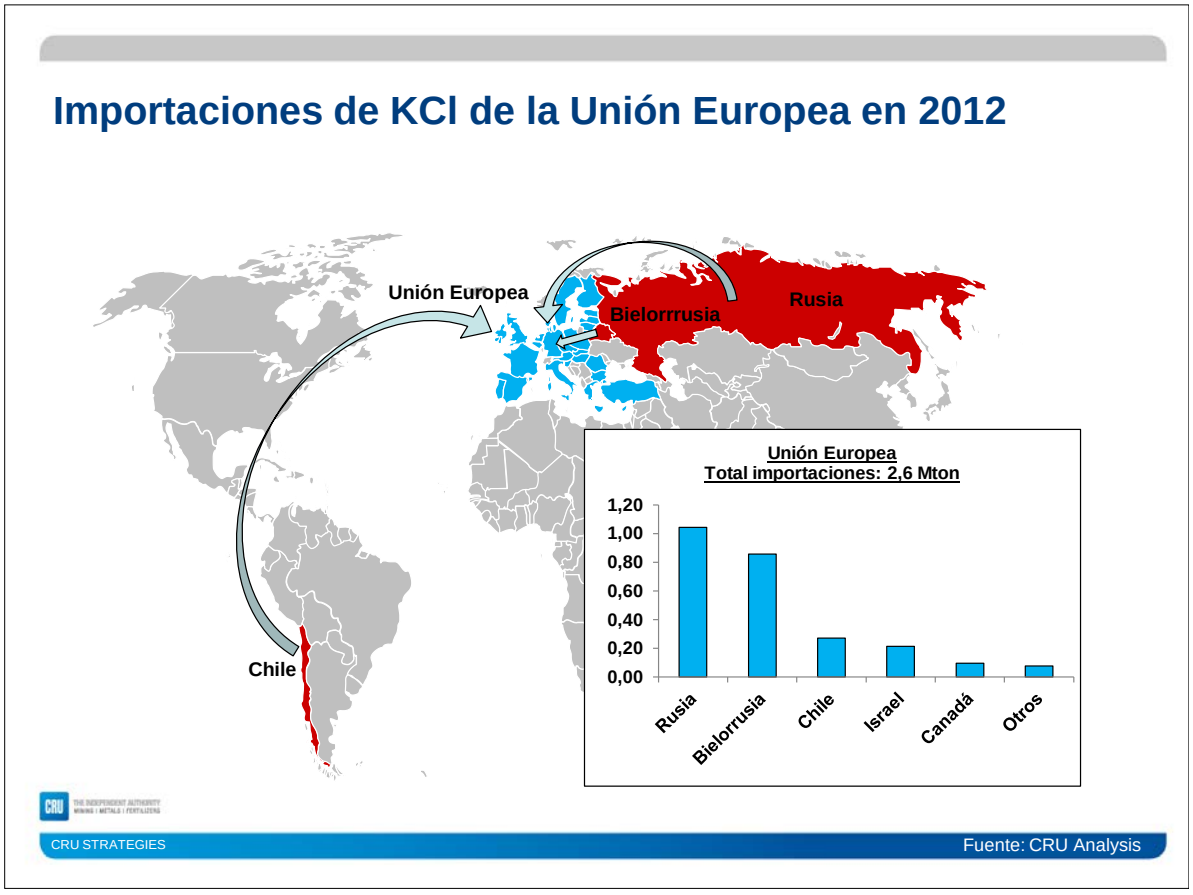


Tabla 7.14: Importaciones de la Unión Europea por país de origen, 2007-2012 (‘000 toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**2.781**	**2.676**	**941**	**2.895**	**2.661**	**2.556**
Rusia	1.082	1.079	336	1.115	1.009	1.044
Bielorrusia	998	899	284	860	862	857
Chile	-	2	115	497	360	270
Israel	454	490	125	215	235	213
Canadá	110	106	71	139	115	95
Otros	137	100	10	69	80	77
Total Exportaciones	**2.369**	**1.702**	**1.938**	**2.466**	**2.253**	**2.632**

Fuente: IFA, FAI, CFMW, ANDA, reportes de compañías y CRU Analysis

7.3.4.3 Las Américas y el Caribe

Los grandes importadores de las Américas y el Caribe son Estados Unidos y Brasil, ambos países con importaciones históricas mayores a los 6,5 millones de toneladas de KCl (dejando de lado la marcada baja de comercialización en 2009). Durante los últimos años, Brasil ha ido aumentando sus importaciones mientras que las de Estados Unidos han ido decayendo. Sin considerar 2009, 2012 fue el primer año en que las importaciones brasileras superaron a las estadounidenses.

Tabla 7.15: Comportamiento histórico del mercado de KCl en las Américas y el Caribe (‘000 toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**16.695**	**15.415**	**7.728**	**16.682**	**16.288**	**15.528**
Brasil	7.056	5.936	3.654	6.830	7.228	7.342
EEUU	8.075	7.968	3.321	8.042	7.394	6.661
Colombia	388	329	228	369	474	415
México	269	293	99	254	239	242
Venezuela	283	217	155	175	150	184
Otros	624	673	271	1.012	804	684

Fuente: IFA, FAI, CFMW, ANDA, reportes de compañías y CRU Analysis

La mayor parte de las importaciones de Estados Unidos provienen de Canadá y se realizan utilizando transporte ferroviario. Otros exportadores tienen poco acceso al mercado estadounidense. Brasil, debido a su ubicación más alejada de los principales productores, recibe KCl desde una variedad de fuentes, dentro de las que destacan Canadá, Bielorrusia, Alemania y Rusia.

Figura 7.17: Importaciones de KCl en las Américas y el Caribe en 2012

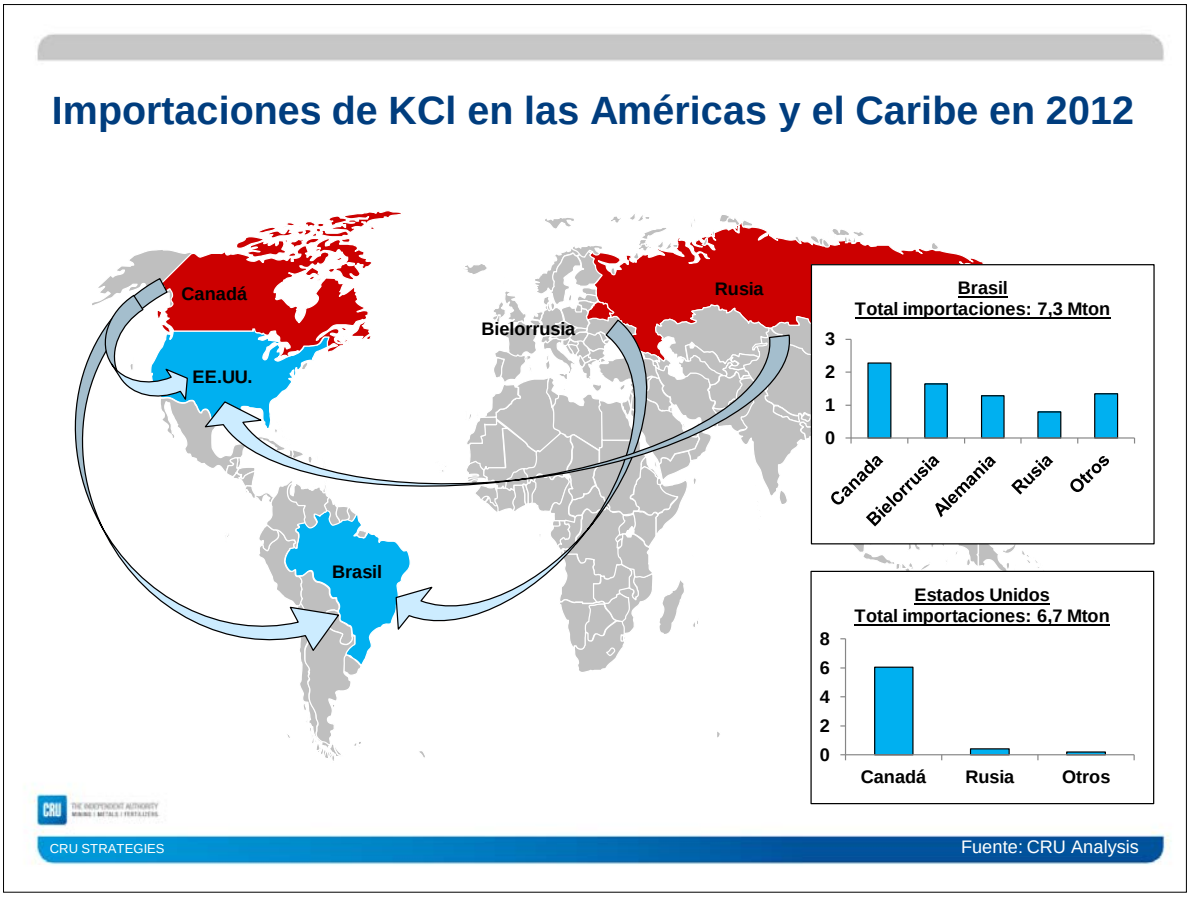


Tabla 7.16: Importaciones de Estados Unidos por país de origen, 2007-2012 ('000 toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**8.075**	**7.968**	**3.321**	**8.042**	**7.394**	**6.661**
Canadá	7.501	6.763	2.995	6.941	6.198	6.049
Rusia	33	1.039	291	987	1.074	421
Bielorrusia	536	139	-	-	-	-
Otros	5	28	35	113	122	191
Total Exportaciones	**207**	**106**	**357**	**211**	**72**	**174**

Fuente: IFA, FAI, CFMW, ANDA, reportes de compañías y CRU Analysis

Tabla 7.17: Importaciones de Brasil por país de origen, 2007-2012 ('000 toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**7.056**	**5.936**	**3.654**	**6.830**	**7.228**	**7.342**
Canadá	2.302	2.043	396	2.012	2.449	2.280
Bielorrusia	1.358	1.694	771	1.941	2.437	1.649
Alemania	1.038	890	726	967	940	1.280
Rusia	1.327	537	750	603	489	794
Otros	1.031	771	1.010	1.307	913	1.339
Total Exportaciones	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

Fuente: IFA, FAI, CFMW, ANDA, reportes de compañías y CRU Analysis

7.3.5 Evolución histórica de la oferta

La tendencia por parte de los productores en los últimos años ha sido la de ir aumentando su capacidad de producción de KCl. Entre 2005 y 2012, ésta ha aumentado de 57,235 millones a 68,175 millones de toneladas anuales. La canadiense PotashCorp lidera este proceso de crecimiento con una expansión de 3,41 millones de toneladas desde 2005. Le siguen SQM Salar (chilena), Mosaic (canadiense) y Belaruskali (bielorrusa) con aumentos de capacidad de 1,655, 1,260 y 1,250 millones de toneladas respectivamente. Regionalmente, Canadá es el país con mayores expansiones (4,92 millones de toneladas) seguido por China (1,9 millones de toneladas), Chile (1,655 millones de toneladas) y Bielorrusia (1,25 millones de toneladas). A pesar de esto, entre 2005 y 2012 la utilización promedio mundial de la capacidad instalada fue del 79%, bajando desde un 92% en 2005 a un 74% en 2012.

Figura 7.18: Producción histórica de KCl, 2005-2012



Con respecto a la producción, ésta alcanzó un máximo histórico en 2011 al llegar a los 54,923 millones de toneladas. Esto supera los altos niveles de 2007, cercanos a los 54 millones de toneladas producidas, y muestra un repunte de la fuerte caída de 2009 donde la producción de KCl apenas alcanzó los 31 millones de toneladas. Los años 2008 y 2009 fueron años con una gran acumulación de inventario, 2008 por la baja en las ventas durante los últimos meses del año debido a la crisis económica mundial y 2009 por la disminución aún más fuerte de éstas, generándose grandes inventarios a pesar de la drástica caída en la producción. En 2010 gran parte de las ventas provino de inventarios acumulados los años anteriores, mientras que en 2011 la producción se ajustó bastante a las ventas. Esto también se logró en 2012, donde la producción se redujo a tiempo para ajustarse al decaimiento de las ventas a medida que pasaba el año.

Figura 7.19: Estimación de cambios de inventario a nivel global, 2005-2012



A continuación se mostrará en detalle la producción histórica por país, junto con la capacidad instalada por región y su utilización.

7.3.5.1 Asia

En 2012 China contaba con el 6% de la capacidad mundial de producción de KCl, equivalente a 4,3 millones de toneladas. Es el segundo país que más ha aumentado su capacidad de producción desde 2005, con una TCAC del 9%. Su producción ha ido creciendo a un ritmo bastante similar, manteniendo altos niveles de utilización. La principal empresa productora de KCl en China es QSL Industry Co., compañía que espera continuar aumentando sus niveles de producción en los próximos años.

En el Medio Oriente la producción de KCl se realiza desde ambos lados del Mar Muerto, en Jordania e Israel, a través de la evaporación con radiación solar. En Israel las operaciones de extracción están a cargo de ICL Group, y en Jordania de Arab Potash. Si bien la capacidad en Israel

ha aumentado entre 2005 y 2012, su producción ha ido decayendo debido a los altos inventarios que se acumularon en 2009. Estos inventarios aún se están liberando, por lo que la producción aún no alcanza los niveles vistos en 2007.

Tabla 7.18: Producción y capacidad histórica de KCl en Asia, 2005-2012 ('000 toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
Producción China	2.280	2.620	3.180	3.345	3.640	3.662	3.970	4.250	9%
% cambio anual		*14,9%*	*21,4%*	*5,2%*	*8,8%*	*0,6%*	*8,4%*	*7,1%*	
Capacidad China	**2.400**	**2.750**	**3.300**	**3.600**	**3.800**	**4.000**	**4.200**	**4.300**	9%
% cambio anual		*14,6%*	*20,0%*	*9,1%*	*5,6%*	*5,3%*	*5,0%*	*2,4%*	
Utilización	**95%**	**95%**	**96%**	**93%**	**96%**	**92%**	**95%**	**99%**	
Israel	3.707	3.539	3.577	3.557	3.005	3.254	2.783	3.200	-2%
Jordania	1.829	1.699	1.797	2.005	1.120	1.943	2.259	2.000	1%
Producción total Medio Oriente	**5.536**	**5.238**	**5.374**	**5.562**	**4.125**	**5.197**	**5.042**	**5.200**	**-1%**
% cambio anual		*-5,4%*	*2,6%*	*3,5%*	*-25,8%*	*26,0%*	*-3,0%*	*3,1%*	
Capacidad total	**5.700**	**5.700**	**5.700**	**5.700**	**6.000**	**6.300**	**6.500**	**6.600**	**2%**
% cambio anual		*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*5,3%*	*5,0%*	*3,2%*	*1,5%*	
Utilización	**97%**	**92%**	**94%**	**98%**	**69%**	**82%**	**78%**	**79%**	

Fuente: CRU Analysis

7.3.5.2 Europa

La Comunidad de Estados Independientes (CEI) es la región con mayor capacidad y producción de KCl, con Rusia y Bielorrusia como el segundo y tercer país con mayor presencia en el mercado internacional. Actualmente, la producción total de estos dos países está en manos de las empresas Uralkali y Belaruskali. Tras la compra de Silvinit en 2011, Uralkali se transformó en la segunda empresa de mayor capacidad a nivel mundial, produciendo de hecho más que el líder del mercado, PotashCorp. Desde 2010 se ha incorporado también la empresa Uzkimyosanoat en Uzbekistán. En cuanto a capacidad, la región la ha incrementado levemente. La producción, por otro lado, ha disminuido entre 2005 y 2012.

En la Unión Europea existen dos grandes empresas productoras: K+S Kali, responsable del 99% de la capacidad de producción de Alemania, e ICL Group, dueña de Iberpotash (operaciones en España) y Cleveland Potash (operaciones en el Reino Unido). En los últimos años no se han realizado expansiones de capacidad en ninguna de estas empresas, y la producción de 2012 fue casi un 20% menos que la de 2005.

Tabla 7.19: Producción y capacidad histórica de KCl en Europa, 2005-2012 ('000 toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
Rusia	10.423	9.494	10.622	9.891	6.131	10.180	10.830	9.120	-2%
Bielorrusia	8.213	7.676	8.286	8.280	4.142	8.704	8.887	8.000	0%
Uzbekistán	-	-	-	-	-	30	108	130	-
Producción total CEI	**18.636**	**17.170**	**18.908**	**18.171**	**10.273**	**18.914**	**19.825**	**17.250**	**-1%**
% cambio anual		*-7,9%*	*10,1%*	*-3,9%*	*-43,5%*	*84,1%*	*4,8%*	*-13,0%*	
Capacidad total	**19.840**	**20.260**	**19.520**	**19.870**	**20.590**	**20.940**	**21.440**	**21.640**	**1%**
% cambio anual		*2,1%*	*-3,7%*	*1,8%*	*3,6%*	*1,7%*	*2,4%*	*0,9%*	
Utilización	**94%**	**85%**	**97%**	**91%**	**50%**	**90%**	**92%**	**80%**	
Alemania	4.733	4.651	4.657	3.910	2.205	3.455	3.577	3.500	-4%
España	824	741	791	740	579	523	796	850	0%
Reino Unido	732	716	712	671	525	474	682	750	0%
Producción total UE	**6.289**	**6.108**	**6.160**	**5.321**	**3.309**	**4.452**	**5.055**	**5.100**	**-3%**
% cambio anual		*-2,9%*	*0,9%*	*-13,6%*	*-37,8%*	*34,5%*	*13,5%*	*0,9%*	
Capaciad total	**7.050**	**7.050**	**7.050**	**7.050**	**7.050**	**7.050**	**7.050**	**7.050**	**0%**
% cambio anual		*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	
Utilización	**89%**	**87%**	**87%**	**75%**	**47%**	**63%**	**72%**	**72%**	

Fuente: CRU Analysis

7.3.5.3 Las Américas y el Caribe

La producción de KCl en América del Norte está concentrada en Canadá, en la provincia de Saskatchewan. Como se mencionó anteriormente, son tres las empresas más relevantes en la explotación de KCl del país: PotashCorp, empresa con mayor capacidad de producción a nivel mundial, Mosaic y Agrium. Frente a las buenas condiciones del mercado de KCl que se vieron alrededor de 2003, PotashCorp fue la empresa que reaccionó de manera más rápida y drástica, comenzando un fuerte programa de expansión. Mosaic y Agrium también han ido expandiéndose aunque de manera más lenta, llevando a Canadá a ser el país con mayor aumento de capacidad entre 2005 y 2012 (4,92 millones de toneladas de capacidad extra). A pesar de esto la producción del país no ha aumentado a las tasas esperadas, en gran parte debido a la baja utilización de capacidad de PotashCorp. La utilización a nivel país ha declinado considerablemente, llegando en 2012 a niveles tan bajos como el 64%.

En América Central y del Sur los países productores son Chile y Brasil. Chile ha mostrado la mayor TCAC en el periodo 2005-2012. La productora chilena SQM ha decidido potenciar la producción de KCl por sobre la de otros productos como el sulfato de potasio, enfocándose en la exportación. En Brasil, la empresa Vale llevó a cabo un aumento de capacidad en 2006. Debido a problemas

técnicos y leyes decrecientes no se pudo aumentar la producción, por lo que en 2012 se volvió a una capacidad menor.

Tabla 7.20: Producción y capacidad histórica de KCl en las Américas y el Caribe, 2005-2012 ('000 toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
Canadá	17.370	13.705	17.840	17.266	7.236	15.569	17.736	15.343	-2%
EE.UU.	1.363	1.215	1.277	1.130	764	1.005	1.142	1.100	-3%
Producción total Am. del Norte	**18.733**	**14.920**	**19.117**	**18.396**	**8.000**	**16.574**	**18.878**	**16.443**	**-2%**
% cambio anual		*-20,4%*	*28,1%*	*-3,8%*	*-56,5%*	*107,2%*	*13,9%*	*-12,9%*	
Capacidad	**20.725**	**21.945**	**22.595**	**23.095**	**24.355**	**24.355**	**25.005**	**25.505**	**3%**
% cambio anual		*5,9%*	*3,0%*	*2,2%*	*5,5%*	*0,0%*	*2,7%*	*2,0%*	
Utilización	**90%**	**68%**	**85%**	**80%**	**33%**	**68%**	**75%**	**64%**	
Chile	734	647	691	754	942	1.523	1.528	2.015	16%
Brasil	620	731	617	607	717	662	625	525	-2%
Producción total Am. C&S	**1.354**	**1.378**	**1.308**	**1.361**	**1.659**	**2.185**	**2.153**	**2.540**	**9%**
% cambio anual		*1,8%*	*-5,1%*	*4,1%*	*21,9%*	*31,7%*	*-1,5%*	*18,0%*	
Capacidad	**1.520**	**1.620**	**1.620**	**1.620**	**2.180**	**2.585**	**2.585**	**3.080**	**11%**
% cambio anual		*6,6%*	*0,0%*	*0,0%*	*34,6%*	*18,6%*	*0,0%*	*19,1%*	
Utilización	**89%**	**85%**	**81%**	**84%**	**76%**	**85%**	**83%**	**82%**	

Fuente: CRU Analysis

7.3.6 Evolución pronosticada de la oferta en el corto plazo

En el corto plazo la producción de KCl estará dada por dos variables: la capacidad productiva y la utilización de ésta. La capacidad esperada se determina a través de un estudio cuidadoso de los proyectos anunciados a la fecha, cada uno de los cuales CRU cataloga como especulativo, probable o firme. La asignación de un proyecto a cada una de estas categorías depende de una serie de factores. A continuación se entrega una breve explicación sobre qué implica cada clasificación:

- **Especulativos:** generalmente se encuentran en fase de exploración. Se cuenta con estimaciones iniciales de recursos, no existe un proyecto concreto aún y por lo tanto no se cuenta con financiamiento más allá de la realización de una campaña de sondajes y un estudio de factibilidad.
- **Probables:** ya se cuenta con una estimación de recursos medidos. Se está realizando el estudio de factibilidad, con un diseño de mina y planta avanzado. Estudio de Impacto ambiental y otros permisos listos o en procesos de terminar.
- **Firmes**: geológicamente ya se tienen reservas. La ingeniería y el diseño de la mina y la planta se encuentra terminado, la construcción empezó o está por empezar y se cuenta con

los permisos y el financiamiento necesarios para comenzar el proyecto y llevarlo hasta su fin.

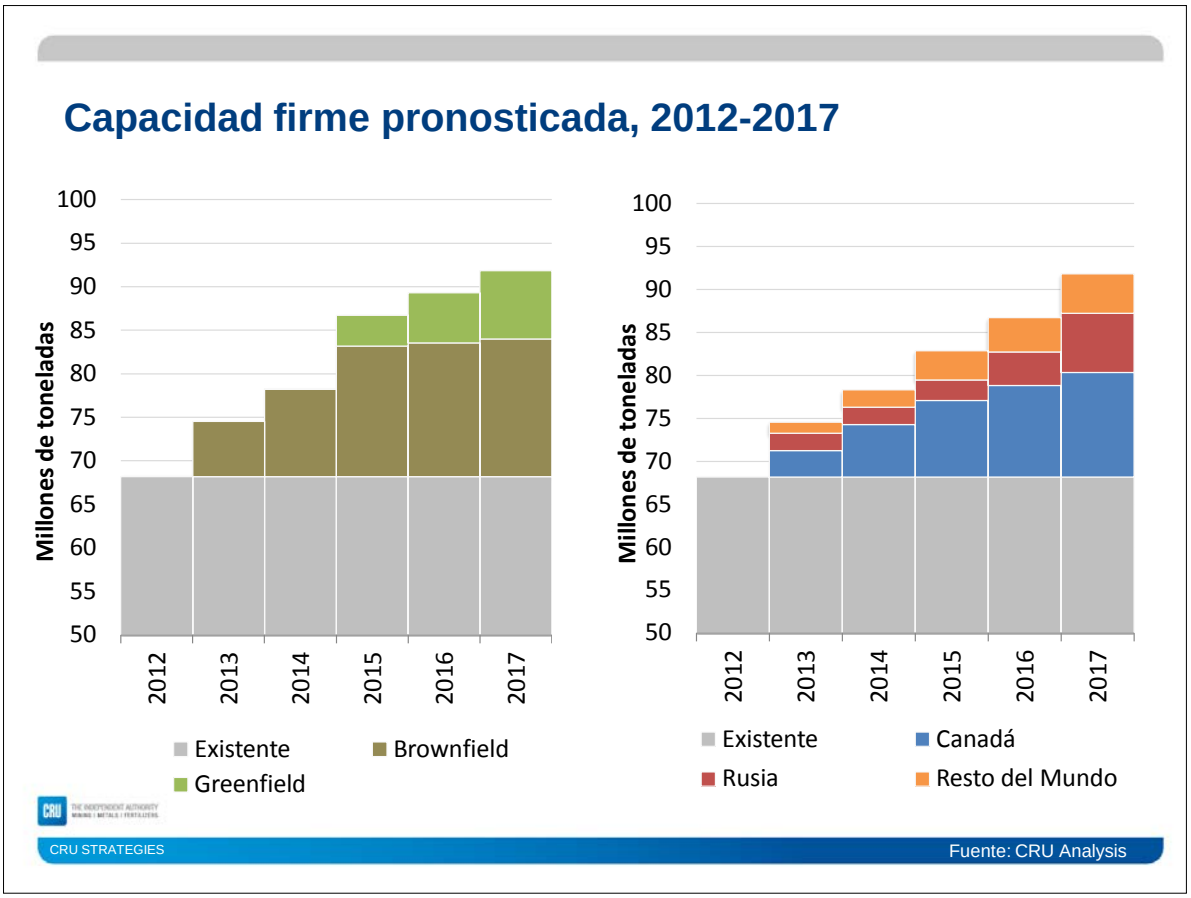
Dado el largo tiempo que transcurre entre la etapa de exploración y el inicio de la producción, se considerarán sólo los proyectos firmes para pronosticar la capacidad en el corto plazo. Los proyectos probables serán relevantes en la estimación a largo plazo, mientras que los especulativos se monitorean pero se mantienen fuera de los pronósticos de CRU por la alta incertidumbre a la que están sujetos.

Con respecto a la utilización de la capacidad instalada, ésta dependerá en gran medida de la demanda. Es por esto que en esta sección el enfoque estará en analizar la capacidad productiva de cada región, mostrando en detalle la utilización y la producción esperada en la sección de balance de mercado.

A fines de 2004 la el precio del KCl aumentó considerablemente. Esto gatilló una rápida respuesta por parte de oferta en la forma de una serie de proyectos, la mayoría de expansión de capacidad existente (proyectos *brownfield*). Entre 2012 y 2017 se espera que la capacidad mundial de producción aumente de 68,175 millones a 91,825 millones de toneladas anuales. Dentro de este aumento de capacidad de aproximadamente 24 millones de toneladas, sólo 8 millones (el 33%) corresponden a proyectos *greenfield*, es decir, a proyectos completamente nuevos. Desde el punto de vista regional, Canadá seguirá liderando en términos de aumento de capacidad, seguido por Rusia.

Es importante mencionar que el anuncio de la empresa rusa Uralkali de dejar de exportar a través de la empresa BPC ha movido fuertemente al mercado, haciendo caer el valor en bolsa de varias empresas y generando todo tipo de especulaciones con respecto a si comenzará o no una guerra de precios que desplome el precio del KCl. Esto podría tener consecuencias en los proyectos de expansión que aún no se han completado y en los nuevos proyectos que están por completarse, e incluso, en caso extremo, motivar el cierre de ciertas operaciones. Dado lo reciente de este anuncio no se ha alcanzado a ponderar el efecto que podría tener en las proyecciones de CRU, por lo que los números mostrados a continuación no consideran esta nueva situación del mercado.

Figura 7.20: Capacidad firme pronosticada, 2012-2017



7.3.6.1 Asia

Durante los últimos años China ha tenido un gran aumento de capacidad de producción, impulsado tanto por la mayor empresa productora del país, QSL Industry Co. (QSLIC), como por otras compañías pequeñas. QSLIC terminó de expandir una de sus mayores plantas a fines de 2012, y se espera que esté disponible en la totalidad de su capacidad para 2015. Sin embargo esta podría ser la última gran expansión de la empresa ya que el área geográfica donde tienen la mayoría de sus operaciones se encuentra ahora extensamente poblada. Los proyectos para aumentar la capacidad de producción de otras empresas se deberían completar todos entre 2013 y 2015.

En la región del Medio Oriente se espera que Jordania mantenga su capacidad productiva durante los próximos años. La capacidad actual de Arab Potash es producto de una expansión terminada en 2011, y a pesar de que existían planes para nuevas expansiones estas parecen estar detenidas por ahora. La empresa israelí ICL Group, por su parte, se encuentra en medio de un proyecto de expansión que debería completarse en 2014.

En conjunto, las expansiones de China e Israel aumentarán la capacidad del continente asiático de10,9 millones a 13 millones de toneladas entre 2012 y 2015, manteniéndose hasta 2017. Dada las altas tasa de utilización de capacidad de la región, se espera que esto se traduzca también en una mayor producción de KCl.

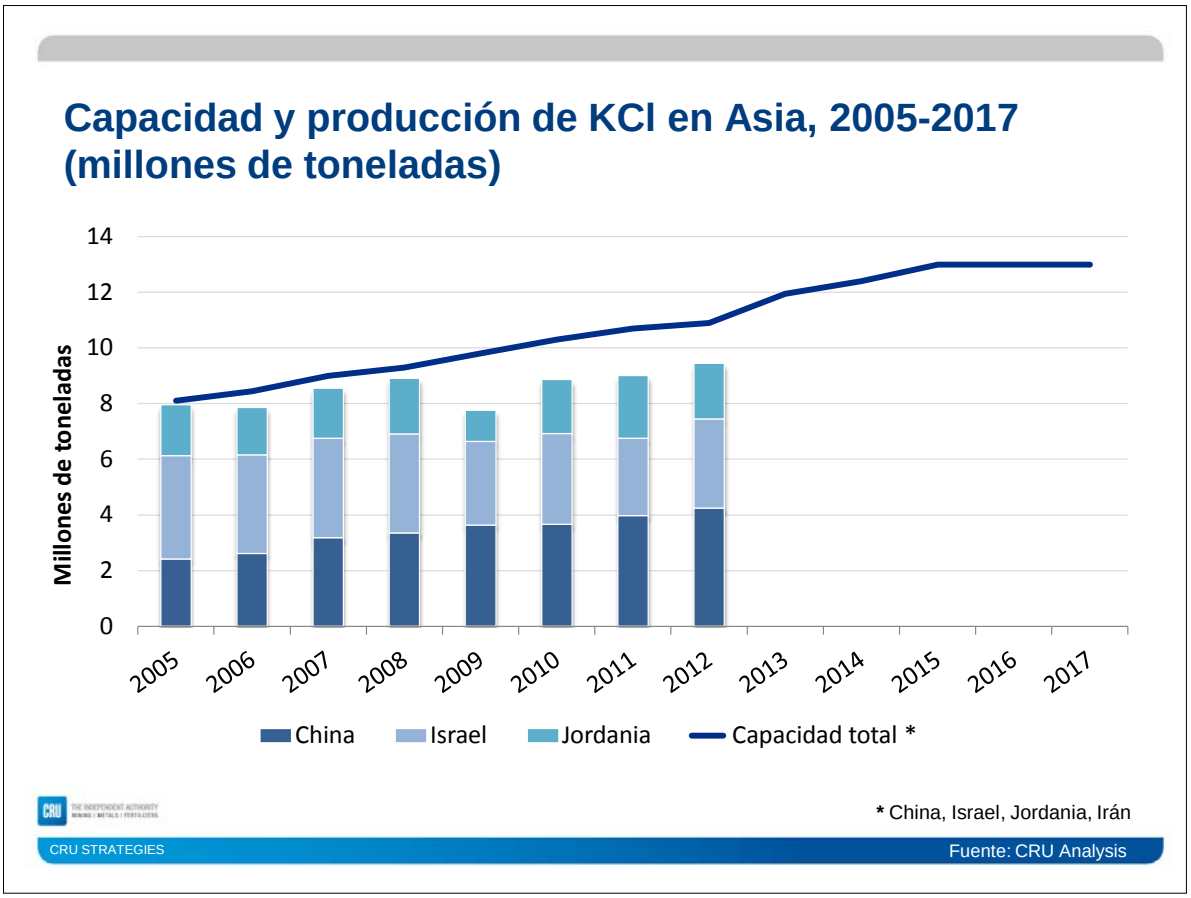
Tabla 7.21: Capacidad pronosticada de Asia, 2012-2017 (‘000 toneladas)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
China	4.300	5.150	5.500	6.100	6.100	6.100	7%
Israel	4.100	4.300	4.400	4.400	4.400	4.400	1%
Jordania	2.450	2.450	2.450	2.450	2.450	2.450	0%
Irán	50	50	50	50	50	50	0%
Total Asia	**10.900**	**11.950**	**12.400**	**13.000**	**13.000**	**13.000**	**4%**
% cambio anual		*9,6%*	*3,8%*	*4,8%*	*0,0%*	*0,0%*	

Fuente: CRU Analysis

En términos de producción, Asia es el continente con el mayor promedio de utilización de los últimos años. Entre 2005 y 2012 tienen un promedio de utilización de su capacidad del 90%, con un mínimo de 84% en 2011.

Figura 7.21: Capacidad y producción de KCl en Asia, 2005-2017



7.3.6.2 Europa

El único productor actual ruso, Uralkali, presentó en 2011, luego de la adquisición de su competencia Silvinit, un extenso programa de expansiones que terminaría en 2021. Entre 2012 y 2017 este plan se traduce en un aumento de 2,5 millones de toneladas anuales. Un cambio importante es la entrada de dos nuevos actores al mercado de producción ruso: EuroChem y Acron. EuroChem podría comenzar a producir en 2015 y Acron en 2016, amentando la capacidad total de producción de Rusia en 4,4 millones de toneladas al año para 2017.

En Bielorrusia se espera que la empresa Belaruskali continúe las expansiones que ha venido realizando durante los últimos años, completándose éstas en 2015 y aumentando la capacidad del país en 750 mil toneladas.

En Alemania y el Reino Unido no existen ni expansiones ni nuevos proyectos, mientras que en España la capacidad de producción disminuirá debido al cierre de unas de las operaciones con mayores costos de ICL Group.

El productor más nuevo del continente, establecido en Uzbekistán, comenzó a fines de 2011 un proyecto que le permitirá aumentar su capacidad para 2015. En Turkmenistán la construcción de una nueva operación se encuentra en proceso y se debería contar con una creciente capacidad productiva desde 2015.

En total se espera que Europa aumente su capacidad desde 28,69 millones a 37,69 millones de toneladas entre 2012 y 2017, con expectativas de seguir creciendo en los próximos años.

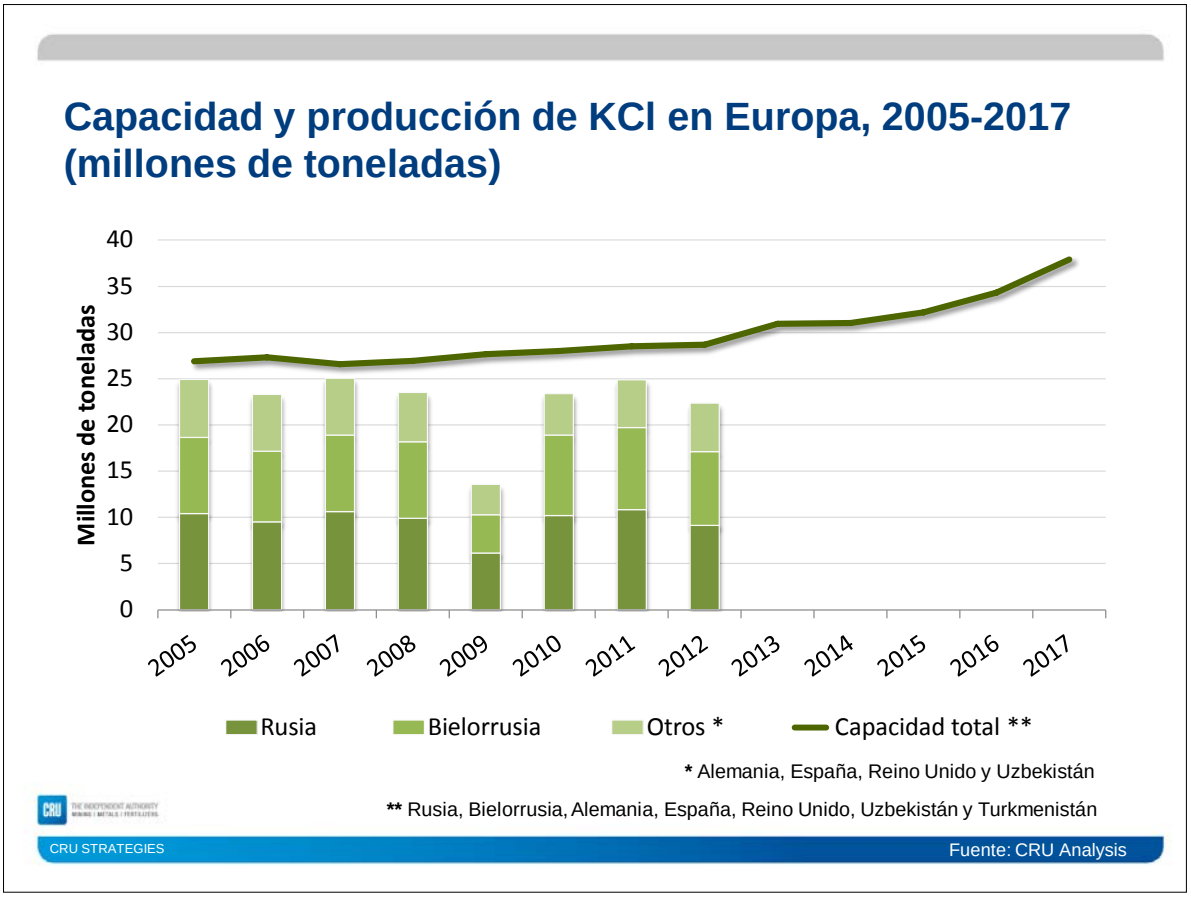
Tabla 7.22: Capacidad pronosticada de Europa, 2012-2017 ('000 toneladas)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
Rusia	11.200	13.200	13.200	13.600	15.100	18.100	10%
Bielorrusia	10.240	10.490	10.740	10.990	10.990	10.990	1%
Alemania	5.050	5.050	5.050	5.050	5.050	5.050	0%
Reino Unido	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0%
España	1.000	1.000	850	750	750	750	-6%
Uzbekistán	200	200	200	600	600	600	25%
Turkmenistán	-	-	-	200	800	1.400	-
Total Europa	**28.690**	**30.940**	**31.040**	**32.190**	**34.290**	**37.890**	**6%**
% cambio anual		*7,8%*	*0,3%*	*3,7%*	*6,5%*	*10,5%*	

Fuente: CRU Analysis

Entre 2005 y 2012, Europa tuvo porcentajes de utilización de su capacidad consistentemente menores a los de Asia con un promedio de 82%. El mínimo se alcanzó en 2009 con un 49% de utilización. En los últimos tres años ha rondado el 80%.

Figura 7.22: Capacidad y producción de KCl en Europa, 2005-2017



7.3.6.3 Las Américas y el Caribe

Como se mencionó anteriormente, Canadá es el mayor productor de América y el con mayor capacidad. Los tres grandes productores del país, PotashCorp, Mosaic y Agrium, se encuentran en medio de una etapa de crecimiento iniciada en los últimos años. En el caso de PotashCorp, sus expansiones más ambiciosas aún no se completan. Entre 2012 y 2017 debería aumentar su capacidad en 5,915 millones de toneladas anuales de KCl, equivalente a 2,5 millones más que la capacidad aumentada entre 2005 y 2012. Mosaic también está creciendo, y debería ampliar su capacidad en 3,49 millones de toneladas para 2017. Agrium, la menor de las productoras Canadienses actuales, aumentaría su capacidad en 750 mil toneladas al año entre 2012 y 2017. La empresa alemana K+S ha empezado a construir un nuevo proyecto en Canadá dada las limitaciones para expandirse en su país de origen, el que debería empezar a producir en 2017.

La empresa chilena SQM, luego de un gran aumento de capacidad y de producción que se completó en 2012, no planea nuevas expansiones. En Brasil, Vale tampoco ha anunciado ningún tipo de

expansión para los próximos años, dada la reciente reducción que tuvo que realizar en su operación Taquari por problemas técnicos. En el caso de su proyecto argentino (Potasio Rio Colorado), Vale lo detuvo a fines de 2012 en una etapa bastante avanzada, principalmente debido a la creciente inflación del país. Aún así se espera que Argentina comience a producir KCl con un proyecto de menores dimensiones que partiría en 2014.

En total, el continente americano será el que presente mayor aumento de su capacidad entre 2012 y 2017, principalmente por los proyectos *brownfield* y *greenfield* de Canadá. Para 2017 se espera que la región cuente con una capacidad de 40,94 millones de toneladas anuales, 12,35 millones más que en 2012.

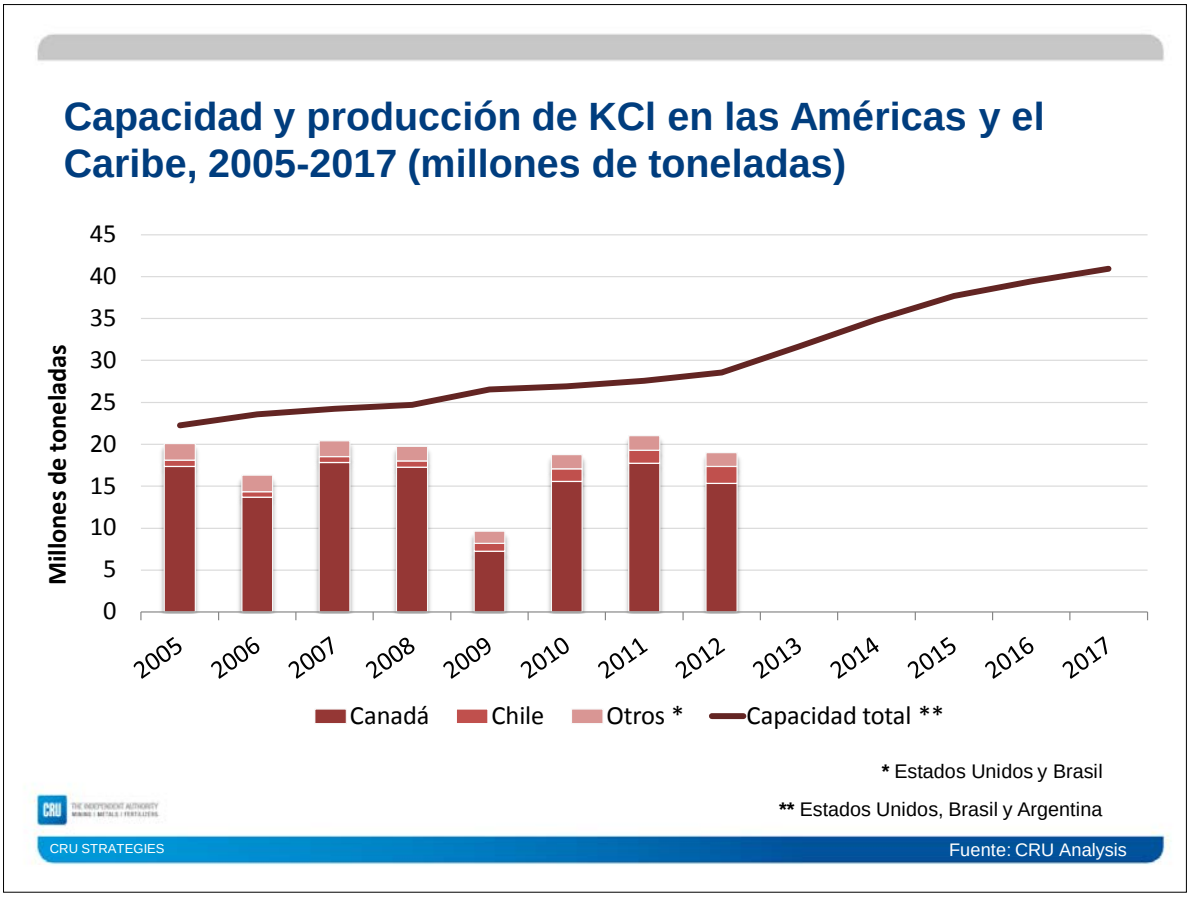
Tabla 7.23: Capacidad pronosticada de las Américas y el Caribe, 2012-2017 (‘000 toneladas)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
Canadá	24.025	27.090	30.140	32.930	34.680	36.180	9%
Chile	2.425	2.425	2.425	2.425	2.425	2.425	0%
EE.UU.	1.480	1.480	1.570	1.615	1.615	1.615	2%
Brasil	655	655	655	655	655	655	0%
Argentina	-	-	60	60	60	60	
Total América	**28.585**	**31.650**	**34.850**	**37.685**	**39.435**	**40.935**	**7%**
% cambio anual		*10,7%*	*10,1%*	*8,1%*	*4,6%*	*3,8%*	

Fuente: CRU Analysis

A pesar de estos aumentos esperados en la capacidad de producción de la región, la baja utilización de esta capacidad por parte de Canadá en los últimos años genera dudas con respecto a qué significará efectivamente para el mercado. Las Américas y el Caribe son la región con menor utilización promedio entre 2005 y 2012, llegando sólo al 72%.

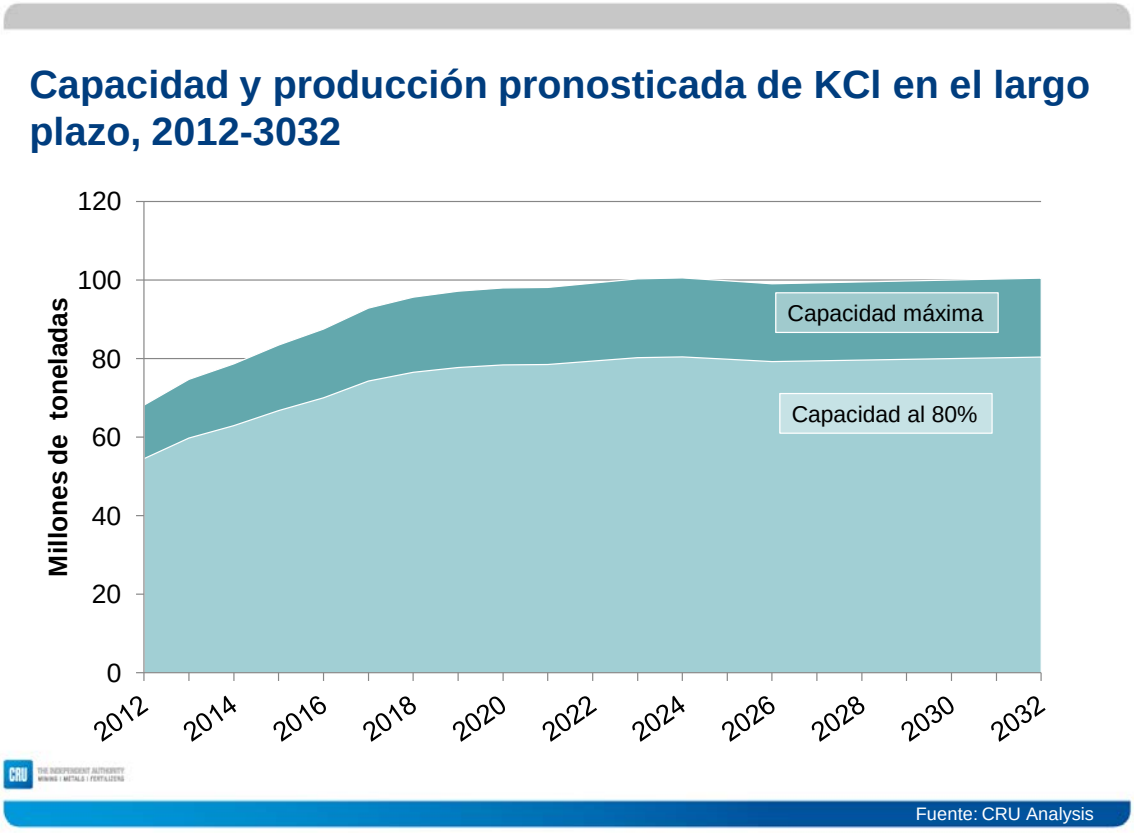
Figura 7.23: Capacidad y producción de KCl en las Américas y el Caribe, 2005-2017



7.3.7 Evolución pronosticada de la oferta en el largo plazo

En el largo plazo, además de considerarse los proyectos de expansión de los próximos años y los cierres esperados a futuro, se considera que la capacidad total puede aumentar en un 0,25% debido a mejoras en la productividad. Tomando esto en cuenta, para 2032 se contaría con 32,3 millones de toneladas de capacidad extra en comparación con 2012. Esto significaría una capacidad total de producción de 100,5 millones de toneladas de KCl al año a nivel mundial considerando una utilización del 100%. Sin embargo, la tasa operacional jamás alcanzará el 100%. CRU estima que en el largo plazo se requiere que ésta sea de al menos un 80% para evitar que se necesiten cierres de capacidad, ya que con una tasa menor los costos operacionales tienden a aumentar bruscamente. Considerando una utilización del 80%, en 2032 se lograría una producción de 80,4 millones de toneladas anuales.

Figura 7.24: Capacidad y producción pronosticada de KCl en el largo plazo, 2012-2032



7.4 Balance de oferta y demanda

7.4.1 Descripción de la estructura y mecanismos de precios

A diferencia de otros fertilizantes, el KCl no tiene un precio establecido por las actividades diarias de compra y venta, y se depende de los contratos directos y de boletines especializados para obtener información con respecto a éste. Para la estimación de los pronósticos mostrados en este reporte se utiliza como base la información y datos provenientes de Fertilizer Week – boletín de CRU que es la fuente de precios de fertilizantes a nivel mundial. Estos datos son estimados por nuestro equipo de analistas especializados basado en varias partes del mundo, quienes mediante encuestas telefónicas, correos electrónicos y servicios especiales de mensajería recolectan inteligencia de mercado y verifican los distintos datos recibidos. Toda esta información proviene de consultas directas a productores, compradores, *traders* y compañías de transporte marítimo.

Así, dado que esta información es utilizada en forma generalizada por la industria global de KCl como referencia de lo que está ocurriendo en el mercado semana a semana, las estimaciones y pronósticos de CRU para todos los productos asociados a fertilizantes se fundamentan en esta información (la cual igualmente incluye otros precios *benchmark* de otras locaciones y productos también).

Históricamente los productores de KCl han mantenido un firme control sobre el precio del producto, vendiendo directamente a los importadores en la mayoría de los casos. Como se mencionó anteriormente, el comercio y la negociación de precio se encuentra (al momento de hacer este reporte) en gran parte en manos de dos empresas: Canpotex (exportadora de los productores canadienses) y BPC (exportadora de producción rusa y bielorrusa). Durante muchos años el mercado internacional estuvo dominado por Canpotex, lo que llevó a que se estableciera el precio FOB Vancouver como precio de referencia para el KCl. En la década de los 90 Rusia y Bielorrusia entraron al mercado internacional de KCl, compitiendo fuertemente con Canpotex y otros exportadores en base a precios que incluían la entrega y los costos de transporte (precio CFR o *Cost and Freight*, "costo y flete" en español). Esto impulsó la transición hacia precios CFR, los cuales se utilizan extensamente hoy en día. El precio de venta puede variar también dependiendo de si el producto vendido es material fino (producto estándar) o granular, en cuyo caso tiene una prima asociad al mayor costo de procesamiento.

Los mercados principales para la venta de KCl, dejando de lado mercados domésticos, son China, India, Brasil y el Sudeste de Asia. China e India son mercados por contrato. En los últimos años se han visto dos tendencias en estos contratos: el paso a precios CFR mencionado anteriormente y una disminución en su tiempo de duración. La volatilidad actual del precio hace que sea muy difícil acordar contratos anuales, por lo que desde 2012 en China los contratos pasaron a ser semestrales. Aún así los periodos de negociación son extensos, lo que se traduce en detenciones en el flujo de importaciones. En el caso de Brasil y el Sudeste Asiático (Indonesia, Malasia y Vietnam entre otros), los precios en estos dos mercados tienden a ser similares. Brasil consume principalmente KCl granulado mientras que en el Sudeste Asiático se consume principalmente KCl estándar, por lo que la diferencia de precios entre ambos suele reflejar muy bien la prima de los productos granulares. Estados Unidos, por su parte, se puede considerar prácticamente como parte del mercado local de Canadá, al igual que las exportaciones desde Rusia y Bielorrusia a Europa.

Dada la gran cantidad de precios en distintos mercados, el principal indicador con el que trabaja CRU es una estimación del precio FOB Vancouver. A pesar de que prácticamente ninguna venta se negocia en estos términos, este valor refleja muy bien los precios de Canpotex.

7.4.2 Balance histórico de mercado y series de precios históricos

El balance de mercado en el caso del KCl no se caracteriza directamente a través de la oferta y la demanda como en otros *commodities*, si no que se caracteriza a través de la tasa de operación de la industria. La tasa de operación de la industria equivale al promedio mundial de utilización de capacidad de producción, y refleja cuánto de la capacidad instalada efectivamente se está utilizando para satisfacer la demanda requerida.

En las décadas de los 80 y 90, esta tasa se mantuvo entre el 60% y el 80% como resultado de un exceso de capacidad por parte de Canadá, Rusia y Bielorrusia. Ya en 2000 y en los años siguientes el espacio entre la demanda y la oferta se comenzó a cerrar. CRU estima que la máxima tasa de operación que puede alcanzar la industria completa es del 95%. Una utilización del 90%, por lo tanto, ya se considera como una situación en la que la producción y la demanda están bastante ajustadas. Estos niveles se alcanzaron en 2005 y 2007, pero no se espera que se logren de nuevo en el futuro cercano.

Figura 7.25: Balance de mercado histórico, 2005-2012

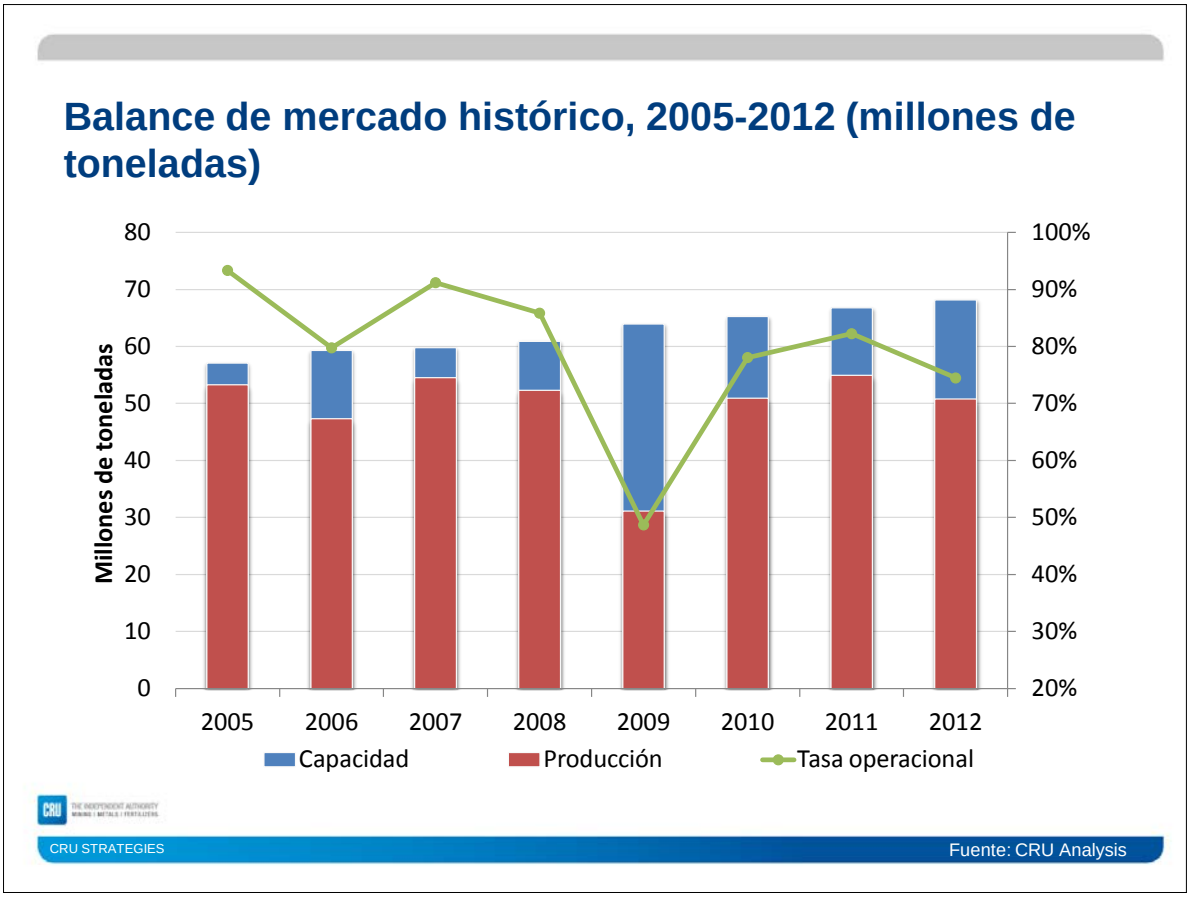


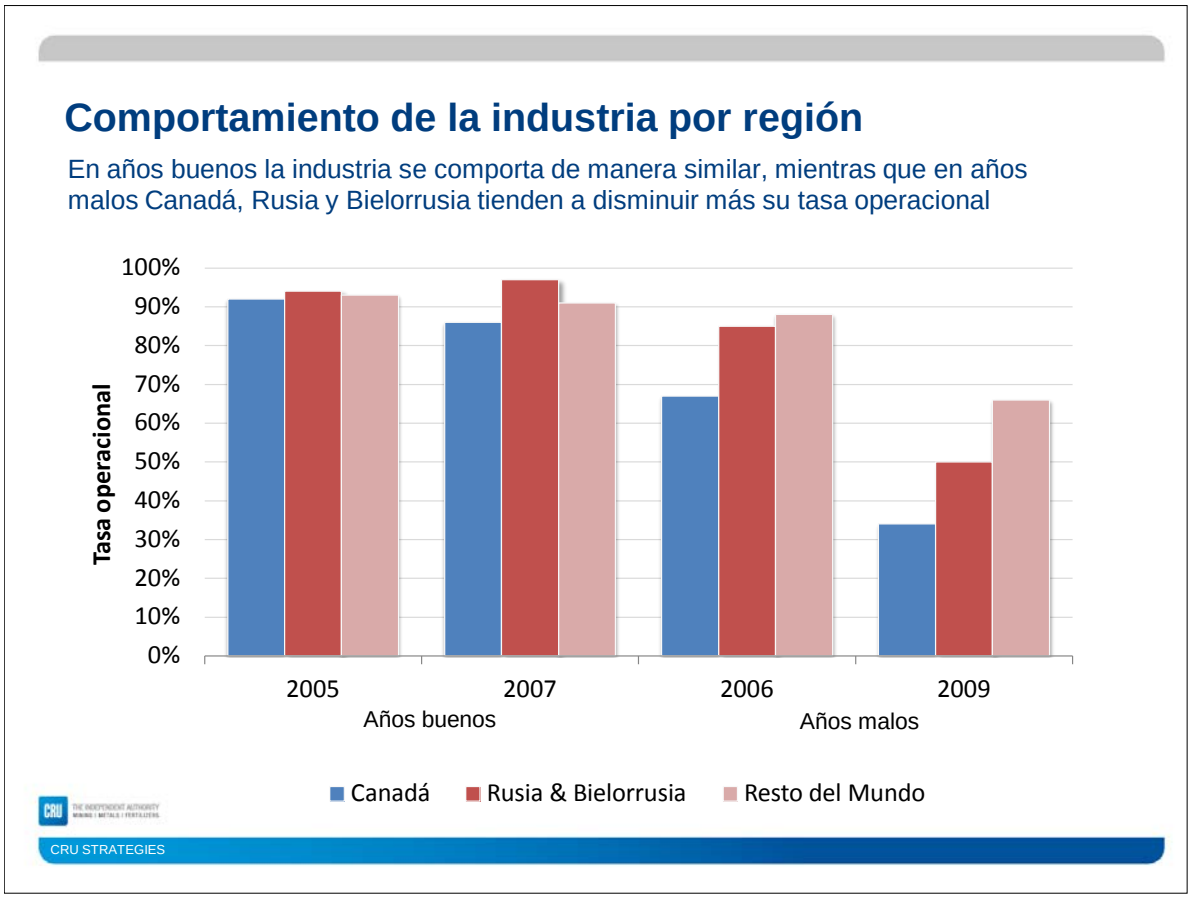
Tabla 7.24: Balance histórico de mercado del KCl, 2005-2012 ('000 toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2012-2017
Total capacidad mundial	**57.235**	**59.325**	**59.785**	**60.935**	**63.975**	**65.230**	**66.780**	**68.175**	3%
% cambio anual		*3,7%*	*0,8%*	*1,9%*	*5,0%*	*2,0%*	*2,4%*	*2,1%*	
Total producción mundial	**52.965**	**47.434**	**54.047**	**52.156**	**31.006**	**50.984**	**54.923**	**50.783**	-1%
% cambio anual		*-10,4%*	*13,9%*	*-3,5%*	*-40,6%*	*64,4%*	*7,7%*	*-7,5%*	
Índice operacional	**93%**	**80%**	**90%**	**86%**	**48%**	**78%**	**82%**	**74%**	

Fuente: CRU Analysis

En años buenos como 2005 y 2007, en los que la demanda es alta, todos los productores tienden a comportares de manera similar en cuanto a utilización de capacidad. En años en los que la demanda se muestra fluctuante y el mercado débil, como 2006 y especialmente 2009, Canadá es el país que más modifica su índice operacional, seguido por Rusia y Bielorrusia.

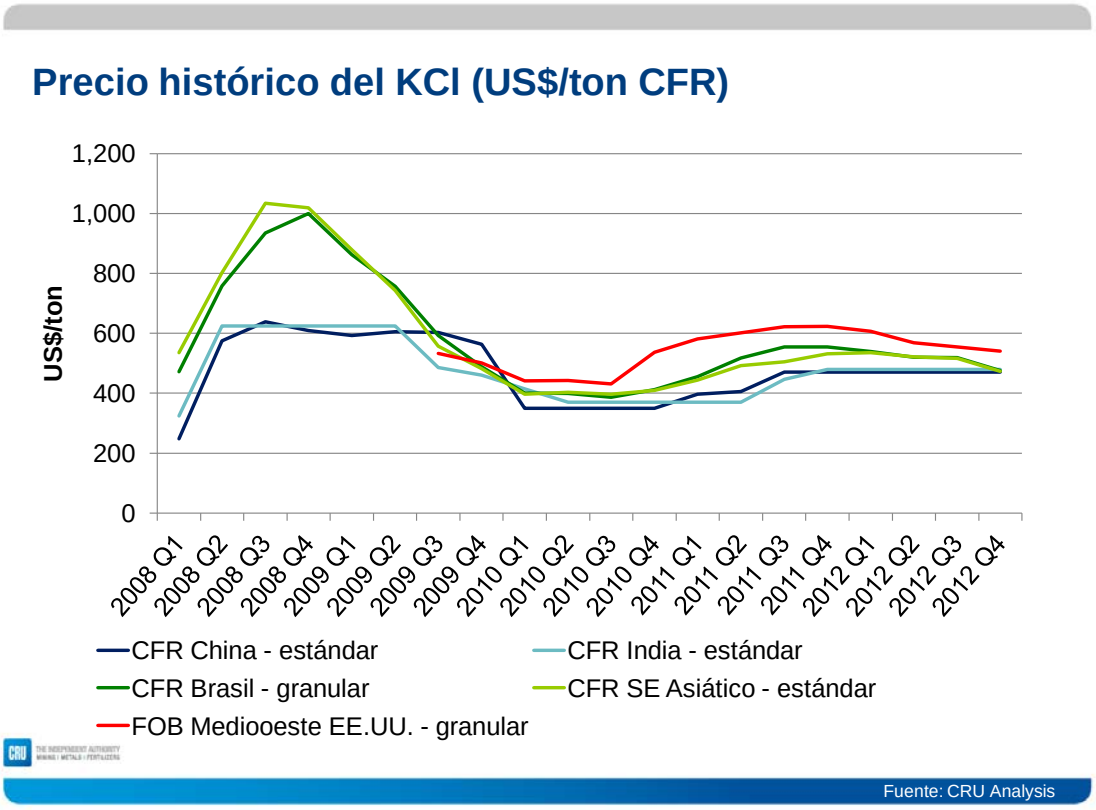
Figura 7.26: Comportamiento de la industria por región



Con respecto al precio del KCl, alrededor del año 2003 el precio internacional de las cosechas estaba aumentando en vista de la estrechez entre la producción y la demanda. Esto trajo consigo un aumento de demanda de KCl. En 2008 el precio de las cosechas y de los fertilizantes llegó a su punto máximo, siguiendo la tendencia general de los *commodities* antes de que la crisis golpeara a fines de ese año. Durante este punto máximo el precio en los mercados spot, Brasil y el Sudeste Asiático, llegó incluso a los US$1.000/ton, aunque muy poco volumen se transó a ese precio y bajó rápidamente. Una vez que los precios de las cosechas comenzaron a decaer, los precios de fertilizantes de nitrato y fosfato también lo hicieron. Sin embargo, debido al alto control de los principales productores sobre el precio del KCl, éste se mantuvo alto a través de un control de la oferta por algún tiempo más. Durante 2009 el KCl experimentó una brusca caída, aunque manteniéndose a un precio superior al visto antes de 2008. Durante 2010 los productores de KCl lograron mantener un precio relativamente alto, situación que se ha mantenido durante 2011 y 2012. Queda claro que durante los últimos años los productores de KCl han sido insistentes en mantener

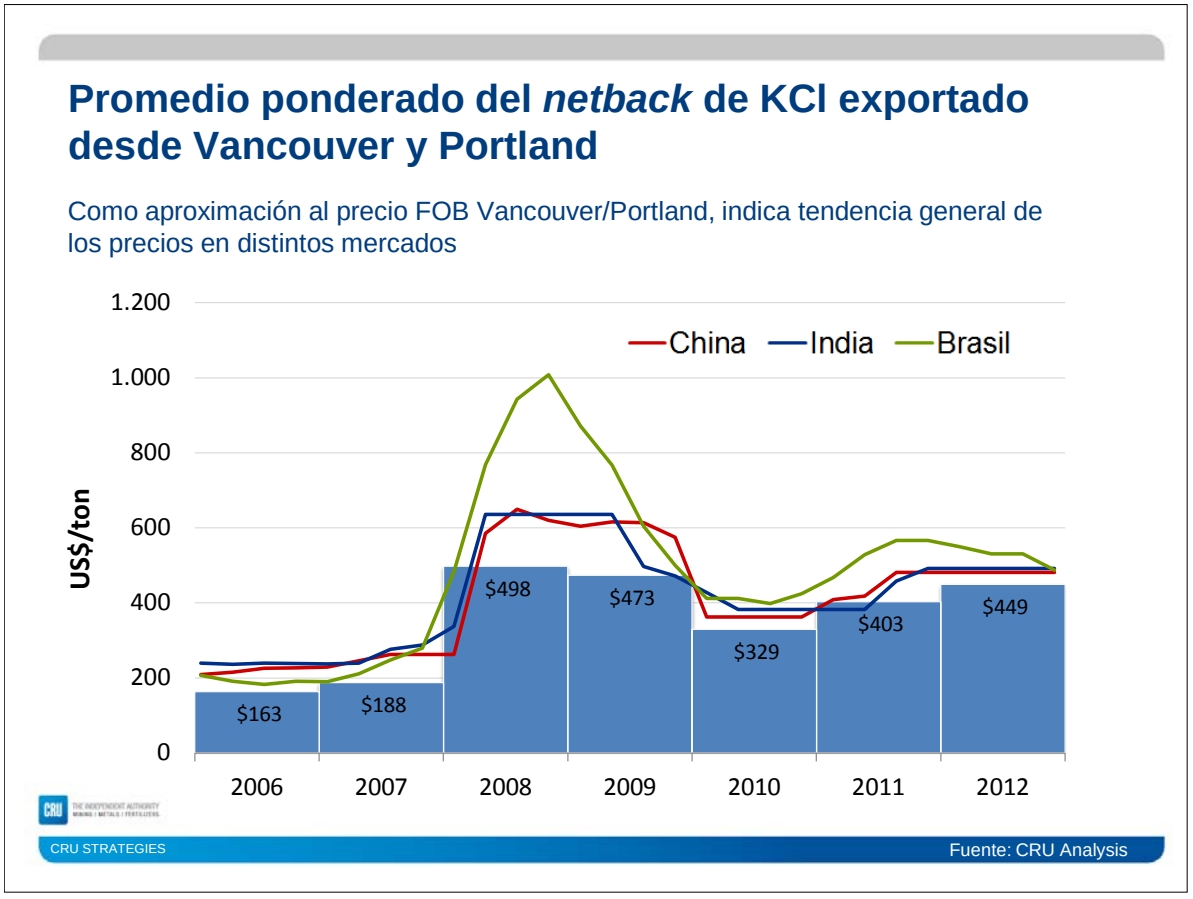
precios altos. CRU ha mantenido la visión de que los precios eventualmente deberán disminuir para dejar de limitar la demanda, lo que hasta ahora no ha pasado.

Figura 7.27: Precio histórico del KCl



Como se explicó anteriormente, CRU trabaja con el precio FOB Vancouver como un buen indicador de de las tendencias del mercado. Para estimar este valor, CRU calcula un promedio ponderado del *netback* del KCl exportado por Canpotex desde Vancouver y Portland (beneficio bruto sin considerar los costos de exportación). El *netback* de las exportaciones desde Vancouver y Portland será el indicador pronosticado por CRU para mostrar la tendencia esperada de los precios de KCl. En promedio, el *netback* de las exportaciones desde los puertos del Mar Báltico (es decir, de las exportaciones de BPC) es de US$10-20/ton menos que el de Canpotex, en parte por tener costos de flete más alto y por tener una razón entre el producto estándar y el producto granulado mayor que la de Canpotex en sus exportaciones.

Figura 7.28: Promedio ponderado del netback de KCl exportado desde Vancouver y Portland



7.4.3 Balance pronosticado de mercado y proyecciones de precios en el corto plazo

Para pronosticar la producción futura se trabaja bajo el supuesto de que la producción total es igual a las ventas totales (que a nivel global es igual a las entregas a los consumidores). Es decir, no se consideran los posibles inventarios acumulados. Si bien en la realidad siempre habrá un cierto nivel de cambio de inventario año a año, en el pasado la industria ha demostrado que es capaz de ajustarse bastante bien a los cambios en el mercado y que la producción sigue de cerca a la demanda. Como se explicó anteriormente, cada región cuenta con distintos niveles de utilización y reaccionan variando ésta en distinta medida en momentos donde la demanda se encuentra baja. Esto se considera en el pronóstico de utilización de CRU.

En los años siguientes, CRU espera que la tasa operacional de la industria se mantenga por debajo del 80%. Gracias al aumento de capacidad presenciado durante los últimos años y la disminución en producción en 2012, la capacidad global actual de aproximadamente 68,2 millones de toneladas de KCl al año es suficiente para satisfacer la demanda proyectada sólo hasta 2016, suponiendo una utilización del 95%. Sin embargo, el aumento del precio de KCl en los últimos cinco años ha afectado la demanda y ha impulsado un aumento de capacidad de producción drástico en los años que vienen. Por lo tanto, la postura de CRU indica que la tasa operacional global se mantendrá baja.

Figura 7.29: Balance de mercado histórico y pronosticado, 2005-2017

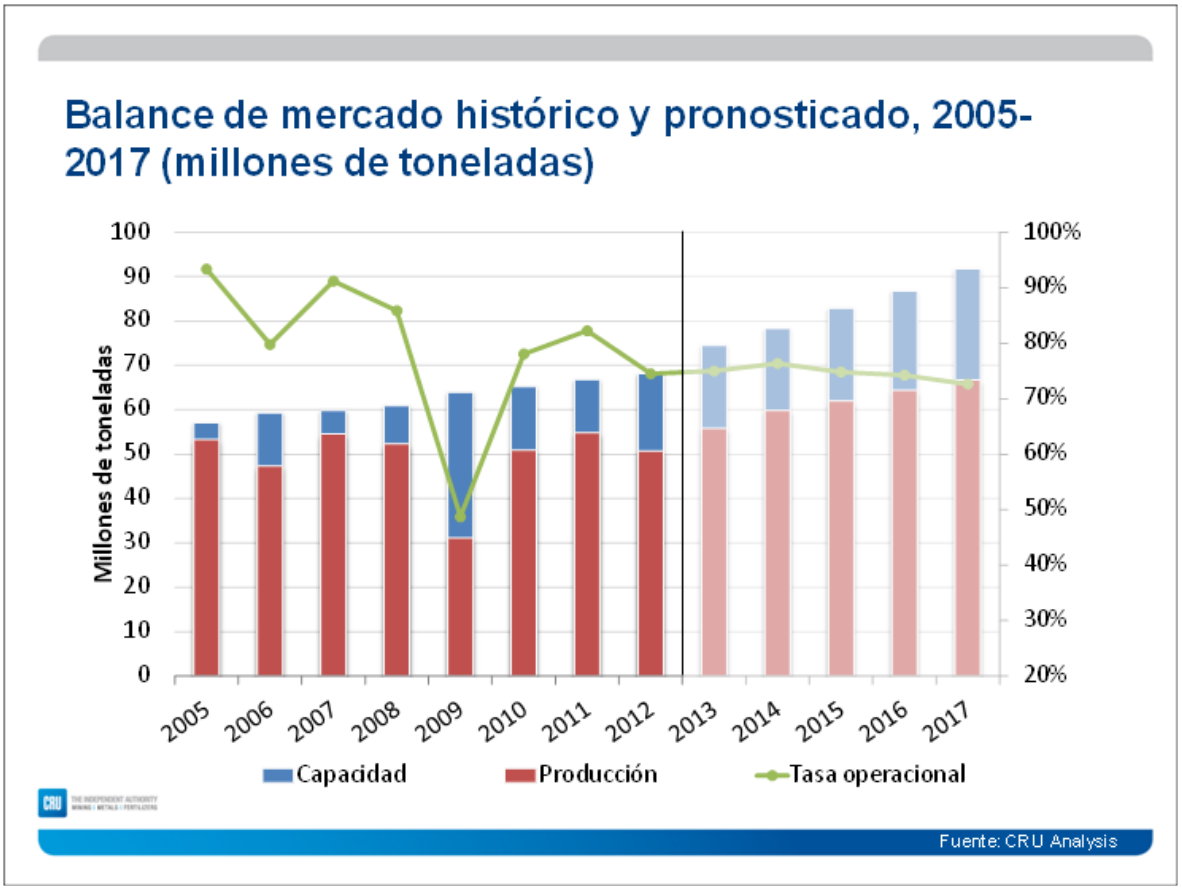


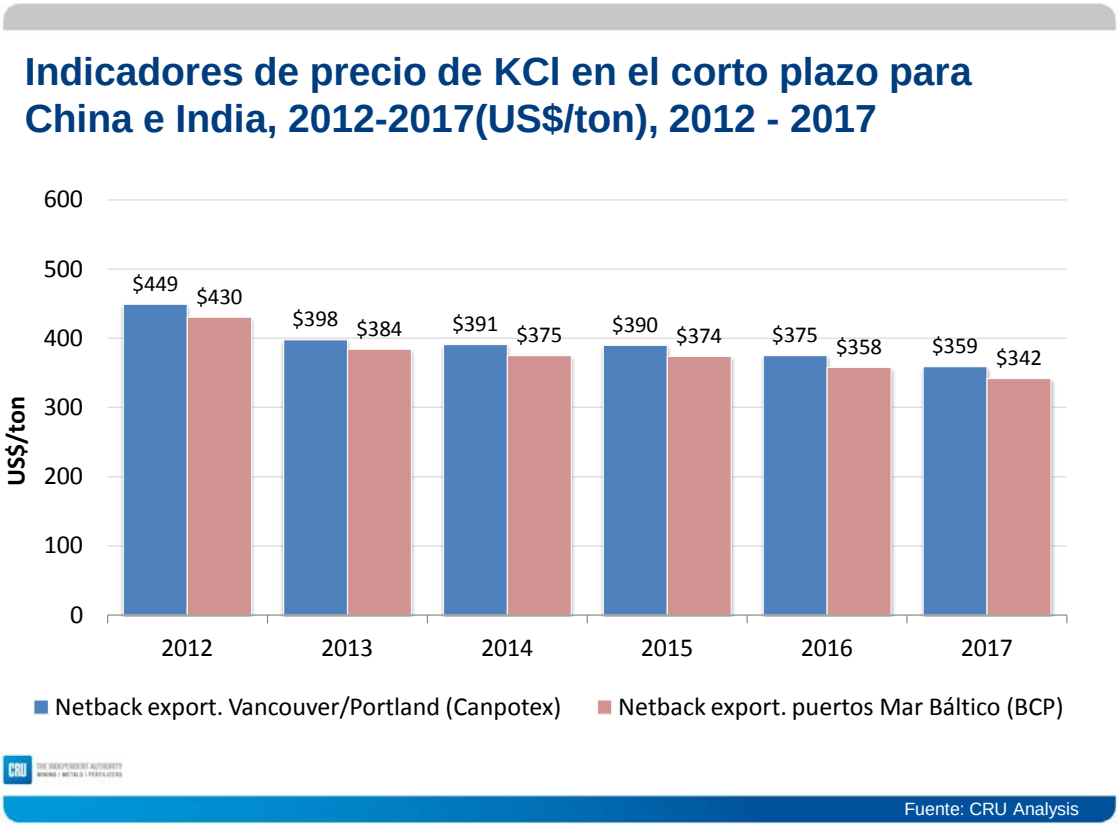
Tabla 7.25: Balance pronosticado de mercado del KCl, 2012-2017 ('000 toneladas)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
Total capacidad mundial	**68.175**	**74.540**	**78.290**	**82.875**	**86.725**	**91.825**	6%
% cambio anual		*9,3%*	*5,0%*	*5,9%*	*4,6%*	*5,9%*	
Total producción mundial	**50.783**	**55.894**	**59.779**	**62.003**	**64.388**	**66.701**	6%
% cambio anual		*10,1%*	*7,0%*	*3,7%*	*3,8%*	*3,6%*	
Índice operacional	**74%**	**75%**	**76%**	**75%**	**74%**	**73%**	

Fuente: CRU Analysis

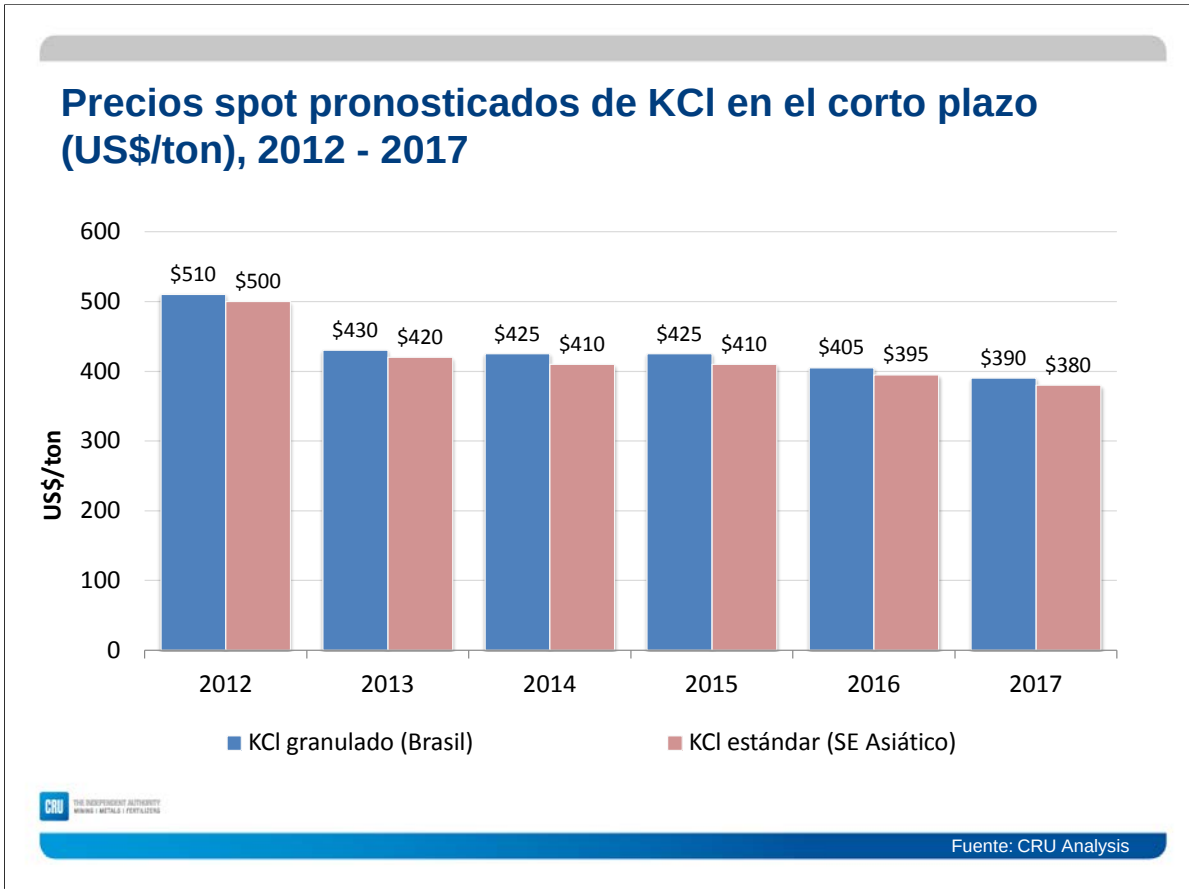
En línea con esto se espera que los precios vayan disminuyendo en los próximos años. El *netback* de Canpotex pasaría de ser de US$449/ton en 2012 a US$359/ton en 2017, mientras que el *netback* de BPC disminuiría de US$430/ton a US$342/ton. Es decir, se espera que entre 2012 y 2017 el *netback* de ambas empresas disminuya en un 20% cada uno. Esto debería afectar a los mercados por contrato, es decir, China e India.

Figura 7.30: Indicadores de precio de KCl en el corto plazo, 2012-2017.



Brasil y el Sudeste Asiático, los mercados spot, mostrarían una disminución aun más drástica en los precios. Tanto el precio *spot* CFR del KCl granular como el del KCl estándar disminuirán en un 24% entre 2012 y 2017. El precio *spot* del producto granular, representativo del precio en el mercado de Brasil, disminuirá de US$510/ton en 2012 a US$390/ton en 2017. El precio del producto estándar, representativo del Sudeste de Asia, bajará de US$500/ton en 2012 a US$380/ton.

Figura 7.31: Precios *spot* pronosticados de KCl en el corto plazo

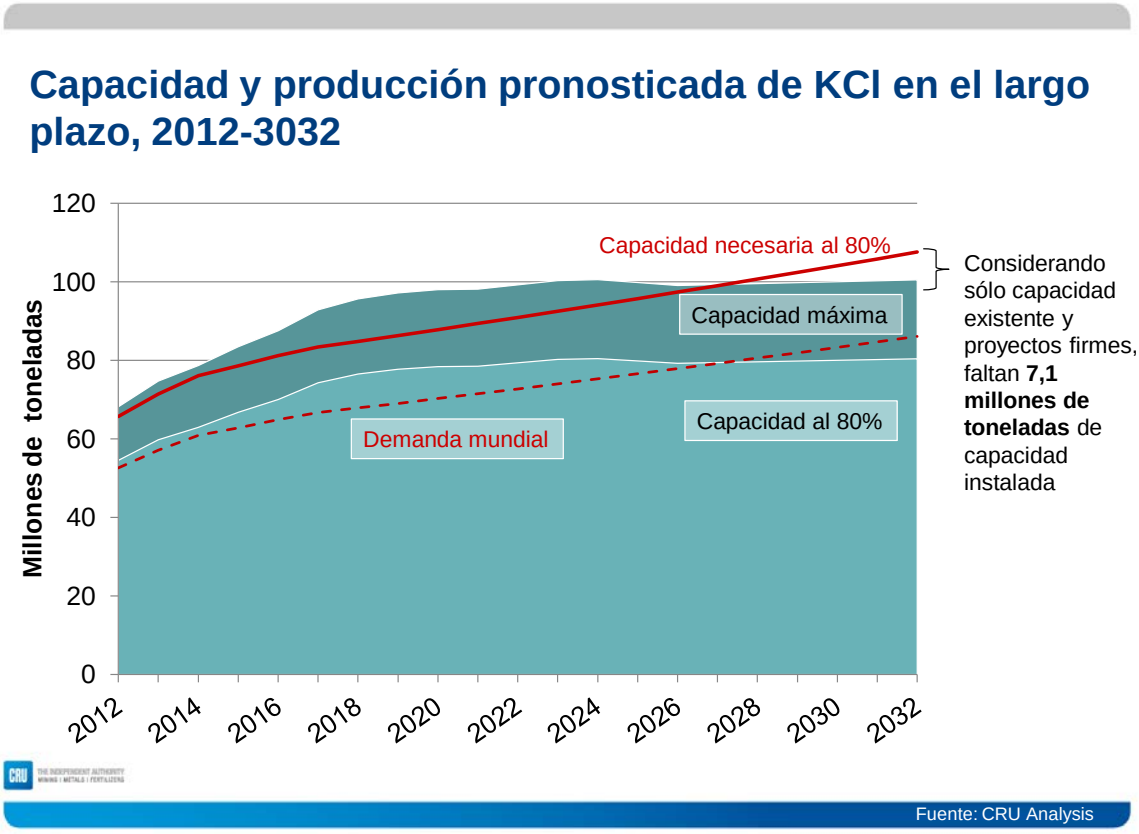


7.4.4 Balance pronosticado de mercado y proyecciones de precios en el largo plazo

El balance pronosticado en el largo plazo considera la demanda y la oferta pronosticada, así como la utilización promedio esperada entre 2012 y 2032. La capacidad de producción instalada en 2032 llegaría a los 100,5 millones de toneladas de KCl, lográndose una capacidad de producción efectiva de 80,4 millones de toneladas anuales si se considera que la tasa operacional esperada es del 80%.

Para ese mismo año se espera que la demanda alcance los 86,1 millones de toneladas. Ya que esta producción se debe lograr con una utilización del 80% de la capacidad, esto significa que la capacidad de producción necesaria para satisfacer la demanda es de 107,6 millones de toneladas, es decir.

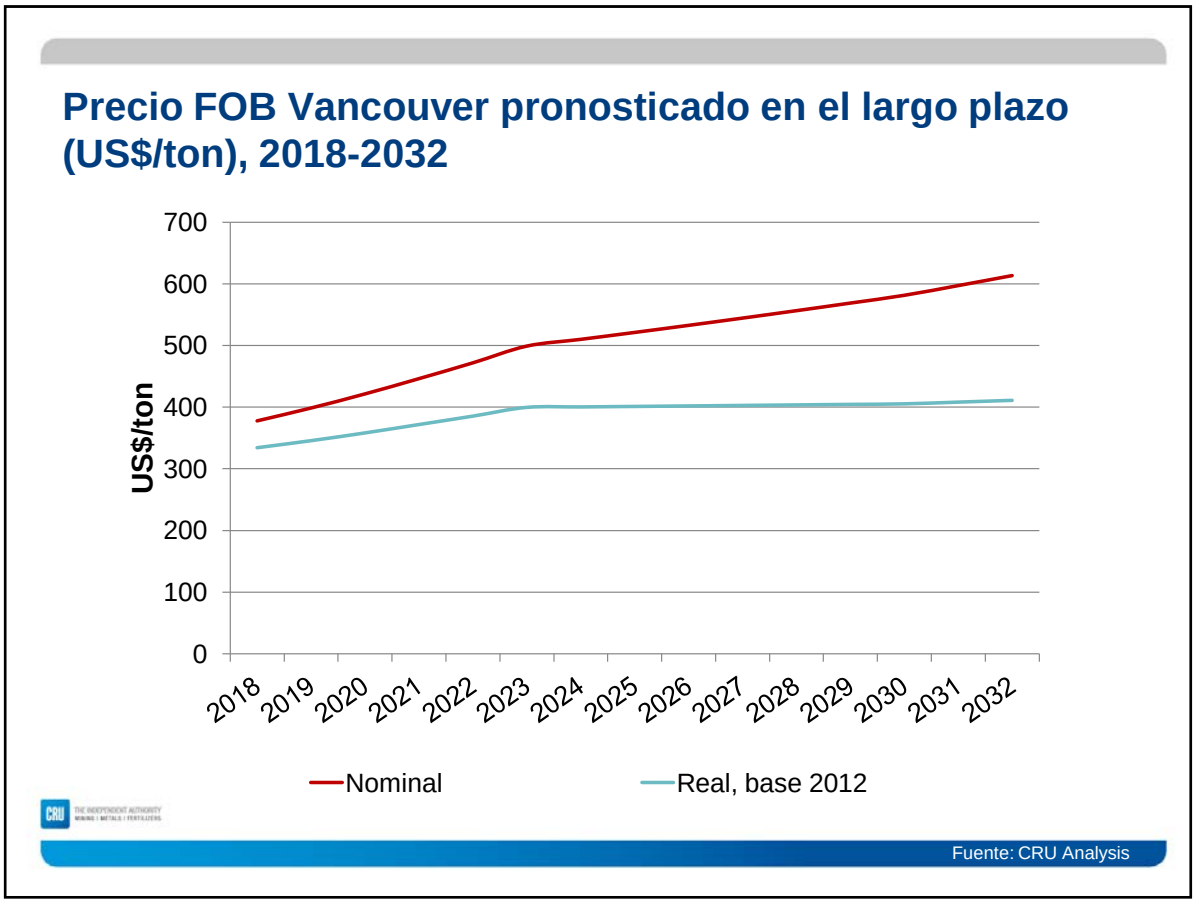
Figura 7.32: Capacidad y producción pronosticada de KCl en el largo plazo, 2012-2032



Existen una serie de proyectos de exploración de los cuales podrían provenir los 7,1 millones de toneladas de capacidad extra necesaria para que la oferta iguale a la demanda en 2032. En base a esta información se establece una estructura de costos que sea representativa del productor marginal con mayor probabilidad de suplir la capacidad faltante, a partir de lo cual se calcula el costo marginal de largo plazo (CMLP) de la industria en 2012. Este CMLP es escalado según los pronósticos de una serie de variables, entre las que se encuentran la inflación del costo de capital, el índice del costo de flete y la inflación del costo de la mano de obra entre otros. La teoría indica que

el precio esperado en el largo plazo tenderá al CMLP y se espera que oscile alrededor de éste. El CMLP calculado en 2012 es de US$415/ton en base real 2012.

Figura 7.33: Precio FOB Vancouver pronosticado en el largo plazo



7.4.5 Márgenes y rentabilidad

Como se estableció anteriormente, el *netback* de Canpotex ha sido históricamente entre US$10-20/ton mayor al de BPC. La razón entre producto granulado y producto estándar es mayor en el caso de Canpotex, es decir, un porcentaje mayor de sus ventas corresponde a producto granulado por el que se puede cobrar una prima. La mayor parte de las exportaciones de Canadá son hacia Estados Unidos, mercado en el que el promedio de precio FOB del producto granulado fue de US$568/ton. China e India son los principales países a los que exportan Rusia y Bielorrusia, donde los precios CFR promedio del producto estándar en 2012 fueron de US$470/ton y US$480/ton respectivamente.

Sin embargo, cuando se trata de costos de explotación, en general las minas canadienses tienen costos operacionales mayores a los de las minas en Rusia y Bielorrusia dada la gran profundidad a la que han llegado sus minas subterráneas, entre otras variables. El costo promedio de producción en 2012 en Bielorrusia y Rusia fue de US$103/ton y US$106/ton respectivamente, mientras que en Canadá fue de US$146/ton.

7.5 Análisis competitivo de la industria en Colombia

7.5.1 Modelamiento de las cinco fuerzas de Porter y atractivo de la industria

Las cinco fuerzas de Portes se utilizan como guía para determinar qué tan atractiva es una industria *per sé*, sin considerar ventajas y desventajas específicas de algún país o empresa. A continuación se muestra el análisis desarrollado para la industria del KCl:

Tabla 7.26: Modelo de las cinco fuerzas de Porter

Fuerza	Observaciones
Riesgo de sustitución BAJO-MEDIO	• No existen sustitutos para el rol que cumple el potasio en la producción de fertilizantes. • Sin embargo, los agricultores no necesariamente deben utilizar fertilizantes todos los años. Existe la posibilidad de no aplicar fertilizante de potasio un año y aún así contar con los efectos del fertilizante aplicado el año anterior, por lo que se podría ver esta alternativa como un sustituto en caso de que los precios se encuentren muy elevados.
Barreras de entrada ALTA	• Dependiendo del tipo de yacimiento y su ubicación geográfica los costos operacionales pueden variar bastante, por lo que para ser competitivo se debe contar con un yacimiento atractivo. • El mercado es muy concentrado y las empresas han tendido a agruparse para exportar a través de una sola empresa que se encarga de negociar con los principales mercados consumidores (Canpotex en el caso de Canadá, BCP en el caso de Rusia y Bielorrusia). • Si bien el costo de capital necesario para entrar a la industria no es tan grande como en el caso de otros *commodities* , es considerablemente mayor que la inversión necesaria para expandir capacidad ya existente. Esto, en conjunto con la concentración del mercado, pone en desventaja a aquellos que quieran ingresar a la industria. • Recientemente Uralkali anunció que dejará de exportar a través de BCP, haciéndose responsable de sus propias exportaciones a través de Uralkali Trading. Esto puede ser interpretado como un intento por socavar la entrada de nuevos actores que han planeado entrar al mercado en los próximos años.
Poder proveedores MEDIO-BAJO	• No hay mucha diferencia con la minería en general.
Poder clientes MEDIO-ALTO	• China e India negocian contratos de seis meses a un año con los grandes exportadores. Estas negociaciones llegan a durar meses y algunas veces no se concretan. En China e India los compradores tienen tanto poder como los productores, y se define cuál de los dos cede dependiendo de la presión que cada uno tenga según la situación de mercado del momento. • Brasil y el Sudeste Asiático son regiones que compran KCl a una mayor variedad de exportadores, por lo que se genera un mercado de precios spot en el que los productores están menos dispuestos a ceder.
Rivalidad de la industria BAJA	• El mercado es extremadamente concentrado, con seis empresas en cuatro países controlando más del 70% de la capacidad de producción a nivel mundial y trabajando abiertamente como un cartel. • Dado los altos precios que se han observado en los últimos años se comenzaron una serie de expansiones *brownfield* lideradas por los grandes productores, las que se completarán en los próximos cinco años concentrando aún más la capacidad de producción.

Data: CRU

Las principales barreras de entrada de la industria del KCl son el acceso a un yacimiento de calidad, como en toda la industria minera, y la alta concentración del mercado. No solo existen pocos productores que tienen el control de una gran parte de la capacidad productiva, sino que además estos pocos productores se han asociado para controlar las exportaciones y tener mayor poder de mercado a la hora de negociar con los compradores. Dependiendo del mercado, sin embargo, los compradores también han mostrado un alto grado de poder en estas negociaciones, haciendo ceder en ocasiones a los productores.

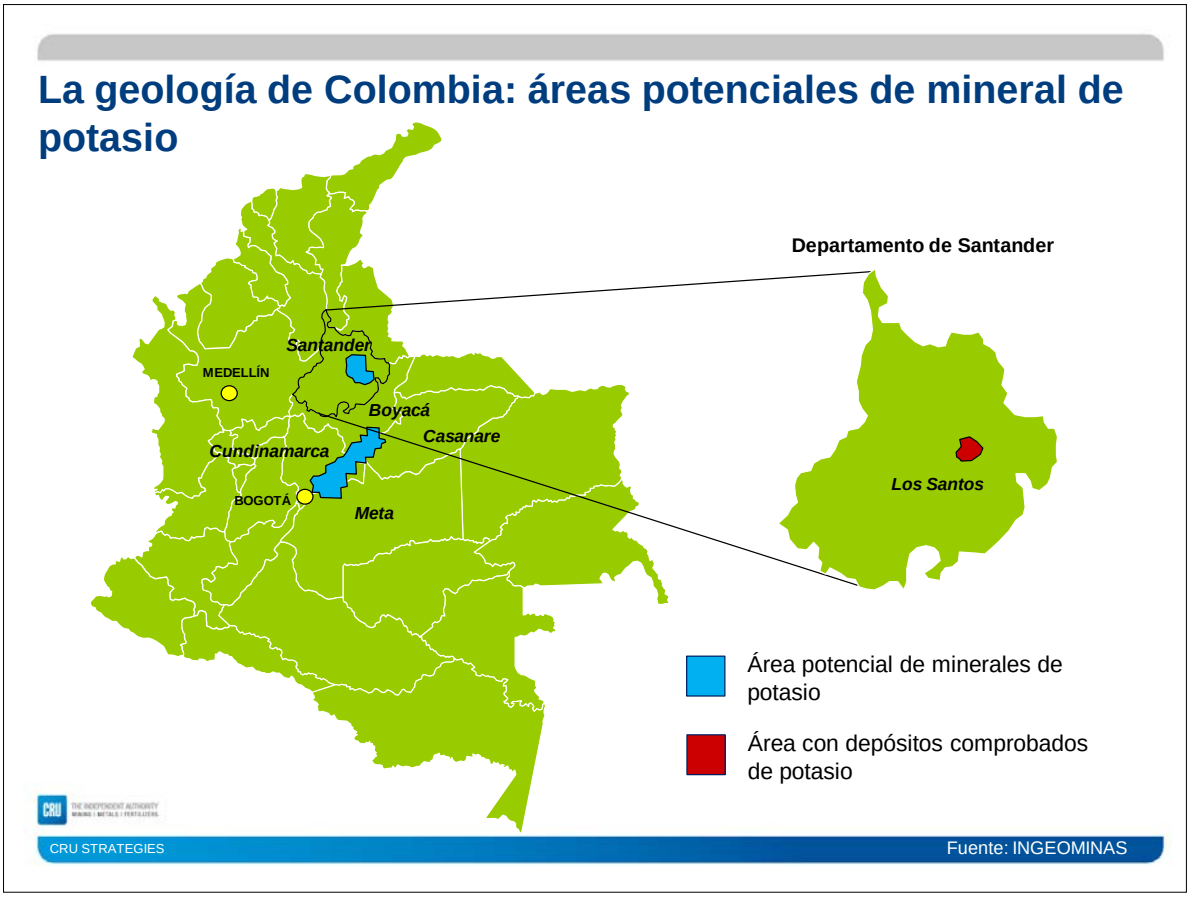
Desde el punto de vista de la oferta y la demanda, se espera que en los próximos años se concreten las expansiones de los grandes productores comenzadas hace algunos años, lo que permitiría una producción mayor a la demanda esperada.

Tomando todos estos puntos en consideración, CRU estima que la industria del KCl presenta un atractivo medio-bajo tanto en el corto como en el largo plazo.

7.5.2 Dotación de recursos de Colombia

En el estudio realizado por el Servicio Geológico Colombiano sobre áreas con potencial mineral del país en febrero de 2012, se establecieron dos zonas de posible interés para la exploración de mineral de potasio: una en el departamento de Santander y la otra abarcado áreas de los departamentos de Cundinamarca y Boyacá. Desde entonces se han encontrado depósitos de sales de potasio en el municipio de Los Santos del departamento de Santander, específicamente en la zona conocida como La Mesa de Los Santos. Este sería el primer hallazgo oficial de depósitos de mineral de potasio en Colombia, a pesar de que la zona ya era explotada por mineros artesanales. La mineralización consiste en una red de venillas donde el mineral de potasio se encuentra asociado a yeso y caliza. Ya que la zona muestra una amplia presencia de yeso, se espera que estudios más extensos puedan demostrar la existencia de un yacimiento de sales de potasio de proporciones importantes. Estos estudios están siendo realizados por el Servicio Geológico Colombiano, por lo que podría transcurrir un tiempo prolongado entre el hallazgo del yacimiento y su explotación considerando que aún no se realiza una concesión del terreno. Tampoco se cuenta con estimaciones concretas sobre la cantidad de mineral que podría existir en la zona ni la calidad de éste.

Figura 7.34: Geología de Colombia: áreas potenciales de mineral de potasio



7.5.3 Principales competidores y posición competitiva de Colombia

A nivel global, el mercado de mineral de potasio está bastante concentrado. En 2012 Canadá, Rusia y Bielorrusia contaban con un 67% de la capacidad de producción mundial de KCl, situación que prácticamente no ha cambiado desde 2005. En América, si se deja de lado a Canadá, los únicos productores son Chile, Estados Unidos y Brasil, que juntos representaron un 7% de la capacidad de producción en 2012.

Con respecto a la demanda, los mayores consumidores de fertilizante de potasio son China, Brasil y Estados Unidos. Entre los tres representaron el 53% de las entregas totales de KCl en 2012. América Central y del Sur, sin considerar a Brasil, recibió tan solo un 3% de las entregas de 2012.

La gran mayoría de las importaciones de KCl de América vienen de Canadá y Bielorrusia, siendo éste el caso de Colombia.

Colombia es un país enfocado a la exportación de productos agrícolas, y se caracteriza por consumir altas cantidades de potasio por hectárea cultivada. A pesar de contar con una industria propia de fertilizantes el país depende de la importación de KCl para su producción, siendo el segundo país con mayores importaciones de KCl de América Latina después de Brasil. Las entregas totales que recibió el país, que en el caso de Colombia equivalen a las importaciones por no tener producción propia, ascendieron a 415 mil toneladas en 2012. Esto fue 82% mayor que el mínimo en 2009 y 12% menor que el máximo alcanzado en 2011. En los años siguientes se espera que el consumo de fertilizantes de potasio de Colombia vaya aumentando levemente, con el consecuente aumento en las entregas de KCl necesarias para satisfacer esta demanda.

Figura 7.35: Entregas históricas y pronosticadas de KCl a Colombia, 2002-2017

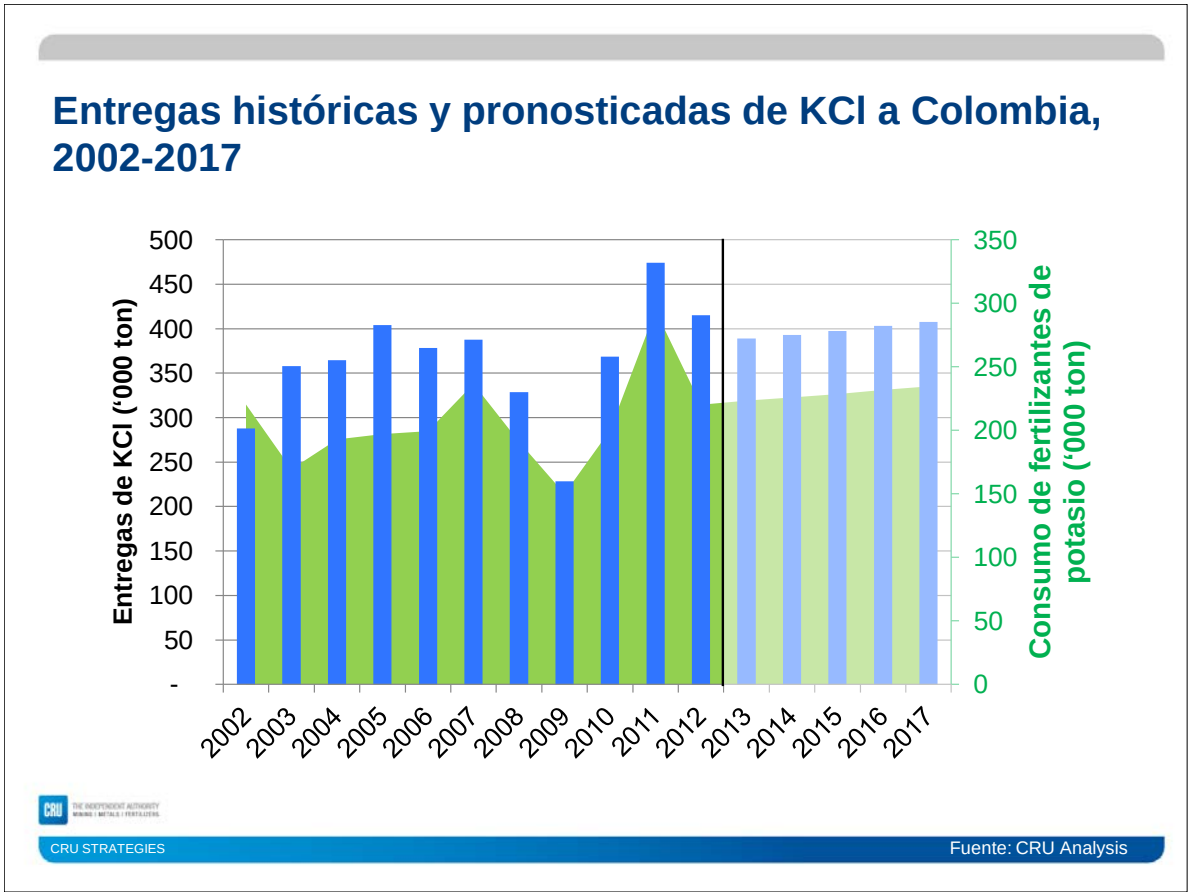


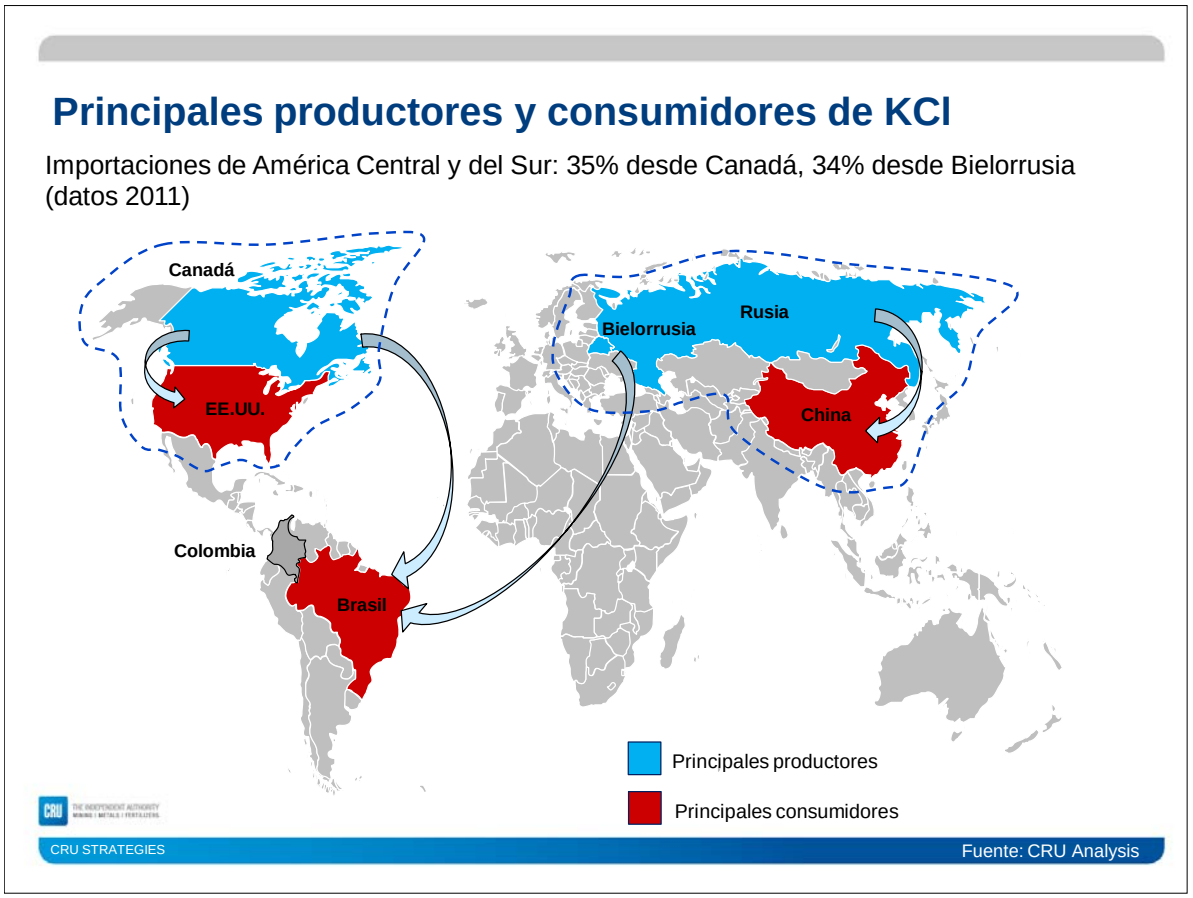
Tabla 7.27: Importaciones de Colombia por país de origen, 2007-2011 ('000 toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Bielorrusia	144	134	89	125	200	54
Canadá	175	127	55	149	157	147
Alemania	45	25	27	49	63	56
Chile	6	4	8	29	32	45
Rusia	13	39	37	13	14	107
EE.UU.	4	0	12	3	7	5
Otros	0	0	0	0	1	1
Total importaciones	**388**	**329**	**228**	**369**	**474**	**415**
% cambio anual		*-15,2%*	*-30,5%*	*61,4%*	*28,6%*	*-12,4%*

Data: CRU Analysis

En caso de que el depósito encontrado en La Mesa de los Santos efectivamente sea lo suficientemente extenso como para permitir su explotación o se encuentren otros depósitos de interés en el país, se esperaría que Colombia comenzara a reemplazar las importaciones de KCl por producción propia. En todo caso el mercado interno de Colombia es bastante pequeño. A modo de comparación, de los proyectos *greenfield* que se espera que comiencen a producir en los próximos cinco años el de menor capacidad es el proyecto Garlyk en Turkmenistán, que se espera que tenga una capacidad de 1.400 toneladas anuales. Es decir, más de tres veces el mercado colombiano. Por lo tanto, para captar la atención de la industria, el yacimiento debería ser lo suficientemente grande como para permitir la exportación de KCl. En este caso Colombia podría aprovechar su ubicación geográfica y exportar a Brasil u otras regiones de América Central y del Sur, dado que la región importa en gran parte desde países más lejanos.

Figura 7.36: Principales productores y consumidores de KCl



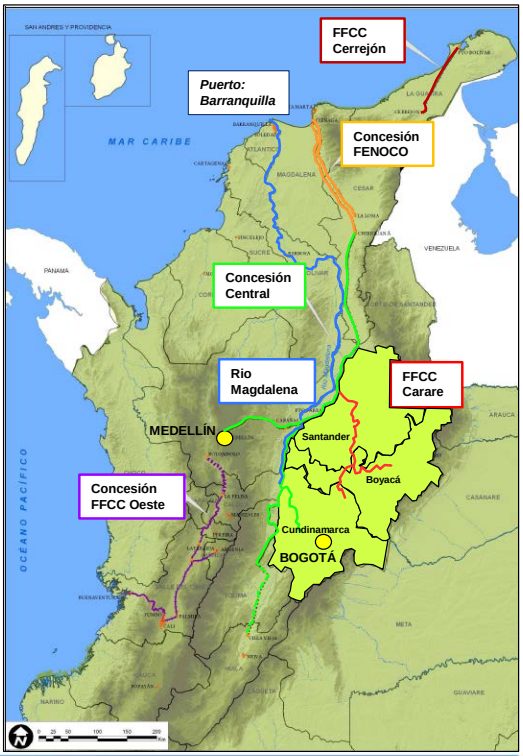
Si se considera la infraestructura presente en Colombia para efectos de transportar el cloruro de potasio desde Los Santos, el departamento de Santander cuenta con una red ferroviaria que lo conecta al puerto de Barranquilla. También existe la opción de transporte a través del Río Magdalena, río navegable hasta el mismo puerto. Otras zonas de potencial interés como lo serían las regiones de Boyacá y Cundinamarca también cuentan con acceso al sistema ferroviario. Sería importante evaluar cuánta de esta capacidad de transporte está efectivamente disponible para transporte a granel. Al mismo tiempo el KCl es un producto que debe ser transportado con cierto cuidado dada la facilidad con la que absorbe humedad y la irritación que puede causar a la piel si se tiene contacto directo con él, por lo que se deberían evaluar las posibles condiciones de transporte.

En caso de querer dedicarse el mineral explotado a consumo interno, se deberían analizar las rutas de transporte actuales para el KCl importado y la ubicación de las plantas a las que llega. De todas formas las regiones mencionadas, Santander, Boyacá y Cundinamarca, tienen una conectividad relativamente buena con el resto del país.

Figura 7.37: Infraestructura colombiana

Infraestructura colombiana

- Los yacimientos conocidos de la mineral de potasio se encuentran en el departamento de Santander.
- Boyacá y Cundinamarca tienen zonas donde potencialmente podría encontrarse potasio.
- Los tres departamentos tienen conexión al sistema ferroviario que llega al puerto de Barranquilla.
- El Río Magdalena, navegable hasta el puerto de Barranquilla, pasa al lado del departamento de Santander.



CRU STRATEGIES

Fuente: INCOPLAN S.A.

A continuación se muestran las ventajas y desventajas competitivas de Colombia:

Tabla 7.28: Ventajas y desventajas competitivas de Colombia

Ventajas	• Ya se han encontrado indicios de la presencia de un depósito de sales de potasio. Este yacimiento afloraría a la superficie, por lo que podría tener bajos costos de explotación. • El depósito se encuentra en un departamento con buena conectividad para transportar a puerto y a otras regiones del país. • Cercanía a Brasil, uno de los mayores mercados consumidores a nivel mundial.
Desventajas	• No se sabe nada sobre el depóstio más allá de su existencia. Se requiere evaluar la cantidad de recursos disponibles y si son explotables económicamente, lo que requerirá inversión y tiempo. • Los estudios fueron realizados por el Servicio Geológico Colombiano, no hay una empresa involucrada que promueva la exploración. • Actualmente se explota yeso y caliza de manera artesanal en la misma zona. • El mercado interno de Colombia no es lo suficientemente grande como para justificar una operación por sí solo, por lo que se necesitaría un depósito de proporciones muy grandes que permita exportar.

Data: CRU Strategies

RESUMEN

- En resumen, se puede afirmar que la industria del KCl tiene un bajo atractivo en general y que los eventos recientes ocurridos al interior del cartel aumentan la incertidumbre y nivel de riesgo asociados al mercado. Asimismo, independientemente de estos acontecimientos, la industria se mantiene altamente concentrada y, por ende, las barreras de entrada siguen siendo altas.
- Colombia no tiene producción propia de KCl e importa cantidades relativamente menores desde países como Canadá, Rusia y Alemania.
- Recientemente se ha encontrado un depósito de potasio en Colombia en un terreno que se explota de forma artesanal y sobre el que no se tiene ningún tipo de información robusta. No se sabe cuál es la extensión del yacimiento, la magnitud de sus recursos ni si su explotación sería económicamente factible. Esto naturalmente dificulta cualquier evaluación de invertir en dicho yacimiento.
- En caso de que este yacimiento resultara ser de calidad, tendría que tener suficientes recursos como para poder exportar mineral, ya que el mercado interno colombiano no es lo suficientemente grande como para sustentar una operación de gran escala.
- En caso de que el depósito permita la exportación, el mercado consumidor importante más cercano es el de Brasil. En este caso se debería estudiar si la infraestructura disponible del país está diseñada para realizar transporte a granel y si su capacidad es suficiente como para que sea eficiente en costos.
- Se debe considerar que se espera una baja en los precios de KCl en el corto plazo debido al aumento de capacidad en comparación con la demanda esperada, por lo que el contexto económico actual del mercado no es el mejor como para entrar a la industria.

Capítulo 8 – Mercado del Uranio

8.1 Resumen general del mercado

RESUMEN DEL MERCADO

- **Características claves**

  El mercado mundial del uranio alcanzó los USD $7.500 millones en el año 2012, equivalentes a 69.552 toneladas de producción de U_3O_8.

  En términos de la demanda, casi todo el uranio producido (un 95%) se utiliza para la producción de combustible nuclear, dado que es posible generar una gran cantidad de energía térmica mediante la fisión nuclear del isotopo uranio 235 (o U-235), se conoce como la energía nuclear. Por lo tanto, hoy en día los consumidores principales del uranio son las centrales nucleares, que utilizan dicho combustible nuclear, fabricado a partir de uranio, para generar electricidad. En el futuro se espera que la industria de energía nuclear siga como el principal consumidor de uranio.

  Por el lado de la oferta, existen dos fuentes: el uranio extraído de mina (que compone la oferta primaria) y el uranio reciclado y/o reprocesado (que compone la oferta secundaria). En este momento las fuentes secundarias de oferta proporcionan menos de alrededor de un 20% de la oferta total de uranio, y se estima que esta proporción disminuirá en el futuro. La producción potencial futura estará concentrada en Kazajstán, Rusia, Namibia, Canadá y Australia.

  En términos de precio, el año 2012 cerró con un precio *spot* promedio de USD $48,75. Sin embargo, es importante destacar que las centrales nucleares compran más de un 80% de su abastecimiento de uranio a través de contratos de largo plazo. De acuerdo a los fundamentos del mercado, CRU prevé una tendencia al alza a partir de 2014.

- **Cambios recientes y en desarrollo**

  La industria del uranio se encuentra al final de un periodo excepcional. En marzo de 2011 ocurrió el incidente de Fukushima, lo cual provocó el cierre de todos los reactores japoneses. Nunca antes se habían parado tantos reactores al mismo tiempo: de los 120 reactores existentes en el mundo, 50 fueron detenidos (casi todos en Japón). Además, este importante incidente naturalmente impulsó que varios países revisaran sus políticas nucleares. Como consecuencia,

el mercado está experimentando un período de bajos precios como resultado de la fuerte caída de la demanda, sobre todo proveniente de Japón. Se espera que el mercado permanezca relativamente débil durante la última parte de 2013 y el primer semestre de 2014, con el precio llegando a un punto mínimo de $39/libra en 2013. Luego, a partir del segundo trimestre de 2014, se estima que el mercado se volverá más ajustado: la demanda crecerá, en gran medida como resultado del reinicio de los reactores japoneses, mientras que la nueva producción, retrasada por los efectos del incidente de Fukushima, tomará más tiempo en aumentar y satisfacer los crecientes niveles de demanda. El efecto combinado de estos dos factores resultará en un déficit que dispararía una subida en el precio del uranio.

- **Oportunidades / Riesgos**

  Un importante riesgo del mercado efectivamente se observó en Japón el año 2011, donde una catástrofe natural en Fukushima causó un impacto negativo en la demanda mundial que causó precios del uranio anormalmente bajos. En el medio y largo plazo, sin embargo, se espera que la energía nuclear se vuelva más popular, debido en gran medida a las ventajas que demuestra comparada con otras fuentes de energía: es una fuente de energía muy limpia comparada con los combustibles fósiles, sus niveles de emisión de CO_2 incluso son más bajos que los de varias fuentes de energía "renovable", y es una fuente de energía que presenta ventajas en cuanto a su potencial energético – en comparación con otros combustibles.

- **Acceso al mercado / Barreras de entrada**

  La principal barrera de entrada es el costo y el plazo de desarrollo de un yacimiento de uranio. Además, el procesamiento del mineral para obtener el uranio requiere un alto nivel de conocimiento técnico. Por estas dos razones, los proyectos de uranio tienden de ser de mediana a gran escala. Por otra parte, la industria tiene un alto nivel de integración vertical: tres importantes empresas controlan un 44% de la producción minera y también participan en varias otras etapas – posteriores – del ciclo nuclear (conversión, enriquecimiento, fabricación del combustible nuclear). Sin embargo, el resto de las empresas productoras se dedican exclusivamente a la extracción minera del uranio, y además existen varias empresas independientes que participan en una sola etapa del ciclo nuclear.

La producción de uranio llegó a 69.552 toneladas de U_3O_8 en 2012. Como se puede observar en la tabla a continuación, es una industria con poca competitividad, dado que cinco empresas

contribuyeron un 67% a la producción del uranio: KazAtomProm, Areva, Cameco, ARMZ – Uranium One y Rio Tinto. Además, las ocho empresas más grandes controlan un 82% de la producción minera.

Tabla 8.01: Proporciones de producción, 2012 (t de U3O8)

Empresa	Toneladas de U3O8 (2012)	%
KazAtomProm	10.556	15%
Areva	10.292	15%
Cameco	10.049	14%
ARMZ - Uranium One	9.087	13%
Rio Tinto	6.473	9%
BHP Billiton	4.033	6%
Paladin	3.640	5%
Navoi	2.859	4%
Otros	12.563	18%
Total	**69.552**	**100%**

Fuente: CRU Analysis, World Nuclear Association (WNA)

De las ocho, sólo las tres mayores participan en otras etapas del ciclo nuclear (ver la sección 8.3.3.4 para más detalle):

- **Cameco** tiene dos sitios de conversión, uno en Canadá y otro en el Reino Unido, donde se convierte U_3O_8 a UF_6 y también produce combustible nuclear, equivalente a un 25% de la capacidad comercial mundial de conversión;
- **Areva** participa en todas las etapas del ciclo. Tiene operaciones de minería, conversión, enriquecimiento, fabricación de combustible nuclear y diseño y fabricación de reactores nucleares, y;
- **KazAtomProm** quiere volverse 100% integrada verticalmente.

Cabe destacar que, por otra parte, existen otras empresas independientes dedicadas exclusivamente a la conversión y enriquecimiento.

8.1.1 Notas generales en relación a este capítulo

8.1.1.1 Unidades

En este capítulo la demanda del uranio se expresa en toneladas de uranio, porque se base en la demanda de los individuales reactores nucleares, mientras la oferta del uranio se base en toneladas

de óxido de uranio (U_3O_8), el producto final de la mina. La sección sobre el balance del mercado también se expresa en toneladas de U_3O_8: una tonelada de uranio es equivalente a 1,179 toneladas de U_3O_8.

8.1.1.2 Comercialización (exportaciones e importaciones)

Debido al carácter extremadamente sensible del uranio en relación a un posible uso militar, los países involucrados en la comercialización de este mineral no suelen facilitar información de importación y exportación. En consecuencia, no existen fuentes confiables que reflejen de forma razonable las cifras de comercio exterior de uranio.

Debido a esta limitación, no es posible presentar en este capítulo el análisis habitual de comercialización incluido en los restantes 10 minerales. De todas maneras, es importante destacar que las conclusiones relevantes al mercado del uranio en general no se ven afectadas por este hecho.

8.2 Estructura y caracterización de la demanda en Europa, Asia y Las Américas y El Caribe

8.2.1 Determinantes de la demanda

La demanda del uranio depende casi exclusivamente de la generación de energía nuclear, y por lo tanto, de la capacidad existente y futura de reactores nucleares. A su vez, la capacidad nuclear es determinada por la demanda de electricidad, la matriz energética (cómo se reparte el total de generación eléctrica entre las distintas fuentes de energía) y diferentes factores macroeconómicos. La generación de energía abarca alrededor de un 95% del total de consumo de uranio en el mundo.

El restante 5% de la demanda de uranio proviene de otros usos, como investigaciones científicas y aplicaciones militares. Sin embargo estos usos no son analizados en detalle en el informe debido al bajo impacto que poseen en las determinantes de la demanda. Además, el uranio utilizado para investigaciones y para usos militares normalmente se mantiene dentro de un circuito cerrado y no es comercializado por las vías habituales de mercado.

Por el lado del consumo de uranio en reactores nucleares, este no se mantiene en el mismo nivel durante toda la vida del reactor sino que depende de la etapa en que se encuentra: se requiere significativamente más uranio durante la fase de iniciación para impulsar la primera reacción que para sostener la misma una vez que está en marcha.

Por esta razón, nuevos reactores suelen comprar una gran cantidad de uranio antes de ponerse en marcha y luego compran cantidades más pequeñas una vez que se encuentran operando. Además, los reactores siempre se abastecen de uranio con mucha antelación debido al tiempo que toma la refinación, conversión y enriquecimiento necesarios para fabricar el combustible nuclear.

El plazo entero de este ciclo puede variar entre dos a cuatro años, aunque igualmente se puede esperar un plazo mínimo de un año y medio.

8.2.1.1 El ciclo económico en el corto y mediano plazo

La demanda de energía nuclear, y como consecuencia la del uranio, no es muy sensible al ciclo económico. Los costos de operación de los reactores existentes son bajos y la electricidad generada en estas centrales forma parte de la *carga base*, es decir, la generación de energía nuclear se mantiene siempre operativa en la matriz energética de cada país a diferencia de otras plantas de energía consideradas *marginales.* –Estas últimas tienen costos operativos más elevados (por ejemplo, las que utilizan diesel) y generan energía solo cuando la capacidad total no alcanza a satisfacer la demanda. Además, por razones técnicas las centrales nucleares no pueden responder rápidamente a cambios de demanda: una vez construida, una central nuclear operará casi al límite de su capacidad durante toda su vida útil – lo que también se fundamenta por motivos económicos al ser ésta una fuente de energía muy barata.

Por otro lado, la construcción de plantas nucleares sí se ve afectada por el entorno macro económico, pues su construcción requiere un alto nivel de capital, y un ambiente económico adverso puede posponer o incluso resultar en la cancelación de proyectos. No obstante, los proyectos de generación nuclear suelen tener un horizonte de tiempo muy largo y, por lo tanto, su cancelación una vez iniciada la construcción resulta improbable. Adicionalmente, la construcción de plantas nucleares está fuertemente vinculada a las políticas públicas existentes en el país de construcción, por lo que en el corto y mediano plazo los proyectos no se ven mayormente afectados por efectos del ciclo económico al depender más de temas internos/estratégicos de un determinado país. Cabe destacar, sin embargo, que el desastre de Fukushima en 2011 y la incertidumbre financiera actual han afectado la capacidad del mercado para obtener el financiamiento necesario para construir nuevas plantas nucleares.

8.2.1.2 La demanda de energía

El principal determinante de la demanda energética es el crecimiento macroeconómico, no obstante la forma de dicho crecimiento también es relevante. El desarrollo en países emergentes tiende a requerir proporcionalmente mucha más energía, como consecuencia del alza en la producción industrial y del consumo como porcentaje del PIB. El aumento de la urbanización es un buen indicador de este tipo de crecimiento. En las economías maduras estos cambios ya ocurrieron y, en consecuencia, se espera que el crecimiento económico en estos países requiera menos energía adicional que en el caso de las naciones emergentes. Esto se debe principalmente a que una alta proporción del crecimiento económico será atribuible a los sectores terciaros y de servicios.

8.2.1.3 Nueva capacidad, renovación de licencias y desmantelamiento

Es importante recordar que la demanda del uranio depende casi 100% de la demanda y la oferta de la electricidad. Por esta razón, la generación por la vía nuclear, se va a ver afectada de acuerdo a cómo evoluciona dicha demanda y oferta de la electricidad y, en menor medida, cómo cambia la composición de la matriz energética.

Otro aspecto a tener en cuenta es que el aumento de la capacidad nuclear en las décadas 1970 y 1980 fue el resultado del desarrollo tecnológico. El diseño de los reactores ha sido mejorado significativamente en los últimos años, y ha alcanzado mayores niveles de estandarización. Se espera que estas mejoras reduzcan el riesgo de construcción y aumenten la disponibilidad de financiamiento privado a largo plazo, en virtud de la reducción en los riesgos asociados a esta tecnología.

Por otro lado, la energía nuclear es un asunto políticamente sensible, y por eso cualquier nueva capacidad nuclear en el largo plazo va a depender en gran forma de varios factores sociales, que exceden el mero análisis económico. La opinión pública podría impedir la construcción de nueva capacidad en diversos países desarrollados. La situación se ha agravado como consecuencia del accidente de Fukushima, que ha frenado la construcción de nuevas centrales nucleares así como las peticiones para la ampliación de la vida útil de las centrales actuales. No obstante, la reacción del público y de los gobiernos ha sido más moderada de lo que se esperaba. Muchos países han adoptado un enfoque objetivo de la energía nuclear. Mientras se estima que será más fácil construir reactores nucleares en terrenos *greenfield* en algunas naciones emergentes, por ejemplo China, donde la opinión pública podría resultar menos decisiva, es evidente que muchos países desarrollados siguen comprometidos con la energía nuclear.

La ampliación de la vida útil de las centrales actuales es un asunto importante en cuanto a la demanda del uranio en el corto y medio plazo, ya que muchas están acercándose al límite de sus permisos operativos. Tras un breve paréntesis de 6 a 12 meses después del accidente de Fukushima, se han podido observar muchas extensiones de permisos. Es una opción técnica y económicamente viable para mantener y aumentar la capacidad nuclear.

Asimismo, el desmantelamiento de la capacidad instalada actual (por ejemplo en Alemania) y la habilidad de los operadores para renovar sus licencias tendrán un impacto sobre la demanda de uranio en el futuro. Naturalmente, una gran parte de los operadores que actualmente están en la industria pretenden extender sus licencias antes de que las mismas expiren. En este sentido, diversos reactores han logrado dicha extensión por entre 10 y 20 años. En el caso de EE.UU., se ha otorgado una prolongación de la licencia a alrededor de un 70% de los reactores existentes.

8.2.1.4 *Uprates* (mejoras de los reactores)

Los *uprates* permiten que se genere más energía de un reactor existente mediante mejoras a la central nuclear. Típicamente los *uprates* provocan un aumento de la capacidad del reactor de entre 10 a 20%. El ejemplo más exitoso es el de los EE.UU.: 135 mejoras a varias centrales nucleares han dado como resultado 5.810 MW de capacidad adicional, equivalente a un aumento de un 6% en la capacidad actual.

8.2.1.5 Competitividad y la matriz energética

Es posible generar electricidad de una variedad de fuentes de energía: carbón, gas natural, uranio, combustibles líquidos o mediante energías renovables (hidroeléctrica, eólica, geotérmica y solar), y es posible producir todas a escala industrial. La combinación empleada en cada país o región dependerá de la disponibilidad, costo relativo, costo futuro percibido y el beneficio estratégico de utilizar un recurso específico para la generación de electricidad. En este sentido, la energía nuclear tiene tres ventajas sobre los combustibles fósiles (que son los más utilizados alrededor del mundo):

- La seguridad del suministro de energía nuclear es muy alta;
- Los costos operativos son menores que otras formas de generación eléctrica térmica y el costo total es competitivo y estable;
- La energía nuclear no produce emisiones de CO_2 (gases de efecto invernadero).

Por otra parte, el mercado de electricidad se diferencia de otros tipos de mercados debido a su significativo impacto sobre el medioambiente y las correspondientes implicaciones geopolíticas que genera. Por lo tanto, además de considerar los factores económicos tradicionales cuando se construye una central nuclear, también se tienen que considerar varios factores estratégicos:

- Aspectos económicos: ¿En qué medida es la energía nuclear competitiva en cuanto a costos del capital, accesibilidad del suministro, costos del combustible y costos operativos?
- Medio ambiente: ¿Qué grado de seguridad presenta la energía nuclear comparada con otras fuentes de energía? ¿Cuánta contaminación y de qué tipo produce la energía nuclear?
- Motivos estratégicos/políticos: ¿Por qué el país quiere diversificar su matriz energética hacia fuentes nucleares?

Estos temas se abordan en más detalle en el presente capítulo. En general, la opinión de CRU es que la competitividad de la energía nuclear ha disminuido en algunas regiones claves. La causa principal del declive es la aparición del *shale gas* en el mercado norteamericano, lo cual es una fuente de energía fiable y de bajo costo que causa menos daños ambientales que el carbón, presentando una amenaza altamente competitiva al uso de energía proveniente de fuentes nucleares.

8.2.1.6 Comparación de costos: energía nuclear versus otras fuentes

Como se mencionó anteriormente, la revolución del *shale gas* ha hecho que la energía nuclear sea menos competitiva en EE.UU. en cuanto al costo, y diversos actores están evaluando la posibilidad de reemplazar las centrales nucleares que se aproximan al final de sus vidas útiles con centrales de gas natural abastecidas por *shale gas*.

Por otro lado, a pesar de la llegada del *shale gas* al mercado, la energía nuclear aún cuenta con varias ventajas económicas. Dentro de Europa y China, dos mercados muy relevantes en cuanto a consumo de electricidad, no se espera que el *shale gas* tenga tanto éxito. China ha identificado yacimientos significativos de gas natural, pero los mismos se encuentran en el oeste del país en una región muy árida (y donde además el nivel de desarrollo es significativamente menor a las regiones orientales). La producción del *shale gas* requiere una gran cantidad de agua, por lo tanto es probable que su producción siga siendo cara en dicha región de China y que la energía nuclear mantenga una ventaja competitiva en términos de costos. La producción de *shale gas* tampoco ha tenido mucho éxito en Europa, ya que el proceso de extracción y producción de este tipo de gas (conocido como

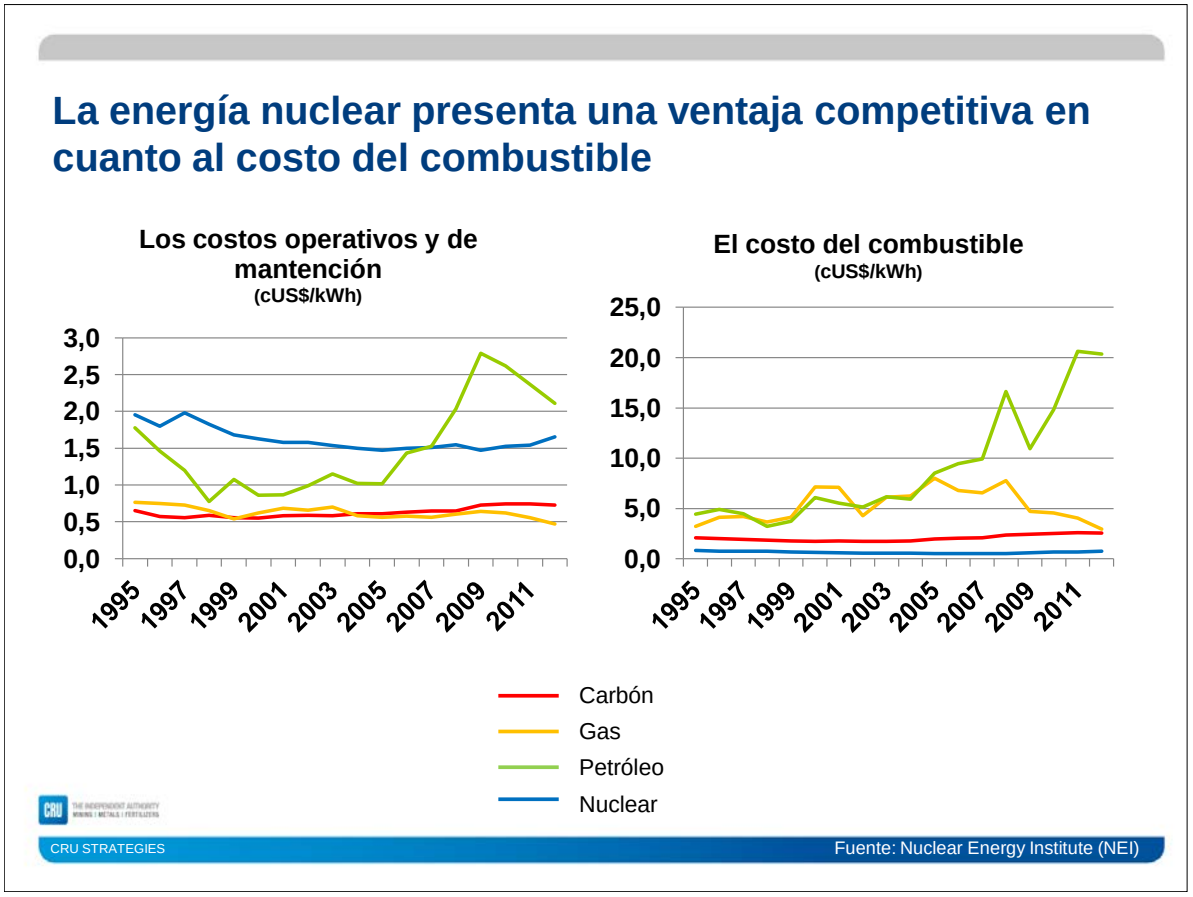
fracking) ha suscitado preocupaciones medioambientales, por lo que la energía nuclear ha podido competir en costos en mercados clave como Francia, Alemania, Reino Unido y Europa Oriental.

Además, la energía nuclear tiene un alto nivel de seguridad de suministro de su insumo clave, es decir el uranio. En 2012, un 40% del suministro primario del mismo provino de países políticamente estables y desarrollados, como Canadá y Australia. Por otra parte, el uranio es una forma altamente concentrada de energía cuando se compara con combustibles fósiles, es decir que su potencial energética por tonelada es significativamente más alto que la de carbón o gas natural. Como consecuencia, es más fácil crear y mantener una reserva del uranio que una de carbón o gas natural: una cierta cantidad de potencial energético en forma de uranio ocupará mucho menos espacio que la misma cantidad de potencial energético en forma de carbón o gas natural.

Como se puede ver en el siguiente gráfico, los costos operativos de una central nuclear son altos comparados con los de otras fuentes de energía pero estos son más que compensados por el bajo costo del combustible nuclear – para el cual se requiere el abastecimiento de uranio – que es significativamente menor que el de los combustibles fósiles. En definitiva, el costo total de operar una planta nuclear es más reducido que el de centrales eléctricas basadas en combustibles fósiles.

Asimismo, históricamente el costo del combustible nuclear ha bajado en forma constante con el transcurso del tiempo, mientras que el costo de los combustibles fósiles ha aumentado.

Figura 8.01: La energía nuclear presenta una ventaja competitiva en cuanto al costo del combustible

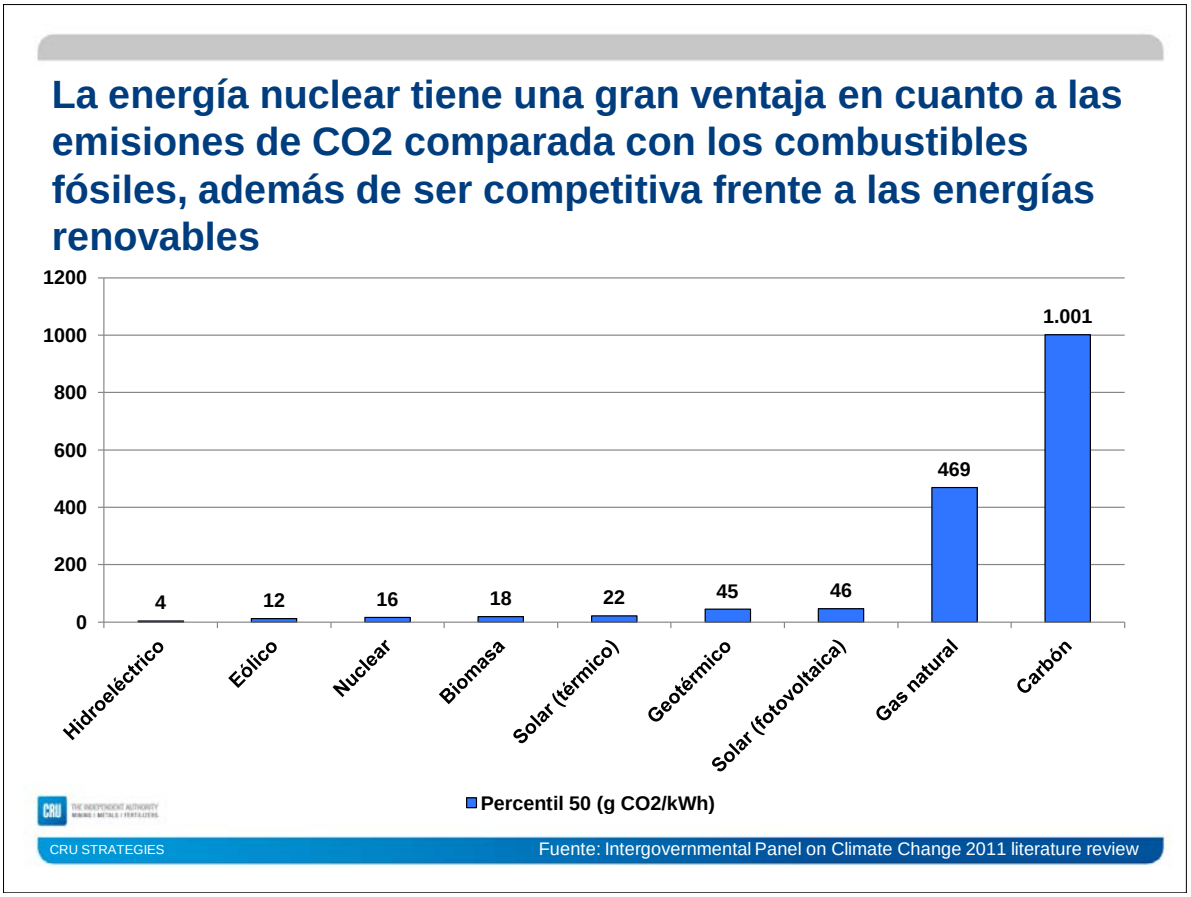


8.2.1.7 Factores medioambientales

El argumento principal a favor de la energía nuclear es que es una fuente de energía muy limpia comparada con los combustibles fósiles. Sus niveles de emisión de CO_2 incluso son más bajos que los de varias fuentes de energía "renovable" como solar o biomasa.

Según un estudio realizado por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change), se espera que una central nuclear típica produzca 16g de CO_2 por kWh, comparado con 469g de CO_2 per kWh de una central a gas natural y 1.001g de CO_2 por kWh de una planta a carbón.

Figura 8.02: La energía nuclear tiene una gran ventaja en cuanto a las emisiones de CO2 comparada con los combustibles fósiles



8.2.2 Demanda en base de usos finales

Como ya ha sido mencionado, el uranio es usado casi exclusivamente para fabricar combustible nuclear. El producto final de la mina, el óxido de uranio (U_3O_8) (ver la sección 8.3.3), tiene que pasar por varias etapas más antes de ser convertida en combustible nuclear. Es importante destacar que el sector de servicios públicos compra uranio directamente de las minas, y luego pagan aparte por los servicios de conversión, enriquecimiento y fabricación de combustible nuclear. Ver la sección 8.3.3.4 para más detalles sobre la cadena de valor.

Los otros usos del uranio, que representan sólo un 5% del consumo total, incluyen:

- **Aplicaciones militares**: el uranio empobrecido (un producto secundario del proceso de enriquecimiento), es decir el uranio con una menor proporción de U-235 que el uranio natural, se utiliza como blindaje de tanques de guerra, balas y misiles. El uranio tiene una

densidad muy alta, y por eso se presta a la fabricación de tecnología de perforación y también de protección.

- **Armas nucleares**: se puede utilizar el uranio enriquecido para fabricar armas nucleares. Se requiere que el uranio se enriquezca hasta que contenga un 90% del isotopo U-235 para fabricar armas nucleares. Se emplea la misma tecnología que se utiliza para fabricar el combustible nuclear y por eso la tecnología de enriquecimiento es altamente sensible.
- **Para estimar la edad de la tierra**: el isotopo U-238 está presente en las rocas ígneas. El U-238 tiene un periodo de semidesintegración de 4,47 mil millones de años, empieza a desintegrarse desde el momento en que se formó la roca y se desintegra a una tasa uniforme, por lo tanto es posible determinar la edad de la roca mediante la desintegración del U-238 contenido.
- **Protección contra la radiación gamma**: el alto peso atómico del U-238, lo hace eficaz para la protección contra la radiación.
- **Rayos X**: el uranio en estado metálico es usado para los blancos de rayos X, para hacer rayos X de alta energía.
- **Estabilizador**: por su alta densidad, se utiliza el uranio en la construcción de estabilizadores para aviones, satélites artificiales y veleros (balastos/quillas).

8.2.3 Sustitución & la elasticidad de la demanda

Como mencionado anteriormente, la demanda del uranio no es particularmente sensible al ciclo económico, ya que la decisión de invertir en un central nuclear tiene un horizonte de tiempo extremadamente largo, no menor a 25/30 años. Por otro lado, cualquier tipo de generación de energía, pero principalmente la nuclear, se ve afectado por las decisiones y estrategias políticas de los gobiernos.

Los principales sustitutos del uranio son otras fuentes de energía. Una amenaza importante sería un avance tecnológico que permita el uso de combustibles alternativos para generación de energía que tenga más ventajas que la nuclear, incluyendo un costo más bajo. Las potenciales amenazas son, entre otras:

- El desarrollo de tecnología de fusión para la generación de energía; En teoría, la fusión presentaría beneficios claros por sobre la fisión dado que no produce deshechos inestables y dañinos y la materia prima utilizada en el proceso, un isotopo de hidrogeno, es barato y

fácil a conseguir. Asimismo, es más sencillo encender y apagar una instalación de fusión. De todas formas, la tecnología de fusión aún se encuentra en desarrollo y no se vislumbra como una opción viable en el corto plazo.

- Fuentes de energía renovables, y;
- El uso más ecológico de combustibles fósiles.

Avances en la tecnología de captura y almacenamiento de carbón (CSS por sus siglas en inglés) y la tecnología de secuestro[1] podrían reducir el impacto ambiental de las centrales térmicas de carbón y gas natural. A su vez, esto disminuiría el atractivo del uranio como fuente de energía limpia. Adicionalmente, cambios en los precios relativos, la revisión de normas y políticas ambientales y las preferencias del público podrían impulsar la sustitución.

Otro riesgo de sustitución es el posible uso del torio en reactores nucleares. En teoría, el torio podría reemplazar o mejorar el rendimiento del uranio. Sus ventajas potenciales incluyen que genere una mayor rentabilidad, produzca menos residuos radioactivos y alivie el riesgo de proliferación (los residuos del torio no se prestan a la fabricación de armamentos nucleares). Sin embargo, existen varios desafíos técnicos que se tienen que superar antes de usarlo a escala comercial. Por eso, solo podría representar una amenaza hacia el final del período analizado en el presente estudio.

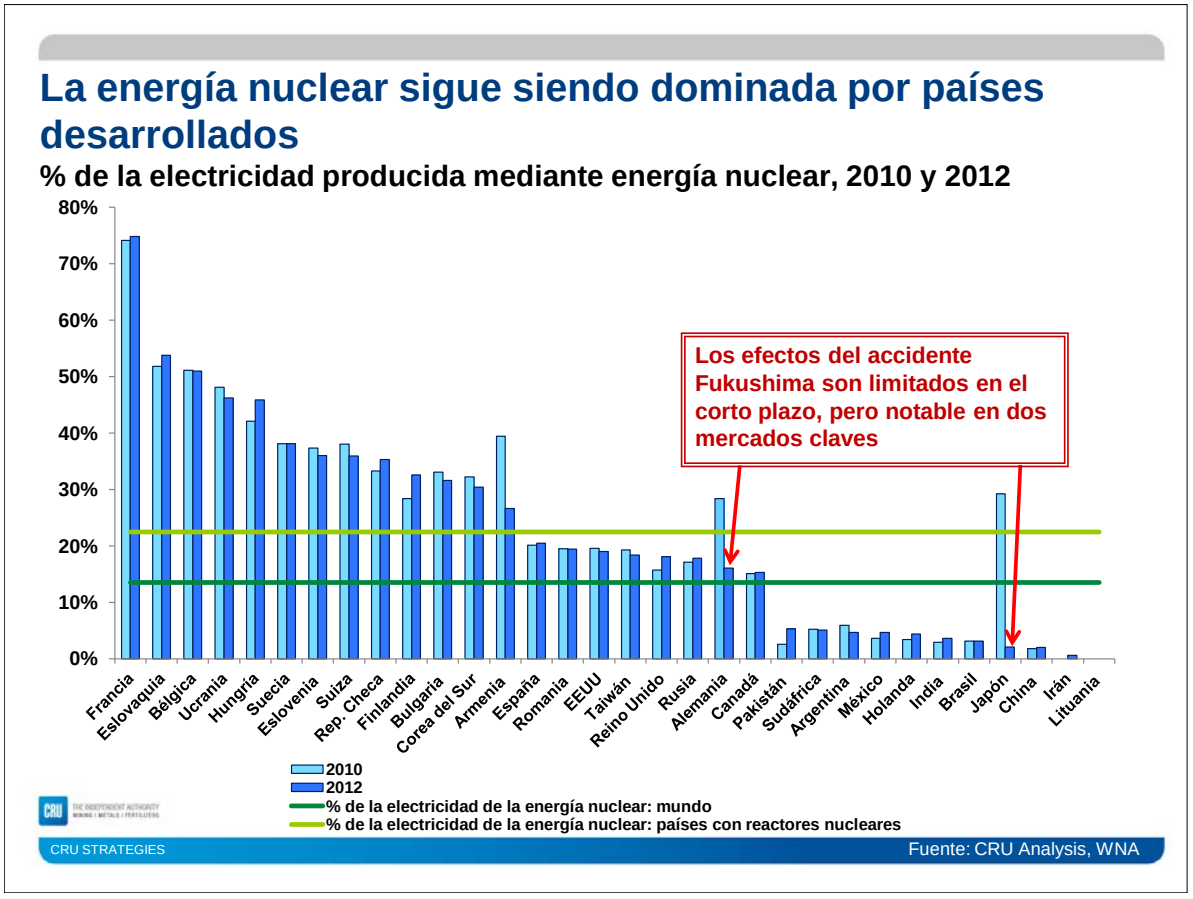
8.2.4 Evolución histórica de la demanda

8.2.4.1 Introducción

Como mencionamos anteriormente, la demanda del uranio depende casi exclusivamente de la energía nuclear. Los altos costos iniciales de capital y los desafíos técnicos han derivado en que sólo unos pocos países utilicen este tipo de energía. Además, consideraciones políticas y estratégicas han impedido la transferencia de la tecnología nuclear a ciertos países y regiones.

[1] La captura y almacenamiento del dióxido de carbono de la atmósfera, normalmente en un estanque.

Figura 8.03: La energía nuclear sigue siendo dominada por países desarrollados



Actualmente EE.UU. tiene la mayor base de reactores nucleares, con 100 reactores operacionales y una capacidad neta de 99,0GWe (gigavatios eléctricos) en 2012. EE.UU. generó un 19,0% de su electricidad a través de energía nuclear y proporcionó un 26,6% de la capacidad nuclear global.

Europa también cuenta con un sector grande de energía nuclear. Algunas de las mayores economías de la región, sobre todo Alemania, España y Reino Unido, generan una proporción importante de su electricidad mediante energía nuclear. Por otra parte, Francia, Eslovaquia y Bélgica generan más de un 50% de su electricidad mediante la misma.

Dentro de Asia la energía nuclear es ocupada por los países desarrollados de la región, es decir Corea del Sur, China y Taiwán. Corea del Sur en particular ha invertido una gran suma de dinero en energía nuclear, la cual proporcionó más del 30% de su electricidad en 2012.

El accidente de Fukushima en 2011 sólo provocó cambios significativos en Japón y Alemania. Alemania cerró 8 de sus 17 reactores nucleares como parte de una revisión de la política e implementó requisitos de seguridad más rigurosos para los restantes reactores. En cambio Japón ejecutó un cierre casi completo de su industria de energía nuclear.

Es importante mencionar que las centrales nucleares no declaran sus estrategias de compra. Normalmente almacenan de 2 a 3 años de inventario y, en adición, siempre existen unos 2 años de consumo de material dentro del ciclo nuclear. Estas premisas son consideradas en el modelo de demanda utilizado para este capítulo. Por otra parte, los datos de CRU se basan en los números publicados por la Asociación Nuclear Mundial (WNA por sus siglas en inglés). Debido a que sólo los reportes de la WNA son emitidos una vez cada dos años, se han utilizado datos históricos hasta 2010. Las cifras mostradas para 2011 y 2012 son generadas por el modelo.

Tabla 8.02: Demanda histórica de uranio por región, 2005 – 2012 (toneladas de U)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	CAGR 05-12 (%)
Norte América	21.616	21.138	21.387	21.438	21.759	20.393	20.503	20.614	(0,7)
S & C América	415	424	428	432	433	436	715	440	0,8
Europa	28.311	28.011	28.263	28.019	28.182	26.639	25.768	27.326	(0,5)
China	1.726	1.152	1.426	1.419	2.162	4.670	5.662	5.912	19,2
Asia ex. China	11.305	11.651	12.540	12.843	13.822	12.951	5.501	7.064	(6,5)
Africa	303	306	310	313	317	290	294	299	(0,2)
Australasia	-	-	-	-	-	-	-	-	n/a
Total mundial	**63.676**	**62.682**	**64.354**	**64.464**	**66.675**	**65.379**	**58.443**	**61.655**	**(0,5)**
cambio %	*(4,9)*	*(1,6)*	*2,7*	*0,2*	*3,4*	*(1,9)*	*(10,6)*	*5,5*	

Fuente: CRU Analysis

Entre 2005 y 2010 la demanda del uranio no fluctuó mucho, con una TCAC (tasa de crecimiento anual compuesta) de 0,5%. La causa principal del bajo crecimiento fue la falta de nuevos reactores durante el periodo, el resultado de la opinión negativa del público después de los accidentes de *Three Mile Island* (1979) y *Chernobyl* (1986). Hubo un estancamiento generalizado en el mercado del uranio: tanto la construcción de nueva capacidad como la demanda del uranio de las naciones desarrolladas fueron afectadas.

Si analizamos el periodo después del año 2011, tomando en cuenta los efectos del accidente de Fukushima, se puede ver una TCAC negativa de 2,9% durante entre 2011 y 2012: Japón y

Alemania impulsaron esta caída como consecuencia de la revisión de la política energética ocurrida en estos países. Adicionalmente, otras naciones, aunque en menor medida, cerraron sus reactores inmediatamente después de Fukushima. En 2012, a pesar de una modesta recuperación de 5,5% comparado con 2012, el consumo del uranio se mantuvo un 5,7% por debajo del mismo en el año 2010. Cabe destacar que China es el único país que aumentó su consumo de uranio durante el periodo, de 1.726 toneladas en 2005 a 5.912 toneladas en 2012.

8.2.4.2 Asia

Tabla 8.03: Demanda histórica de uranio en Asia, 2005 – 2012 (toneladas de U)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	CAGR 05-12 (%)
China	1.726	1.152	1.426	1.419	2.162	4.670	5.662	5.912	19,2
Taiwán	829	836	846	852	871	739	723	708	(2,2)
India	469	417	488	769	962	648	678	1.242	14,9
Japón	7.095	7.461	8.220	7.783	8.548	7.059	551	114	(44,6)
Corea del N.	-	-	-	-	-	-	-	14	n/a
Pakistán	45	41	58	58	60	70	119	119	14,9
Filipinas	-	-	-	-	-	-	-	-	n/a
Corea del S.	2.867	2.896	2.928	2.959	3.381	4.069	3.429	4.705	7,3
Irán	-	-	-	422	-	366	-	162	n/a
Asia	**13.031**	**12.803**	**13.966**	**14.262**	**15.984**	**17.621**	**11.163**	**12.976**	**(0,1)**
cambio %	*(0,4)*	*(1,7)*	*9,1*	*2,1*	*12,1*	*10,2*	*(36,7)*	*16,2*	n/a
Asia ex. China	**11.305**	**11.651**	**12.540**	**12.843**	**13.822**	**12.951**	**5.501**	**7.064**	**(6,5)**
cambio %	*(5,1)*	*3,1*	*7,6*	*2,4*	*7,6*	*(6,3)*	*(57,5)*	*28,4*	n/a

Fuente: CRU Analysis

La demanda de la región bajó durante el periodo, de 11.305 toneladas en 2005 a 7.064 toneladas en 2012, con una TCAC negativa de -6,5% explicado principalmente por la baja del consumo en Japón post Fukushima.

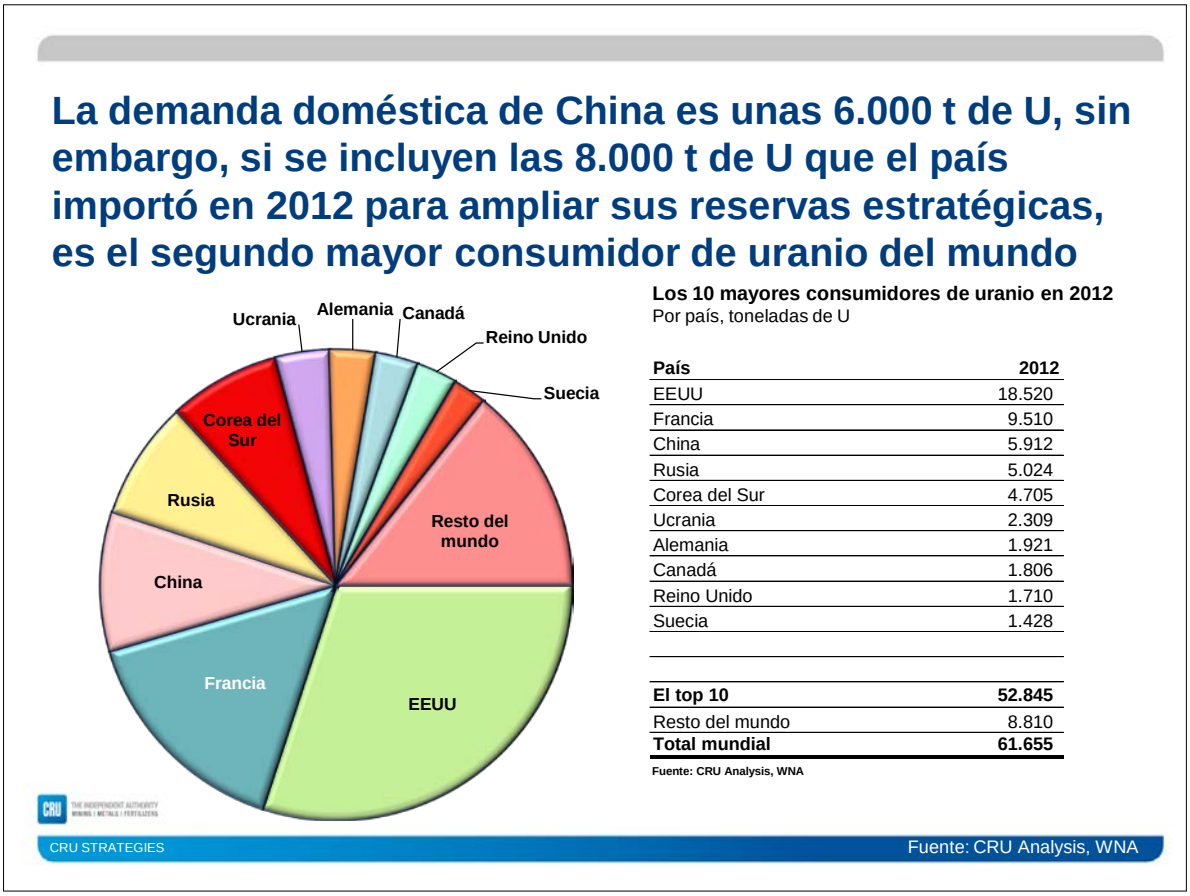
China e India, a diferencia de los demás países, han experimentado un aumento considerable durante los últimos 7 años. Entre 2005 y 2012 el consumo chino creció a una TCAC de 19,2%, con la mayoría del crecimiento ocurriendo después del año 2008. Durante el mismo periodo la demanda de India creció a una TCAC de 14,9%, también observándose la mayor parte de dicho incremento con posterioridad al año 2008.

Actualmente China posee 17 reactores operativos con una capacidad de generación de 13,8GWe e India tiene 20 reactores con una capacidad de generación de 4,4GWe. Asimismo la demanda de Pakistán aumentó durante el periodo, más que duplicándose de 45 toneladas en 2005 a 119

toneladas en 2012, con una TCAC de 14,9%. Sin embargo, su capacidad de generación es muy pequeña: 3 reactores operativos con una capacidad 0,7GWe.

Cabe destacar que las estimaciones del consumo chino para el año 2012 incluyen una cierta cantidad de adquisiciones anticipadas antes de la puesta en marcha de unos nuevos reactores además del núcleo inicial del reactor. Por otra parte, existen pruebas de que China está acumulando un inventario doméstico de uranio. Sus motivaciones son ambiguas, pero se entiende que el objetivo del gobierno chino es establecer una reserva estratégica para asegurar el futuro suministro de la energía nuclear doméstica. En 2012 China añadió 8.000 toneladas de uranio a su reserva estratégica.

Figura 8.04: Demanda doméstica de China



La demanda de uranio de Japón fue fuertemente afectada por el accidente de Fukushima en 2011, que derivó en la paralización de casi todos los reactores nucleares del país. Su demanda de uranio bajó de 7.095 toneladas en 2005 a sólo 114 toneladas en 2012.

8.2.4.3 Europa

Tabla 8.04: Demanda histórica de uranio en Europa, 2005 – 2012 (toneladas de U)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	CAGR 05-12 (%)
Bélgica	1.044	1.052	1.052	1.052	1.052	1.027	1.027	1.027	(0,2)
Bulgaria	430	268	274	273	272	305	306	306	(4,7)
República Checa	655	654	671	677	672	659	658	658	0,1
Finlandia	488	479	476	478	470	485	485	485	(0,1)
Francia	9.862	9.753	9.645	9.645	9.645	9.462	9.486	9.510	(0,5)
Alemania	3.378	3.326	3.368	3.411	3.415	1.921	1.441	1.921	(7,7)
Hungría	282	286	289	292	295	357	357	357	3,4
Italia	-	-	-	-	-	-	-	-	n/a
Lituania	426	208	203	198	193	-	-	-	(100,0)
Holanda	98	97	97	97	107	97	97	97	(0,2)
Polonia	-	-	-	-	-	-	-	-	n/a
Romania	86	86	173	173	175	177	180	184	11,5
Eslovaquia	365	376	321	322	259	318	313	308	(2,4)
Eslovenia	153	145	145	145	145	131	131	131	(2,2)
España	1.381	1.465	1.434	1.434	1.458	1.274	1.274	1.274	(1,1)
Suecia	1.570	1.445	1.434	1.434	1.423	1.428	1.428	1.428	(1,3)
Reino Unido	2.479	2.434	2.267	2.241	2.239	1.720	1.715	1.710	(5,2)
Unión Europea total	**22.697**	**22.074**	**21.849**	**21.872**	**21.820**	**19.361**	**18.897**	**19.394**	**(2,2)**
cambio %	*(2,7)*	*(2,7)*	*(1,0)*	*0,1*	*(0,2)*	*(11,3)*	*(2,4)*	*2,6*	
Suiza	532	532	532	532	557	536	536	537	0,1
CEI									
Armenia	55	56	56	56	55	62	62	63	1,9
Rusia	3.010	3.335	3.807	3.538	3.728	4.375	3.965	5.024	7,6
Ucrania	2.017	2.014	2.019	2.021	2.022	2.304	2.307	2.309	2,0
CEI total	**5.082**	**5.405**	**5.882**	**5.615**	**5.805**	**6.741**	**6.334**	**7.396**	**5,5**
Europa	**28.311**	**28.011**	**28.263**	**28.019**	**28.182**	**26.639**	**25.768**	**27.326**	**(0,5)**
cambio %	*(0,6)*	*(1,1)*	*0,9*	*(0,9)*	*0,6*	*(5,5)*	*(3,3)*	*6,0*	

Fuente: CRU Analysis

Europa ha sido una región clave en cuanto a la energía nuclear desde sus inicios en los años 1950. Tiene una base de energía nuclear muy grande, con 185 reactores operativos y una capacidad neta de casi 163GWe. Europa constituyó un 44,4% de la demanda mundial del uranio en 2012.

La demanda de la región cayó durante el período analizado, pasando de 28.311 toneladas en 2005 a 27.326 toneladas en 2012 con una TCAC negativa de 0,5%. La demanda se mantuvo en el mismo entre 2005 y 2009, antes de caer en 2010. Esta reducción, sin embargo, es en gran parte explicada por el cambio drástico en la política energética de Alemania fuertemente influenciada por el accidente de Fukushima.

El mayor consumidor de la región es Francia, que en 2012 ocupó un 35% de la demanda europea con 9.510 toneladas. Actualmente cuenta con 58 reactores operativos con una capacidad de generación de 63,1GWe. Su demanda fue estable durante todo el periodo y además no fue afectada por el evento de Fukushima en 2011. El país genera más de un 75% de su electricidad a través de energía nuclear, debido a una política de larga data que tiene como meta la seguridad energética.

Como contrapartida, la demanda de Alemania sí fue afectada fuertemente por el accidente de Fukushima, cayendo de 3.378 toneladas en 2005 a 1.921 toneladas en 2012, con una TCAC negativa de -7,7%. En 2005 generó más de un 30% de su electricidad mediante la energía nuclear, mientras en 2012 esta cifra bajó a un 16%. Después del accidente el país cambió su política nuclear: se cerraron los reactores más viejos y se van a cerrar los restantes antes de 2022. Actualmente cuenta con 9 reactores operativos con una capacidad de generación de 12,0 GW.

Hungría, Rumania, Armenia, Rusia, y Ucrania son los países de la región que subieron su demanda durante el periodo. La demanda de Rusia subió de 3.010 toneladas en 2005 a 5.024 toneladas en 2012, con una TCAC de 7,6%, y ocupó un 18% de la demanda regional en 2012. El país está fuertemente a favor de la energía nuclear y actualmente se encuentra incrementando su capacidad con la meta de aumentarla en un 50% antes de 2020. Actualmente el país cuenta con 33 reactores operativos con una capacidad generativa de 24,3GWe. Ucrania también consume una cantidad importante de uranio: su demanda subió de 2.017 toneladas en 2005 a 2.309 toneladas en 2012 con una TCAC de 2,0%. En 2012 generó casi la mitad de su electricidad mediante energía nuclear. El gobierno quiere que se mantenga la proporción de la electricidad generada por esta fuente hasta el año 2030, lo cual implica la construcción de nuevas centrales nucleares porque varios de sus reactores están llegando al final de sus vidas útiles. Tiene 15 reactores con una capacidad de generación de 13,2GWe. Hungría, Rumania, y Armenia tienen un menor nivel de demanda, aunque en crecimiento: todos los gobiernos de estos países están a favor de la energía nuclear y quieren aumentar la proporción de la electricidad generada a partir de la misma.

8.2.4.4 Las Américas y el Caribe

Tabla 8.05: Demanda histórica de uranio en América, 2005 – 2012 (toneladas de U)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	CAGR 05-12 (%)
Canadá	1.653	1.655	1.655	1.675	1.845	1.803	1.804	1.806	1,3
México	254	247	245	244	253	288	288	288	1,8
EEUU	19.709	19.236	19.487	19.519	19.661	18.302	18.411	18.520	(0,9)
Norteamérica	**21.616**	**21.138**	**21.387**	**21.438**	**21.759**	**20.393**	**20.503**	**20.614**	**(0,7)**
cambio %	*(11,9)*	*(2,2)*	*1,2*	*0,2*	*1,5*	*(6,9)*	*0,5*	*0,5*	
Norteamérica ex. México	**21.362**	**20.891**	**21.142**	**21.194**	**21.506**	**20.105**	**20.215**	**20.326**	**(0,7)**
cambio %	*(12,1)*	*(2,2)*	*1,2*	*0,2*	*1,5*	*(6,5)*	*0,5*	*0,5*	
Argentina	126	127	122	122	122	123	401	124	(0,2)
Brasil	289	297	306	310	311	313	314	315	1,3
América Central y del Sur	**415**	**424**	**428**	**432**	**433**	**436**	**715**	**440**	**0,8**
cambio %	*(6,3)*	*2,2*	*0,9*	*0,9*	*0,2*	*0,8*	*63,8*	*(38,5)*	

Fuente: CRU Analysis

Dentro de la región, EE.UU. es por lejos el mayor consumidor del uranio, ocupando un 90% de la demanda del uranio de Norteamérica en 2012 y un 30% de la demanda mundial. Su demanda de uranio experimentó una ligera caída durante el periodo, de 19.709 toneladas en 2005 a 18.520 toneladas en 2012, con una TCAC negativa de -0,9%. Sin embargo, la cantidad de la electricidad generada de la energía nuclear aumentó durante el periodo, aunque el país lleva más de 30 años sin construir una nueva central nuclear, debido en gran medida a las mejoras del proceso de reabastecimiento de combustible, mantención y sistemas de seguridad en los centrales existentes. En este momento el país tiene 100 reactores con una capacidad de generación de 99,0GWe. En 2012 EE.UU. generó un 19% de su electricidad mediante la energía nuclear. Canadá es el segundo mayor consumidor de la región y su demanda creció de 1.653 toneladas en 2005 a 1.806 toneladas en 2012 con una TCAC de 1,3%. El país cuenta con 19 reactores operativos con una capacidad de generación de 13,6GWe, y en 2012 generó más de un 15% de su electricidad de la energía nuclear.

Actualmente Brasil es el mayor consumidor del uranio dentro de América Central y del Sur. El país tiene dos reactores operativos con una capacidad de generación de 13,6GWe.

8.2.5 Evolución pronosticada de la demanda en el corto plazo

8.2.5.1 Metodología

A diferencia de otros minerales analizados en el presente estudio, en el caso del uranio la proyección de demanda ha sido elaborada con una perspectiva "*bottom up*". Esto implica que no se han considerado determinantes generales a partir de los cuales inferir evolución futura de la

demanda (como podrían ser el PIB o intensidad de uso) sino que se ha analizado en detalle el consumo a nivel de reactor individual, es decir con la máxima desagregación posible. Esta metodología es apropiada para el uranio dado que la demanda casi excluyentemente proviene de plantas nucleares y es posible realizar una identificación detallada de las mismas, por el extenso horizonte temporal que involucran.

El modelo, tanto de corto como de largo plazo, toma en cuenta las siguientes premisas:

- Se han considerado todos los reactores que en este momento están en construcción o en las fases finales de la planificación, con algunos retrasos excepcionales en el corto plazo y retrasos por causas normales (económicas y técnicas) en el medio plazo. Se supone que durante los próximos 5 años los gobiernos nacionales y proveedores de servicios de energía serán prudentes en cuanto a la puesta en marcha de nueva capacidad nuclear.
- Casi toda la capacidad propuesta será puesta en marcha, con un retraso máximo de 5 años (con la excepción de EE.UU., donde los centrales nucleares propuestos tendrán un plazo mínimo de 10 años, por causa de la situación económica y la creciente popularidad del gas natural).
- A la mayoría de los reactores existentes se les otorgará una extensión de su permiso, y los reactores que tienen planeadas mejoras para lograr *uprates* proceden de acuerdo a lo previsto. La mayoría de los reactores japoneses, que en este momento están parados mientras esperan la autorización de la Agencia de Regulación Nuclear del país, serán reiniciados dentro de los próximos 36 meses.

El modelo también refleja tendencias macro de largo plazo, las cuales tendrán un efecto en el futuro: un aumento de la demanda de la energía, un alza del precio de los combustibles fósiles, la seguridad energética y el cambio climático. Adicionalmente, el gas natural jugará un papel aun más importante en el corto al medio plazo, gracias a los avances relacionados con la extracción de *shale gas*, y el proceso de *fracking*, lo cual ha facilitado el acceso a yacimientos que antes no se consideraban económicamente viables.

8.2.5.2 Introducción

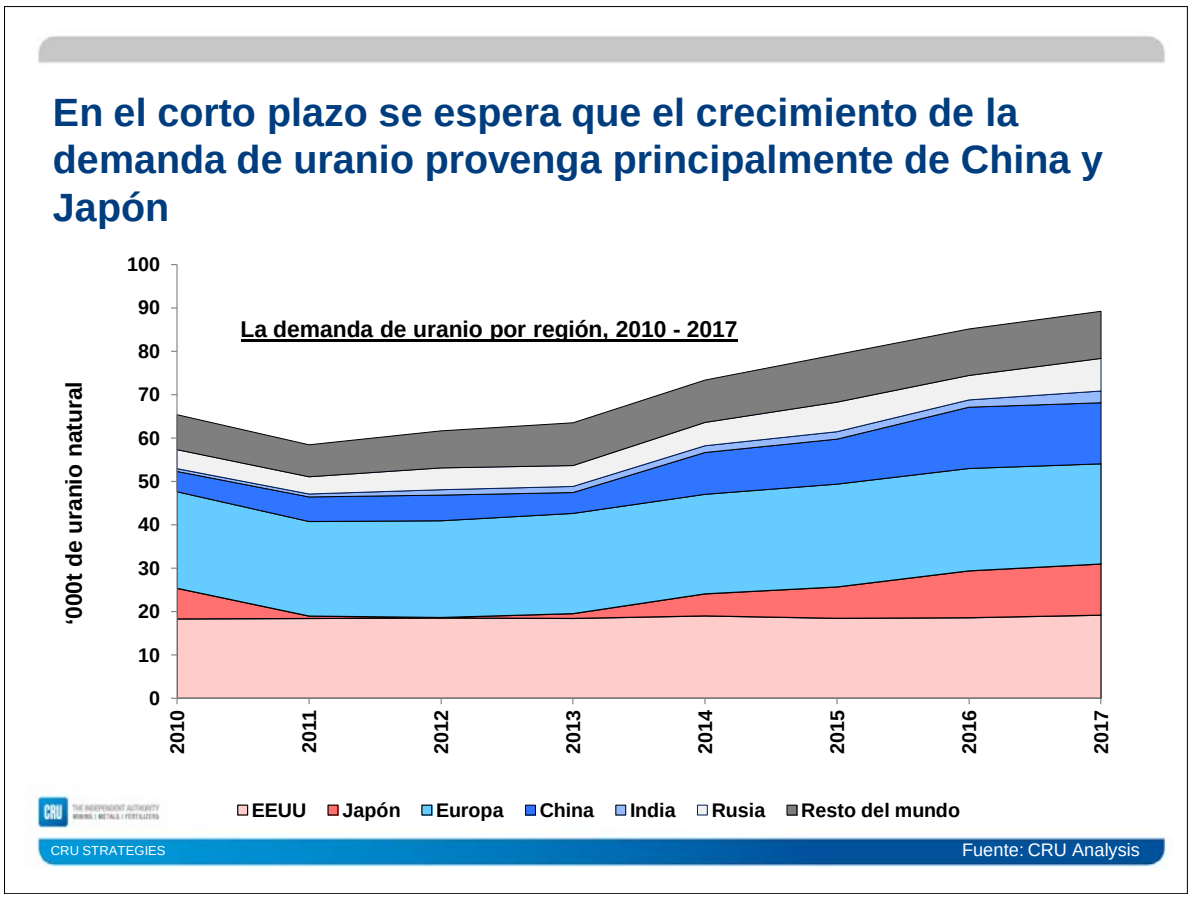
Tabla 8.06: Demanda pronosticada de uranio por región, 2012 – 2017 (toneladas de U)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	CAGR 12-17 (%)
Norte América	20.614	20.515	21.097	20.545	20.682	21.274	0,6
S & C América	440	534	536	1.046	540	758	11,5
Europa	27.326	27.925	28.329	30.525	29.248	30.607	2,3
China	5.912	4.807	9.631	10.364	14.118	14.076	18,9
Asia ex. China	7.064	9.438	13.470	16.467	20.246	22.190	25,7
Africa	299	293	298	302	307	312	0,9
Australasia	-	-	-	-	-	-	n/a
Total mundial	**61.655**	**63.513**	**73.360**	**79.249**	**85.141**	**89.216**	**7,7**
cambio %	*5,5*	*3,0*	*15,5*	*8,0*	*7,4*	*4,8*	

Fuente: CRU Analysis

Se espera que la demanda mundial del uranio crezca de 61.655 toneladas en 2012 a 89.216 toneladas en 2017, con una TCAC de 7,7%. La mayoría del crecimiento provendrá de China y Asia: se estima que la demanda china aumentará en más de 8.000 toneladas (incluso podría crecer aún más si el país sigue acumulando uranio para su reserva estratégica), mientras la de los otros países asiáticos aumentará en más de 15.000 toneladas. En este momento Europa es la región que más consume uranio, ocupando un 44% de la demanda en 2012. EE.UU. también tiene un consumo importante, ocupando un 33% de la demanda mundial. Sin embargo, durante el período de referencia la importancia relativa de estas dos regiones disminuirá ante el fuerte crecimiento de la demanda de China en particular y Asia en general. En 2017 se espera que la demanda china ocupe un 16% de la demanda mundial, y los otros países asiáticos un 25%.

Figura 8.05: En el corto plazo se espera que el crecimiento de la demanda de uranio provenga principalmente de China y Japón



8.2.5.3 Asia

Tabla 8.07: Demanda pronosticada de uranio en Asia, 2012 – 2017 (toneladas de U)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	CAGR 12-17 (%)
China	5.912	4.807	9.631	10.364	14.118	14.076	18,9
Taiwán	708	1.779	1.752	1.525	1.804	1.766	20,1
India	1.242	1.407	1.557	1.715	1.681	2.706	16,9
Japón	114	1.101	5.082	7.228	10.800	11.794	153,1
Corea del N.	14	-	6	6	6	6	(14,3)
Pakistán	119	119	119	254	254	173	7,8
Corea del S.	4.705	4.870	4.790	5.572	5.536	5.041	1,4
Irán	162	163	163	163	164	164	0,2
Turquía	-	-	-	2	-	1	n/a
EAU	-	-	-	-	-	538	n/a
Jordania	-	-	-	-	-	-	n/a
Asia	**12.976**	**14.245**	**23.101**	**26.831**	**34.364**	**36.265**	**22,8**
cambio %	*16,2*	*9,8*	*62,2*	*16,1*	*28,1*	*5,5*	
Asia ex. China	**7.064**	**9.438**	**13.470**	**16.467**	**20.246**	**22.190**	**25,7**
cambio %	*28,4*	*33,6*	*42,7*	*22,2*	*22,9*	*9,6*	

Fuente: CRU Analysis

En este momento la demanda y la capacidad nuclear de Asia son relativamente bajas comparadas con las de Europa y las Américas, sin embargo en el largo plazo la región será el jugador clave detrás del crecimiento de la demanda mundial de uranio. La mayoría de los reactores japoneses están parados, pero se espera que la demanda vuelva al mismo nivel que antes del accidente de Fukushima en el año 2015 debido al reinicio de unos 60 reactores, aumentando la capacidad nuclear del país de 2,3GWe en 2012 a 31,1GWe en 2017. Mientras tanto, India, Corea del Sur y China proporcionan la mayoría de la demanda, ocupando un 90% en 2012. A pesar de la escasez de reactores en la región (tiene 64 en total excluyendo los reactores parados de Japón), la demanda asiática representó un 21,1% del total mundial en 2012. Se estima que la demanda de la región aumentará de 12.976 toneladas en 2012 a 36.265 toneladas en 2017, con una TCAC de 22,8%.

Durante este período China generará la mayor parte del crecimiento de la demanda, casi triplicándose de 5.912 toneladas en 2012 a 14.076 toneladas en 2017, con una TCAC de 18,9%. Se espera que Japón también realice una contribución importante a la demanda una vez que reinicie sus reactores después de 2015, llegando a 11.794 toneladas en 2017.

Se estima que la demanda de India y Taiwán se va a más que duplicar durante el período, mientras la demanda de Corea del Sur experimentará una ligera alza, y seguirá haciendo una contribución importante al total de la región.

Cabe destacar que al final del periodo los Emiratos Árabes Unidos pondrán en marcha su primer reactor nuclear, con tres reactores más planeados para el largo plazo.

8.2.5.4 Europa

Tabla 8.08: Demanda pronosticada de uranio en Europa, 2012 – 2017 (toneladas de U)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	CAGR 12-17 (%)
Bélgica	1.027	1.027	1.027	1.027	1.027	877	877	(3,1)
Bulgaria	306	306	307	308	308	309	310	0,2
República Checa	658	658	657	656	656	655	654	(0,1)
Finlandia	485	485	484	484	483	1.123	483	(0,1)
Francia	9.486	9.510	9.971	9.996	10.558	10.001	10.285	1,6
Alemania	1.441	1.921	1.921	1.921	1.921	1.921	1.921	(0,0)
Hungaria	357	357	357	357	357	357	357	(0,0)
Holanda	97	97	96	96	96	96	95	(0,3)
Romania	180	184	180	183	187	191	482	21,3
Eslovaquia	313	308	667	485	766	582	683	17,3
Eslovenia	131	131	131	131	131	131	131	0,0
España	1.274	1.274	1.274	1.274	1.273	1.273	1.273	(0,0)
Suecia	1.428	1.428	1.428	1.428	1.428	1.428	1.428	0,0
Reino Unido	1.715	1.710	1.703	1.698	1.604	1.599	1.594	(1,4)
Unión Europea total		**19.394**	**20.203**	**20.043**	**20.795**	**20.543**	**20.574**	**1,2**
cambio %		*2,6*	*4,2*	*(0,8)*	*3,8*	*(1,2)*	*0,2*	
Suiza	536	537	536	536	537	537	537	0,0
CEI								
Armenia	62	63	63	63	64	-	-	(100,0)
Rusia	3.965	5.024	4.811	5.371	6.813	5.637	7.510	8,4
Ucrania	2.307	2.309	2.312	2.314	2.317	2.532	1.986	(3,0)
CEI total	**6.334**	**7.396**	**7.186**	**7.749**	**9.193**	**8.168**	**9.496**	**5,1**
cambio %		*17*	*(3)*	*8*	*19*	*(11)*	*16*	
Europa	**25.768**	**27.326**	**27.925**	**28.329**	**30.525**	**29.248**	**30.607**	**2,3**
cambio %		*6,0*	*2,2*	*1,4*	*7,8*	*(4,2)*	*4,6*	

Fuente: CRU Analysis

Hoy en día existe una divergencia de opiniones dentro de la región sobre el futuro de la energía nuclear. La Unión Europea en su conjunto y el Reino Unido quieren que la energía nuclear juegue un rol clave en el perfil energético de la región, mientras que Alemania, Bélgica, España e Italia (el único de los 4 mencionados que no produce este tipo de energía) están en contra de una excesiva dependencia de la energía nuclear.

En el corto plazo se espera que la demanda europea crezca de 27.326 toneladas en 2012 a 30.607 toneladas en 2017, con una TCAC de 2,3%. Francia, Rusia y varios países de Europa Oriental impulsarán el crecimiento, mientras países de Europa Occidental disminuirán su demanda.

Francia es el único país de Europa Occidental que experimentará un aumento de la demanda del uranio en el corto plazo, de 9.501 toneladas en 2012 a 10.285 toneladas en 2017. Como se menciona anteriormente, la política nuclear del país no fue afectada por el accidente de Fukushima,

y seguirá dependiendo de la energía nuclear para generar la mayoría de su electricidad. Entre 2012 y 2017 se espera la puesta en marcha de 3 reactores nuevos y un aumento de la capacidad nuclear de 63,1GWe en 2012 a 65,7GWe en 2017. En paralelo, se espera que la demanda del Reino Unido baje de 1.710 toneladas en 2012 a 1.594 toneladas en 2017, con una TCAC negativa de -1,4%, como consecuencia del cierre en un reactor en 2015. Sin embargo, el gobierno británico sigue a favor de la energía nuclear. Bélgica es otro país que experimentará una caída de la demanda del uranio, de 1.027 toneladas en 2012 a 877 toneladas en 2017, con una TCAC negativa de -3,1%. El gobierno belga no apoya la energía nuclear, tanto que en 2003 instigó una política que esboza la retirada progresiva de la energía nuclear: impusieron una vida de 40 años para todos los reactores existentes y prohibieron la construcción de nuevas centrales nucleares. En el corto plazo se van a cerrar dos reactores en 2014 / 2015.

Los países del CEI, conocidos por su apoyo a la energía nuclear, tienen una capacidad relativamente pequeña. En el corto plazo, no obstante, la mayoría del crecimiento de la región provendrá de estos países. La zona cuenta con 49 reactores operativos en tres países, con una capacidad neta de 37,8GWe: 33 en Rusia, 15 en Ucrania y 1 en Armenia. En 2012 los países constituyeron un 12,0% de la demanda mundial del uranio, un total de casi 7.400 toneladas. Ucrania seguirá dependiendo en gran medida de la energía nuclear, con sus reactores generando casi la mitad de su electricidad. Se espera que la demanda del país crezca de 2.309 toneladas en 2012 a 2.532 toneladas en 2016 antes de caer a 1.986 toneladas en 2017, el resultado de una caída en las necesidades de los centrales nucleares en este año. No se planea la puesta en marcha de ningún reactor nuevo en el corto plazo, en cambio las autoridades ucranianas plantearon mejorar la seguridad de varios reactores y extender sus permisos para asegurar el suministro de energía, tanto en el corto plazo como en el largo plazo. Se estima que la demanda de Rusia crecerá de 5.024 toneladas en 2012 a 7.510 toneladas en 2017 con una TCAC de 8,4%, debido al inicio de 9 reactores nuevos en el corto plazo, aumentando su capacidad nuclear de 24,3GWe en 2012 a 32,1GWe en 2017.

8.2.5.5 Las Américas y El Caribe

Tabla 8.09: Demanda pronosticada de uranio en América, 2012 – 2017 (toneladas de U)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	CAGR 12-17 (%)
Canadá	1.806	1.809	1.811	1.813	1.815	1.817	0,1
México	288	288	288	288	288	288	0,0
EEUU	18.520	18.418	18.998	18.444	18.579	19.169	0,7
Norteamérica	**20.614**	**20.515**	**21.097**	**20.545**	**20.682**	**21.274**	**0,6**
cambio %	*0,54*	*(0,48)*	*2,86*	*(2,64)*	*0,67*	*2,88*	
Norteamérica ex. México	**20.326**	**20.227**	**20.809**	**20.257**	**20.394**	**20.986**	**0,6**
cambio %	*0,55*	*(0,49)*	*2,88*	*(2,65)*	*0,68*	*2,90*	
Argentina	124	217	218	218	219	220	12,1
Brasil	315	317	318	828	321	538	11,3
América Central y del Sur	**440**	**534**	**536**	**1.046**	**540**	**758**	**11,5**
cambio %	*(38,49)*	*21,46*	*0,38*	*95,15*	*(48,37)*	*40,34*	

Fuente: CRU Analysis

Norteamérica tiene una larga historia vinculada a la energía nuclear y en 2012 representó un 34% de la demanda mundial. En el corto plazo se espera que la demanda crezca de 20.326 toneladas a 21.130 toneladas en 2017, con una TCAC de 0,6%.

No se estima que la demanda de EE.UU. cambie mucho durante el período, creciendo ligeramente de 18.520 toneladas en 2012 a 19.169 toneladas en 2017, con una TCAC de 0,7%. En este momento, hay tres reactores en construcción, que tienen una fecha de inicio pronosticada para después de 2015, sin embargo se espera que la capacidad nuclear del país disminuya de 98,9GWe en 2012 a 98,0GWe en 2017, como consecuencia del cierre de un reactor en 2015.

El perfil nuclear de Canadá es relevante dado que el país tiene 19 reactores, con una capacidad de generación de 13,6GWe. Sin embargo, el país cuenta con un sector hidroeléctrico significativo, por lo que su industria nuclear presenta un potencial limitado de crecimiento. La demanda de Canadá se mantendrá en el mismo nivel durante el corto plazo.

México es el menor consumidor de uranio de la región. El país se beneficia de una gran dotación de combustibles fósiles, sobre todo petróleo y gas natural producidos localmente y por eso sólo tiene 2 reactores nucleares con una capacidad de generación 1,6GWe. Los combustibles fósiles proporcionan un 79% de su energía, la hidroeléctrica un 14% y la energía nuclear un 4%. A pesar de la gran cantidad de combustibles fósiles y la posibilidad de generar la electricidad con gas natural de bajo costo, el gobierno mexicano apoya la expansión de la capacidad nuclear, porque quiere diversificar las fuentes de energía del país. Sin embargo, en este momento no existe ningún

plan fijo en cuanta a la construcción de nueva capacidad nuclear y en el corto plazo la demanda del país se mantendrá en el mismo nivel.

América Central y del Sur es una de las regiones menos desarrolladas en términos de energía nuclear, con una capacidad neta de 2,8GWe. Brasil y Argentina son los únicos países que tienen reactores, cada uno con dos. La escasez de la capacidad nuclear de la región resultó en una demanda muy baja de uranio en 2012, un total de 440 toneladas, representando un 0,7% de la demanda mundial. Por otro lado, la región está intentando diversificar sus fuentes de energía eléctrica, y varios países esperan desarrollar su capacidad nuclear durante los próximos 20 años. Se espera que la demanda de la región crezca de 440 toneladas en 2012 a 758 toneladas en 2017. El aumento de la demanda de Argentina a partir de 2013 es la consecuencia de la puesta en marcha de un nuevo reactor nuclear, Atucha 2 cerca de Buenos Aires, pronosticada para el final de este año, aumentando el número total a 3. Asimismo Brasil va a iniciar un nuevo reactor en 2016.

8.2.6 Evolución pronosticada de la demanda en el largo plazo

8.2.6.1 Introducción

Tabla 8.10: Demanda pronosticada de uranio por región en el largo plazo, 2018 - 2035 (toneladas de U)

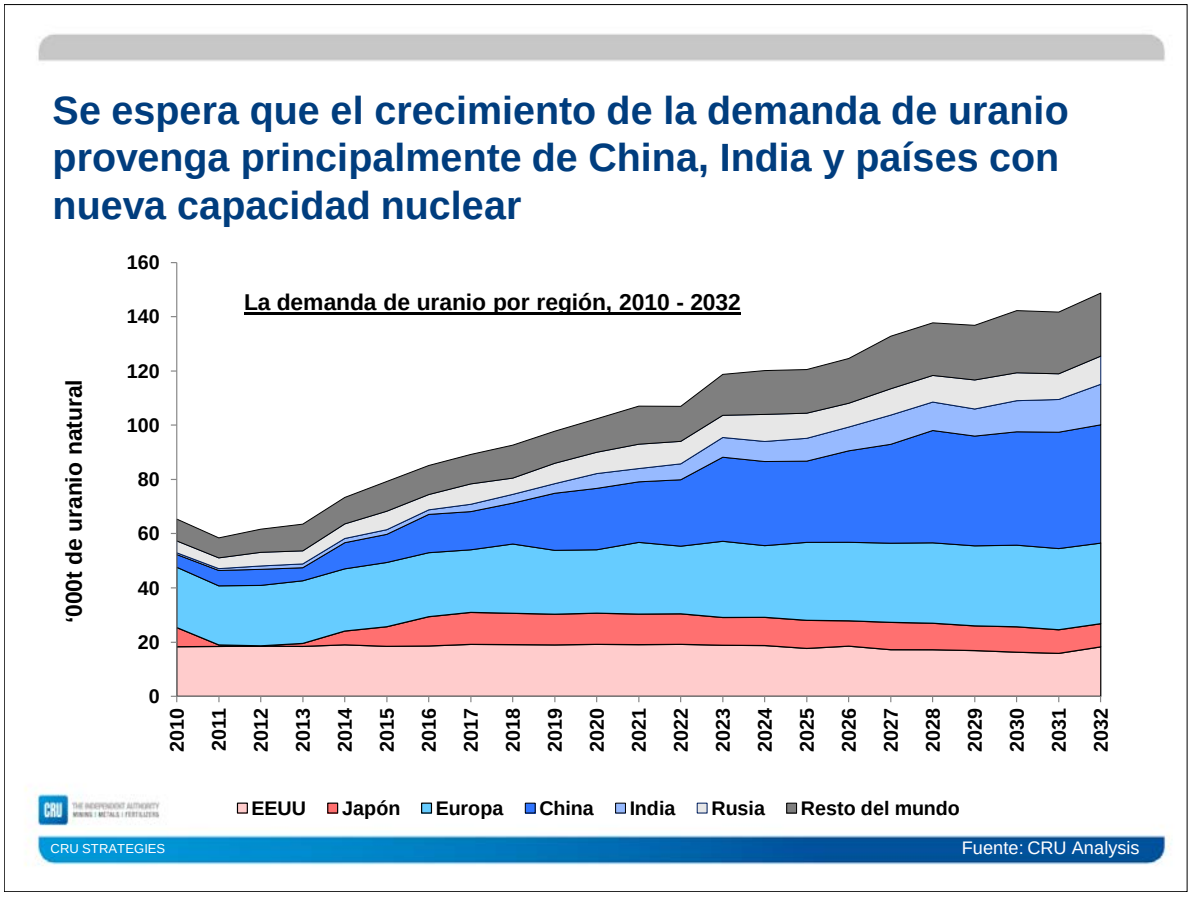
	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Norte América	21.591	21.488	21.381	21.012	21.127	21.209
S & C América	772	764	1.066	1.253	832	1.415
Europa (UE)	22.357	21.374	21.064	23.170	22.280	24.939
Resto de Europa	9.193	9.699	10.188	12.272	10.965	11.343
China	15.067	21.043	22.628	22.318	24.482	30.995
Asia ex. China	23.351	23.100	25.711	26.676	26.931	28.499
Africa	317	322	327	332	338	343
Australasia	-	-	-	-	-	-
Total mundial	**92.649**	**97.790**	**102.367**	**107.034**	**106.955**	**118.744**
cambio %	*3,9*	*5,6*	*4,7*	*4,6*	*(0,1)*	*11,0*

	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Norte América	21.980	19.774	20.985	19.675	19.660	19.357
S & C América	1.379	1.633	1.350	2.007	2.052	2.210
Europa (UE)	22.697	24.562	25.033	25.387	25.173	25.263
Resto de Europa	13.738	13.466	12.718	13.527	14.303	14.973
China	31.006	29.953	33.718	36.456	41.410	40.463
Asia ex. China	28.999	30.784	29.958	34.521	34.532	33.113
Africa	349	354	840	1.246	619	1.455
Australasia	-	-	-	-	-	-
Total mundial	**120.148**	**120.525**	**124.602**	**132.818**	**137.749**	**136.835**
cambio %	*1,2*	*0,3*	*3,4*	*6,6*	*3,7*	*(0,7)*

	2030	2031	2032	CAGR % 12-32
Norte América	19.243	18.329	20.950	0,1
S & C América	2.286	2.189	2.301	8,6
Europa (UE)	25.483	24.841	24.189	1,1
Resto de Europa	14.920	14.582	15.929	3,5
China	41.806	42.904	43.616	10,5
Asia ex. China	36.595	37.615	39.088	8,9
Africa	1.929	1.259	2.629	11,5
Australasia	-	-	-	n/a
Total mundial	**142.263**	**141.719**	**148.702**	4,5
cambio %	*4,0*	*(0,4)*	*4,9*	

Fuente: CRU Analysis

Figura 8.06: Se espera que el crecimiento de la demanda de uranio provenga principalmente de China, India y países con nueva capacidad nuclear



En el largo plazo China impulsará la demanda mundial del uranio, ocupando más de un 29% de la demanda mundial en 2032 con 43.616 toneladas, mientras los otros países asiáticos ocuparán un 26% con 39.088 toneladas. Se espera que la demanda de Norteamérica se mantenga al nivel actual y que la de Europa crezca, pero a una menor tasa que la de China y los países asiáticos. Como consecuencia se verá una caída en la proporción de la demanda que proviene de Europa y EE.UU.: en 2032 Europa ocupará un 27% de la demanda mundial con 24.189 toneladas y Norteamérica un 14% de la demanda mundial con 20.806 toneladas, comparado con un 44% y un 33% respectivamente en 2012. La proporción de la demanda ocupada por América Central y del Sur más que se duplicará entre 2012 y 2032 de 0,7% a 1,5%, sin embargo seguirá representando un porcentaje pequeño comparado con los demás regiones.

8.2.6.2 Asia

El crecimiento de la demanda de la región en el largo plazo será dominado por China y en menor grado India. Se espera que la demanda de China casi se triplique, subiendo de 15.067 toneladas en 2018 a 43.616 en 2032, y que la demanda de la India más que se cuadruplique, de 3.241 toneladas en 2018 a 14.953 toneladas en 2032. China tiene planeados más de 100 nuevos reactores nucleares para llegar a una capacidad de generación de casi 250GWe en 2032, e India espera construir más de 50 nuevos reactores nucleares para aumentar su capacidad de generación a más de 60GWe en 2032. Los dos países se muestran totalmente favorables al desarrollo de energía nuclear, sin embargo es importante mencionar que la mayoría de los reactores mencionados se encuentra en la categoría de propuesta en la actualidad.

Por otro lado, cabe destacar que hay 5 países dentro de la región que quieren establecer una base de energía nuclear: Bangladesh y Vietnam tienen programado el inicio de reactores nuclear en el año 2020, cada uno un reactor con una capacidad de generación de 1GWe, mientras Indonesia, Malaysia, Vietnam y las Filipinas tienen nuevos reactores planeados hacia la última parte del período bajo análisis.

8.2.6.3 Europa

Como se menciona anteriormente, muchos de los países de la región mantienen una posición contraria a la energía nuclear, llegando en el caso de Bélgica y Alemania, al extremo de querer eliminar 100% de la energía nuclear de su matriz energética. En el largo plazo se verá el efecto de estos sentimientos antinucleares, sobre todo en la demanda de Alemania y Bélgica, y se espera que la región pierda su posición de principal consumidor de uranio a manos de Asia. A pesar de esto, como es el caso en el corto plazo, la demanda del uranio de Europa seguirá creciendo, pero a una tasa más baja que la de Asia.

Se espera que la demanda del Reino Unido suba de 1.170 toneladas de uranio en 2012 a 3.492 toneladas en 2032, con una TCAC de 3,6%, una consecuencia de la meta del gobierno de construir nueva capacidad de 16GWe divida entre 5 operaciones antes de 2030. Francia seguirá como uno de los más importante consumidores del uranio de la región en el largo plazo, no obstante Rusia ocupará la posición número uno a partir de 2029, ya que Francia no tiene pensado la expansión de su capacidad de generación nuclear, en cambio Rusia sí planea construir más de 25 nuevos reactores entre 2018 y 2032 para aumentar su capacidad de generación a más de 60GWe.

Por otra parte, se estima que los países de la CIE más Eslovenia, Eslovaquia y Rumania aumenten significativamente su demanda de uranio en el largo plazo, gracias a su actitud pro-nuclear. Más aún, Armenia, Bielorrusia y Kazajstán van a iniciar la producción de energía nuclear hacia el final del periodo para asegurar su independencia energética, con la demanda total de los tres países pronosticada a llegar a un 3% del total mundial en 2032.

8.2.6.4 Las Américas & El Caribe

En el largo plazo se espera que la demanda de Norteamérica se mantenga al mismo nivel, con una TCAC de 0,1% entre 2012 y 2032. En cambio, se estima que la demanda de América Central y del Sur aumentará, con una TCAC de 8,6% durante el mismo periodo: entre 2018 y 2032 crecerá de 772 toneladas de uranio a 2.301 toneladas.

En cuanto a Norteamérica, México es el único país que verá un aumento significativo de su demanda de uranio en el largo plazo. Como se mencionó anteriormente, el gobierno mexicano apoya la energía nuclear, sobre todo porque quiere diversificar la matriz energética del país. Como consecuencia, se espera la puesta en marcha de dos reactores nuevos a mediados del decenio 2020. Una parte de esta capacidad adicional reemplazará centrales nucleares existentes, pero también aumentarán la capacidad nuclear del país, y se espera que la demanda del uranio llegue a 648 toneladas en 2032 (comparada a 288 toneladas en 2012) con una TCAC de 4,14% entre 2012 y 2032.

Se pronostica que Canadá mantendrá su nivel de demanda actual en el largo plazo, con una TCAC de 0,6% entre 2012 y 2032. Canadá tiene una larga historia en relación a la energía nuclear: además de generar un 15% de su electricidad mediante centrales nucleares es un centro de investigación y desarrollo de la tecnología nuclear, y por eso el país cuenta con su propia marca de reactores. Se espera que Canadá construya varios nuevos reactores antes de 2032, pero debido al envejecimiento de los reactores existentes, la mayoría será capacidad de reemplazo.

EE.UU., al igual que Canadá, mantendrá su nivel de demanda de uranio actual en el largo plazo, con una TCAC de -0,1% entre 2012 y 2032. Últimamente la energía nuclear ha perdido impulso en EE.UU. debido al descubrimiento de *shale gas* y la correspondiente caída del precio del gas natural. En este momento hay varios reactores planeados y propuestos, sin embargo el futuro de los mismos no es seguro. Muchos de los reactores anteriormente previstos se pospusieron, por causa del desaceleración del crecimiento de la demanda de la energía junto con las ventajas económicas de la

generación eléctrica del gas natural. Por otra parte, después del accidente de Fukushima varios estados ya no mantienen una posición favorable a la energía nuclear, y por lo tanto se ha vuelto más difícil extender la vida de los centrales existentes o construir nuevas.

En definitiva, no se espera que la demanda del uranio de los EE.UU. crezca en el largo plazo. Además, se estima observar una caída en su capacidad nuclear de 98,9GWe en 2012 a 73,7GWe en 2032. Por otro lado, se considera que habrá más apoyo para nuevas centrales nucleares al final del periodo pronosticado: se espera un aumento en la volatilidad del precio del gas natural y que la gestión de emisiones de carbono se vuelva aún más importante.

Es importante destacar que la demanda de uranio no se encuentra demasiado afectada por la caída de la capacidad, ya que una proporción importante de la industria nuclear es suministrada por la oferta secundaria (ver la sección 8.4 sobre el balance del mercado) y como ya se mencionó, se estima que la energía nuclear se vuelva más popular a los finales del periodo.

Dentro de América Central y del Sur, Brasil es el país que impulsará el crecimiento de la demanda de uranio de la región. El país tiene planeada la construcción de 4 nuevos reactores para los años 2020s, los cuales aumentarán su demanda del uranio de 540 toneladas en 2018 a 1.325 toneladas en 2032, con una TCAC de 7,4% entre 2012 y 2032. En este momento el país depende mucho de la energía hidroeléctrica; sin embargo el gobierno quiere diversificar la matriz energética en el largo plazo porque esa dependencia hace que el país sea muy vulnerable a los cambios climáticos. También se espera que la demanda de Argentina crezca durante el periodo pronosticado, pero en menor medida, debido a la puesta en marcha de un nuevo reactor en los años 2020. El gobierno argentino planea que entre un 15 y 18% de la electricidad sea generada a través de energía nuclear, sin embargo esta meta tiene un plazo más allá del periodo pronosticado. Chile podría ser un nuevo entrante al mercado del uranio a partir de 2024, debido a la posible entrada en producción de 4 reactores propuestos.

8.3 Dimensionamiento y caracterización de la oferta

8.3.1 Características generales

El uranio (U_3O_8) es un metal gris y duro que está presente en varios minerales. Además, es un elemento radioactivo natural que contiene dos isótopos: el uranio 238 (U-238) y el uranio 235 (U-235). El uranio natural forma parta de la corteza terrestre y está compuesto de un 99,3% del U-238

y un 0,7% del U-235. El U-235 es el isótopo de interés, ya que es más inestable que U-238 y por lo tanto tiene mayor potencial en cuanto a la generación de energía.

El U-238 se descompone muy lentamente, y tiene un período de semi-desintegración[2] de 4,5 mil millones de años, la edad actual de la tierra. El U-235 se desintegra ligeramente más rápido, y tiene un período de semi-desintegración de unos 704 millones de años.

En el pasado, antes del descubrimiento de la fisión nuclear, el uranio se utilizaba para dar un color amarillo a los esmaltes cerámicas. Luego, en 1939 dos científicos alemanes, Otto Hahn y Fritz Straussman, descubrieron la capacidad del uranio de separarse en elementos más livianos, al mismo tiempo emitiendo energía. Este descubrimiento dio paso al uso de uranio como combustible en centrales nucleares, pero también a su uso en armamento nuclear.

Oferta secundaria

Existen dos fuentes del uranio: la oferta primaria y la oferta secundaria. La oferta primaria corresponde al uranio que procede de las minas mientras la oferta secundaria está compuesta por material reciclado o reprocesado (proveniente de combustible nuclear usado o armas nucleares) más el uso de las reservas o inventarios de los gobiernos.

En esta sección se analiza la oferta primaria sin embargo la oferta secundaria cumple un rol importante ya que hoy en día cerca de un 20% del consumo mundial del uranio proviene de fuentes secundarias. El papel de la oferta secundaria se examina más en detalle en la sección 8.4 sobre el balance del mercado.

[2] El período de semi-desintergración (o semivida) se utiliza para describir la descomposición radioactiva: es el lapso necesario para que se desintegren la mitad de los núcleos de una muestra inicial de una sustancia radiactiva (en este caso el uranio 238 o 235).

8.3.2 Geología

8.3.2.1 Clasificación de recursos de uranio

Los recursos de uranio se clasifican mediante el sistema establecido por la Agencia de Energía Nuclear (NEA por sus siglas en inglés) y la Agencia International de Energía Atómica (IAEA en inglés). Las agencias clasifican recursos según la factibilidad de la explotación económica y el nivel de confianza sobre la existencia del tonelaje estimado.

Los recursos identificados se dividen entre recursos razonablemente asegurados y recursos inferidos, los dos recuperables a un costo menor a USD 260/kg U. En este caso el costo considerado es el de producción, es decir el costo para extraer el mineral y convertirlo en óxido de uranio e incluye:

- Los costos directos asociados con la extracción, transporte y procesamiento del mineral;
- Los costos de gestión ambiental y la gestión de residuos, tanto durante como después del cierra de la operación;
- Cuando corresponda, los costos de mantener las unidades de producción no operativas;
- En el caso de los proyectos continuos, los costos de capital no amortizados;
- Cuando corresponda, el costo de capital de entregar nuevas unidades productivas, y el costo relacionado a su financiamiento;
- Los costos indirectos, por ejemplo costos administrativos, regalías y impuestos, y;
- Los futuros costos de exploración y desarrollo para delinear otros yacimientos hasta que estén listos para ser extraídos.

Los recursos razonablemente asegurados son los que estén dentro de yacimientos minerales conocidos, que tengan un tamaño, ley y configuración definida y que puedan ser extraídos a un costo dentro del rango especificado. Su estimación se fundamenta en muestras concretas. Los recursos inferidos se basen en pruebas geológicas directas, pero las estimaciones son menos confiables que las de los recursos razonablemente asegurados.

Los recursos no descubiertos se dividen entre: recursos pronosticados, los cuales son recursos esperados dentro de una zona de uranio conocida, soportados por pruebas directas, y recursos especulados, que están dentro zonas geológicas favorables, pero sin pruebas directas. A los dos

tipos se les asigna un costo de producción, pero es menos cierto que en el caso de los recursos identificados.

Tabla 8.11: Clasificación de recursos: NEA/IAEA comparado con JORC

	RECURSOS CONOCIDOS			RECURSOS NO CONOCIDOS	
NEA / IAEA	Razonablemente asegurado		Inferido	Pronosticado	Espéculativo
JORC	Medido	Indicado	Inferido	No descubierto	

Fuente: NEA / IAEA

8.3.2.2 Tipos de depósitos

El uranio es un elemento abundante en la naturaleza y se encuentra en una gran variedad de depósitos. Según la Agencia de Energía Nuclear (la NEA por sus siglas en inglés) y la Agencia Internacional de Energía Atómica (la IAEA por sus signos en inglés) existen 13 tipos de depósitos[3] de uranio (en orden de importancia económica).

1. Depósitos de arenisca:
2. Depósitos de discordancia
3. Depósitos complejos de brechas de hematites
4. Depósitos de conglomerados de cuarzo-guijarro
5. Depósitos de veta / en filones
6. Depósitos intrusivos
7. Depósitos volcánicos y de calderas
8. Depósitos metasomáticos
9. Depósitos superficiales
10. Depósitos de brechas entubadas colapsadas
11. Depósitos de fosforitas
12. Otros depósitos
13. Variedades de rocas con niveles elevados de uranio

No todos los tipos de depósito son comunes. La mayor parte de uranio viene de depósitos de: arenisca, complejos de hematites brechas, discordancia y metasomáticos.

[3] Uranio 2011: Recursos, Oferta y Demanda (‘The Red Book’).

Tabla 8.12: Recursos razonablemente asegurados e inferidos de uranio por costo de producción, 2011 (‘000t de U)

Tipo de depósito	<USD40/kgU	USD 40-80/kgU	USD 80-130/kgU	USD 130-260/kgU	Total	%
Arenisca	101	662	1.504	1.915	**4.182**	26%
Complejos de hematites brechas	-	1.300	1.316	1.322	**3.937**	24%
Discordancias	351	466	631	734	**2.183**	13%
Metasomaticos	91	162	584	817	**1.653**	10%
Otros	79	225	516	680	**1.499**	9%
No especificados	59	137	197	322	**715**	4%
Intrusivos	-	7	170	507	**683**	4%
Volcánicos y de calderas	1	13	207	276	**497**	3%
Conglomerados de cuarzo-guijarro	-	100	145	233	**477**	3%
Vena	-	9	58	292	**359**	2%
Total	**681**	**3.079**	**5.327**	**7.097**	**16.183**	**100%**

Fuente: NAE e IAEA

Como se puede ver de la siguiente tabla, Australia tiene la mayor cantidad de recursos conocidos de uranio seguido por Kazajstán, Rusia y Canadá.

Tabla 8.13: Recursos conocidos de uranio por país, 2011 (‘000t de U)

País	000t de U	%
Australia	1.739	25%
Kazajstán	820	12%
Rusia	650	9%
Canadá	614	9%
Namibia	518	7%
EEUU	472	7%
Niger	446	6%
Sudáfrica	372	5%
Brasil	277	4%
China	166	2%
Ucrania	225	3%
Uzbekistán	96	1%
Mongolia	56	1%
Jordania	34	0%
Otros	613	9%
Total	**7.097**	**100%**

Fuente: NAE / IAEA

Depósitos de arenisca

El uranio se encuentra en areniscas de grano medio a grueso, depositadas en un ambiente fluvial continental o marino sedimentario marginal. Los depósitos constituyen un 26% de los recursos conocidos de uranio. Los yacimientos de arenisca-uranio normalmente tienen una ley de entre 0,05% y 0,4% de U_3O_8, y cada yacimiento individual es de tamaño pequeño a mediano, hasta un máximo de 50.000 toneladas de U_3O_8. Los minerales principales de uranio son uraninita y cofinita. Los métodos convencionales de extracción y trituración se han sustituido progresivamente por el proceso más económico de lixiviación *in situ*, o ISL por sus signos en inglés (ver la sección 8.3.3 para una explicación de los varios métodos de producción). Se encuentran depósitos importantes de arenisca-uranio en Kazajstán, EE.UU., Níger, Uzbekistán, Gabón y Sudáfrica.

Depósitos complejos de brechas de hematites brechas

Los orígenes de este tipo de depósito aún son inciertos. No obstante, los mecanismos principales que formaron el complejo de brechas fueron fracturas hidráulicas, fallas tectónicas, la corrosión química y el colapso de gravedad.

Uno de los depósitos complejos de hematites brechas más grandes es Olympic Dam en Australia y forma la mayor parte de los recursos australianos del uranio.

Este tipo de depósito constituye un 24% de los recursos conocidos.

Depósitos de discordancia

Los depósitos de discordancia fueron producidos por cambios geológicos que ocurrieron cerca de importantes discordancias, es decir cerca de diferencias geométricas entre capas de sedimentos, provocadas por un cambio en las condiciones en que se produjo su proceso de deposición.

Los depósitos de discordancia constituyen un 13% de recursos conocidos. Los minerales principales son uraninita y pechblenda y hay depósitos grandes en Canadá y Australia.

Depósitos metasomáticos

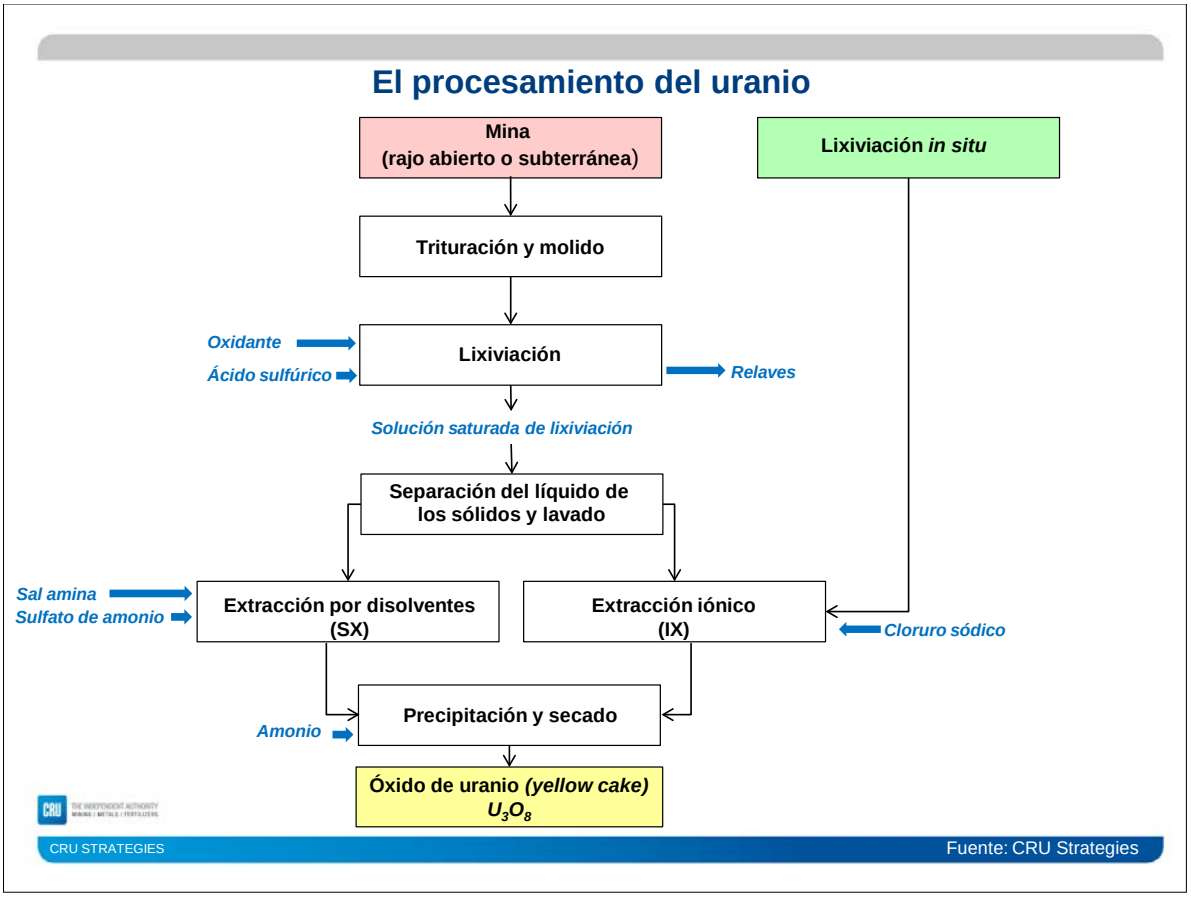
El metasomatismo es un proceso geológico que corresponde a la sustracción o adición de componentes químicos a una roca mediante fluidos acuosos con el requisito de que la roca debe

mantenerse en estado sólido. En el caso de este tipo de depósito de uranio, era la introducción de sodio, potasio o calcio que provocó el cambio. Ejemplos importantes de depósitos metasomáticos son Espinharas en Brasil y Valhalla y Skal en Australia, cerca de Mount Isa.

8.3.3 Extracción y procesamiento

Como se puede ver en la sección anterior, existe una gran variedad de depósitos de uranio. Se describen a continuación los dos procesos de procesamiento básicos.

Figura 8.07: El procesamiento del uranio



8.3.3.1 Extracción, lixiviación en planta y extracción por solventes (SX)

Las minerales extraídos de la mina se trituran y se muelen hasta que se logra la granulación de arena fina. Los granos contienen entre 0,02% y 0,2% de uranio extraíble, como consecuencia es necesario tratar entre 500 y 5.000kg de mineral por cada kilogramo de uranio extraído. La mayoría de las plantas utilizan la molienda húmeda, y los lodos resultantes se conducen al circuito de lixiviación.

La lixiviación es un proceso hidrometalúrgico. Se añade ácido sulfúrico y un oxidante al lodo: el oxidante es necesario porque el uranio reducido es solo ligeramente soluble en los licores de lixiviación ácidos y el oxidante aporta los elementos necesarios para convertir el uranio a un estado que es fácilmente soluble. El consumo del ácido depende de los otros elementos contenidos en el mineral, no del uranio: una alta proporción de carbonatos aumentarán el consumo de ácido. El tiempo de lixiviación puede variar entre un par de horas hasta un día entero. Se puede reducir el tiempo de lixiviación de algunos minerales mediante el calentamiento de la solución. Cabe destacar que a veces se emplea la lixiviación en pilas, sin embargo este proceso se aplica más al tratamiento de relaves. La lixiviación recupera entre el 85 y 95% del uranio y la solución contiene entre 1 y 2 gramos de uranio por litro. La solución también contiene otros iones, pero su concentración depende mucho de la composición del mineral tratado.

No siempre se utiliza la lixiviación ácida, ya que cuando el mineral tiene un nivel elevado de cal la lixiviación alcalina es más adecuada. Las soluciones más populares para la lixiviación alcalina son una mezcla de carbonato de sodio y bicarbonato de sodio. Casi todas las plantas de lixiviación alcalina emplean sistemas de lixiviación a presión: el rendimiento del proceso es mucho mejor a temperaturas altas y el proceso a presión permite que se obtengan temperaturas superiores a 100°C.

El próximo paso en el proceso es la separación del líquido de los sólidos. Se lavan los sólidos utilizando circuitos de espesadores en contracorriente. El proceso emplea floculantes, los cuales son agentes químicos que pueden capturar partículas en suspensión para formar agregaciones grandes que se depositan mucho más rápido que las partículas individuales. Además, el proceso permite la recuperación del licor de lixiviación para que pueda ser reciclado.

El uranio se separa de la solución de lixiviación mediante su extracción con un disolvente (SX) o por intercambio iónico (IX). El agente activo de la extracción mediante un disolvente es una sal amina diluida en querosén, que puede extraer selectivamente los iones de uranio para formar un complejo orgánico insoluble en agua. Luego el uranio es separado del complejo orgánico lavándolo con una solución de sal inorgánica, como sulfato de amonio.

Para conseguir el producto final, un concentrado estable de uranio que se llama óxido de uranio (*yellow cake* en inglés), se tiene que precipitar la solución restante y secar el precipitado. Finalmente, el óxido de uranio se prepara para su envío a la planta conversión y enriquecimiento, donde se busca obtener una proporción más alta de U-235.

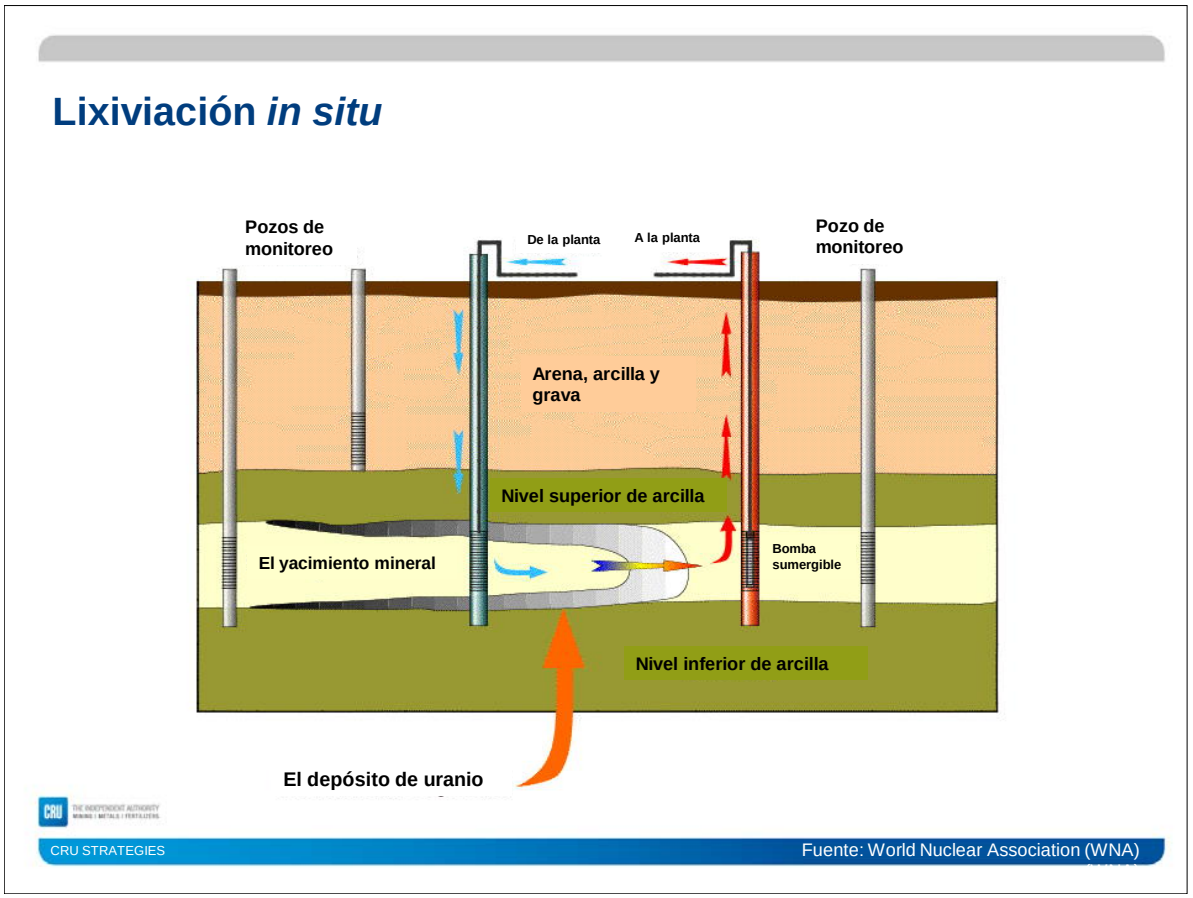
8.3.3.2 La lixiviación *in situ* y el intercambio iónico (IX)

Hoy en día se utiliza mucho esta tecnología para extraer uranio, ya que es más económica que la minería tradicional y no produce relaves. En 2012 se estima que un 45%[4] del uranio producido se extrajo mediante este proceso. El proceso consiste en inyectar una solución de lixiviación en una zona mineralizada que se encuentra debajo de la capa freática. La solución contiene un oxidante y elementos químicos que forman compuestos con el uranio. Se eleva la solución a la superficie por bombeo, donde se extrae el uranio mediante intercambio iónico. Casi todas las operaciones de lixiviación *in situ* se realizan con depósitos en acuíferos de arenisca (estrato o formación geológica permeable que permite la circulación y el almacenamiento del agua subterránea por sus poros o grietas), confinados por estratos poco permeables. Se introducen los licores de lixiviación mediante una serie de inyecciones y se recobran de pozos de recuperación. Para asegurar un buen rendimiento se debe distribuir y circular la solución de manera uniforme en todo el yacimiento.

Se logra la recuperación del uranio a través del intercambio iónico: se filtra la solución a través de perlas de resina, y las perlas, mediante el intercambio iónico, sacan el uranio de la solución. Las resinas, cargadas con uranio, se transportan a la planta donde el uranio se separa de las perlas de resina a través de la adición del cloruro sódico y la solución resultante se convierte en óxido de uranio. Las perlas de resina son posteriormente recicladas.

[4] World Nuclear Association

Figura 8.08: La lixiviación *in situ*



Las principales consideraciones ambientales relacionadas con la lixiviación *in situ* son:

- La prevención y control de las desviaciones de la solución de lixiviación durante las operaciones;
- Restitución de las características del agua subterránea local después de haber concluido las operaciones de extracción.

8.3.3.3 Producción de uranio primario en 2012

Como se puede ver en la siguiente tabla, la mayoría del uranio primario se extrae mediante la lixiviación *in situ*, ya que es el método más económico y no produce relaves.

Tabla 8.14: Producción de uranio por método, 2012 (t de U)

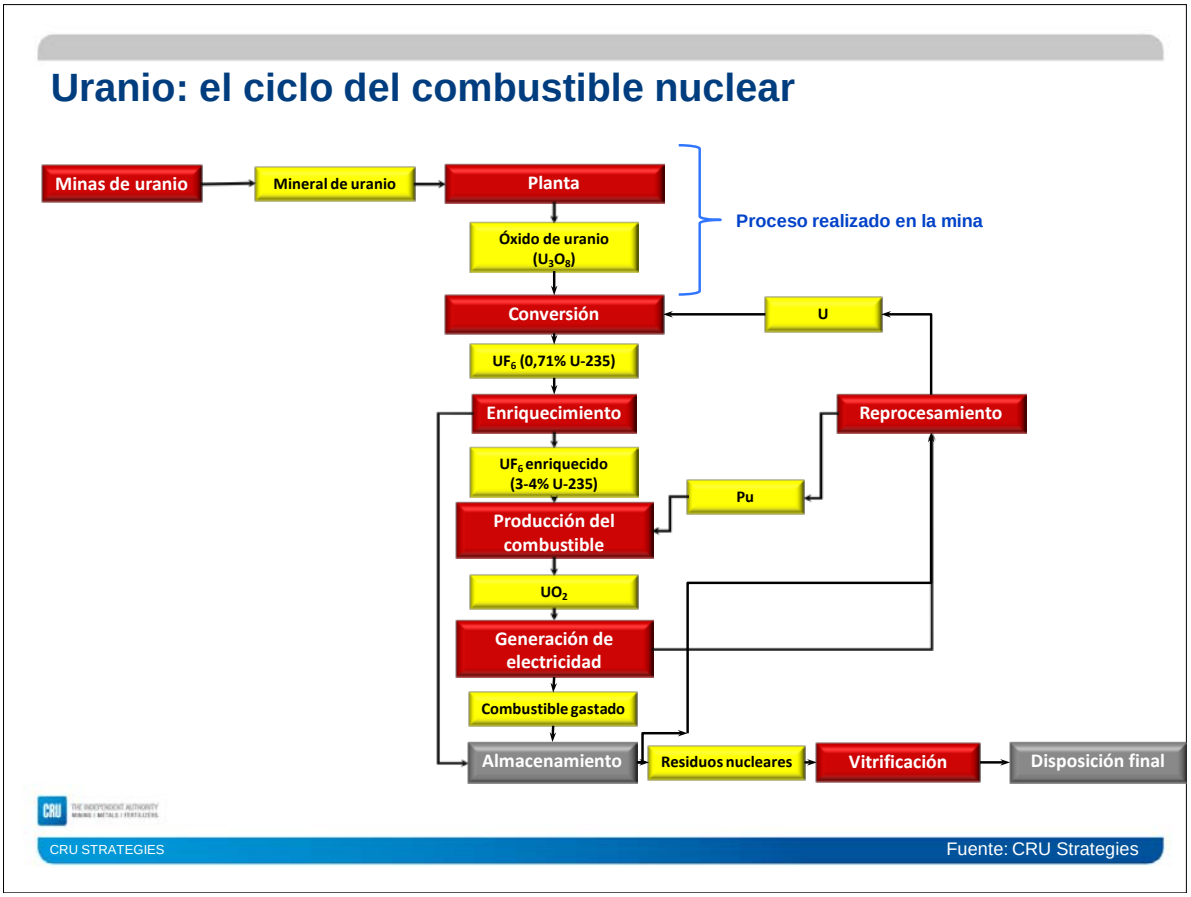
Método de producción	Toneladas de U (2012)	%
Minería subterránea	16.324	28%
Minería al rajo abierto	11.906	20%
Lixiviación *in situ*	26.263	45%
Producto secundario	3.851	7%
Total	58.344	100%

Fuente: World Nuclear Association (WNA)

8.3.3.4 Cadena de valor

La cadena de valor del uranio, desde la mina hasta el enriquecimiento, proveniente tanto del mineral como del reprocesamiento, se presenta en la figura a continuación.

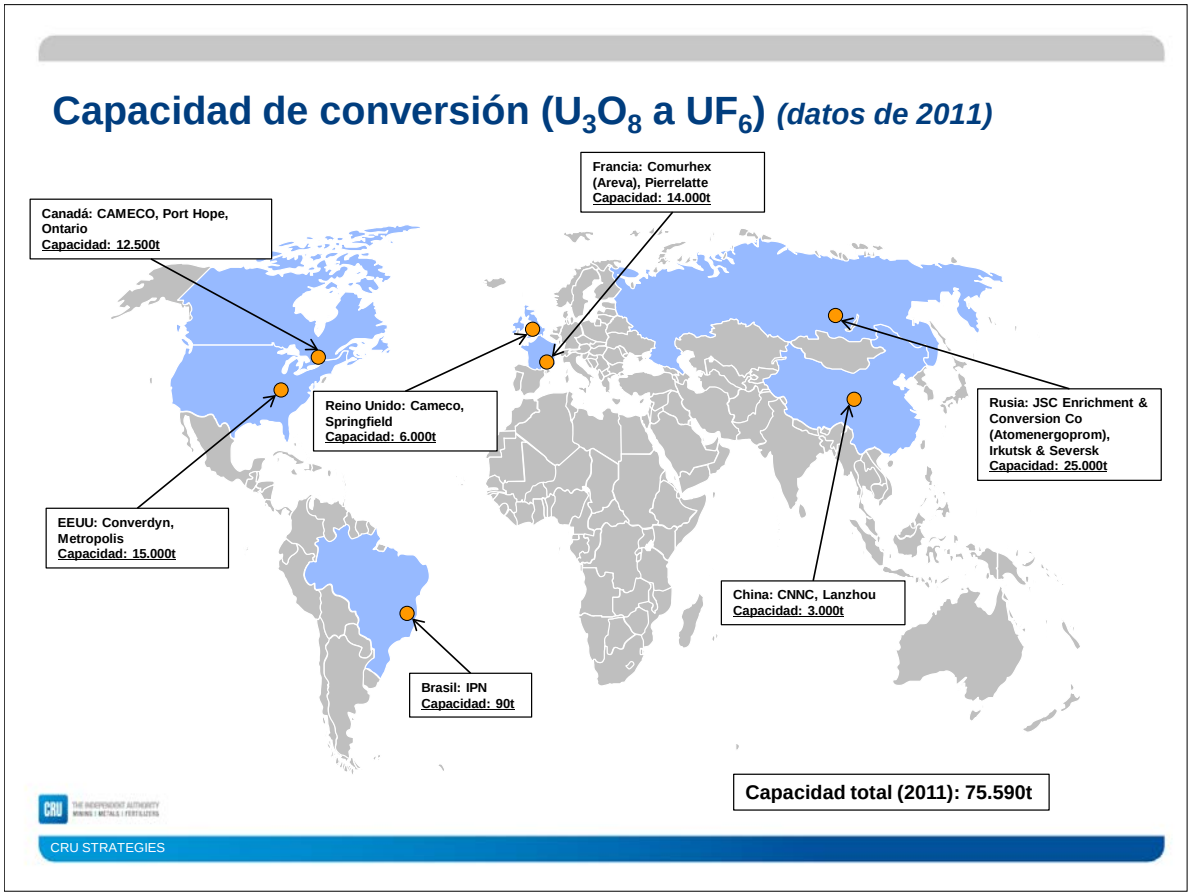
Figura 8.09: Uranio: el ciclo del combustible nuclear



Conversión

El producto vendido por la mina es óxido de uranio, un concentrado estable de U_3O_8. Sin embargo, aún contiene algunas impurezas, y antes del enriquecimiento tiene que ser refinado y luego convertido en hexafluoruro de uranio, UF_6. Sólo existen siete lugares en el mundo donde se realiza la conversión de U_3O_8 a UF_6.

Figura 8.10: La capacidad de conversión (U_3O_8 a UF_6)



Enriquecimiento

La mayoría de las centrales nucleares requieren uranio enriquecido, es decir con una alta proporción de U-235. El uranio natural tiene un 0,7% del U-235 y un 99,3% del U-238. Las centrales nucleares requieren uranio con un 3 a 5% de U-235 (el armamento nuclear requiere por lo menos un 90% de U-235). La diferencia entre la masa de los dos isótopos permite su separación y por lo tanto el enriquecimiento. El método principal empleado para enriquecer el uranio es la centrifugación. La no

proliferación nuclear hace que esta tecnología sea muy sensible, ya que se puede emplear el mismo proceso para producir uranio enriquecido para armamento nuclear. El proceso de enriquecimiento requiere que el uranio se encuentre en forma gaseosa, por eso el U_3O_8 se convierte en UF_6 en una planta de conversión antes de ser enriquecido.

Durante el proceso de enriquecimiento se aumenta la proporción del isotopo U-235 en el UF_6. El proceso también produce relaves, los cuales son denominados como empobrecidos de U-235. El esfuerzo necesario para enriquecer el uranio se expresa en unidades de trabajo de separación (SWU por sus signos en inglés). Es una unidad de medida compleja que está en función de la masa de uranio procesado y el grado al cual va a ser enriquecido, es decir, el alcance del incremento en la concentración del isotopo U-235, con relación al resto.

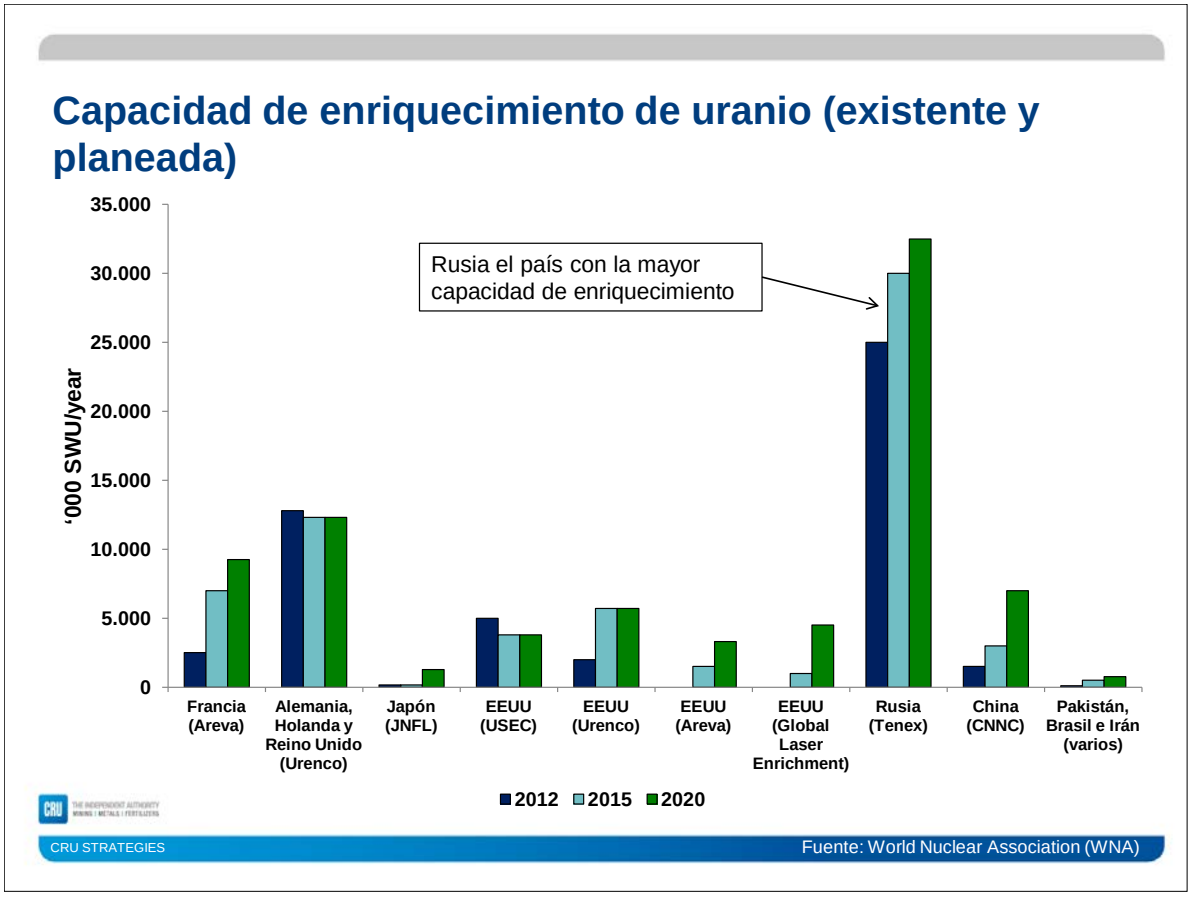
Los centrales nucleares al momento de comprar de las minas requieren una cantidad fija de uranio para fabricar combustible nuclear para cargar sus reactores. La cantidad de uranio que tienen que proporcionar al enriquecedor se determina por el nivel de enriquecimiento requerido (% de U-235) y el porcentaje de U-235 contenido en los relaves (*tails assay* en inglés). El *tails assay* incluido en los contratos junto con la cantidad requerida de uranio enriquecido (EUP por sus signos en inglés) determina la cantidad de uranio natural que la central nuclear tiene que proporcionar al enriquecedor. Un menor *tails assay* implica el uso de menos uranio natural pero más SWU, que a su vez implica el uso de más electricidad. Sin embargo, la compañía enriquecedora dispone de cierta flexibilidad con respecto al *tails assay* operacional de la planta:

- Si el *tails assay* operacional es menor que el *tails assay* contratado, el enriquecedor puede guardar el exceso del uranio natural, el cual puede ser vendido como uranio natural o EUP para su propio beneficio. Esto es conocido como subalimentación o '*underfeeding*';
- Si el *tails assay* operacional es mayor que el *tails assay* contratado, el enriquecedor tiene que complementar el uranio natural de la central nuclear con su propio uranio natural. Esto se conoce como sobrealimentación u '*overfeeding*'.

La empresa de enriquecimiento optimizará la proporción de U-235 de los relaves dependiendo de la capacidad disponible, los costos marginales (sobre todo el costo de la energía), el precio del uranio natural y la capacidad técnica de la planta.

En este momento existen varios centros de enriquecimiento. El objetivo final de la Agencia International de Energía Atómica (IAEA por sus signos en inglés) es crear centros de enriquecimiento bajo control internacional para asegurar la no proliferación de armamento. Este esquema de propiedad compartida entre los miembros de la comunidad internacional aseguraría que exista un alto grado de control, que no es posible lograr en el caso de un centro bajo la supervisión de un solo Estado nacional.

Figura 8.11: Capacidad de enriquecimiento de uranio (existente y planeada)



Como se puede ver del gráfico anterior, la mayor parte de la capacidad de enriquecimiento está en Rusia, donde está ubicado el primer centro internacional de enriquecimiento de uranio en Angarsk, Siberia. La planta George Besse de Areva en Francia fue financiada por Italia, España, Bélgica e Irán y según el contrato original cada país podía recibir un porcentaje del producto de la planta. Sin embargo la planta nunca entregó uranio enriquecido a Irán por causa de las sanciones políticas en vigor en aquel momento. En junio de 2012 la planta George Besse fue cerrada y reemplazada por la

planta George Besse II, que emplea tecnología de centrifugación. AREVA es el accionista principal de la empresa que opera George Besse II, mientras que empresas japonesas y de Corea del Sur tienen una participación minoritaria. Las operaciones de Urenco pertenecen al Reino Unido, Holanda y Alemania. En todos los casos, el país receptor no tiene acceso a la tecnología, sólo a una proporción del producto.

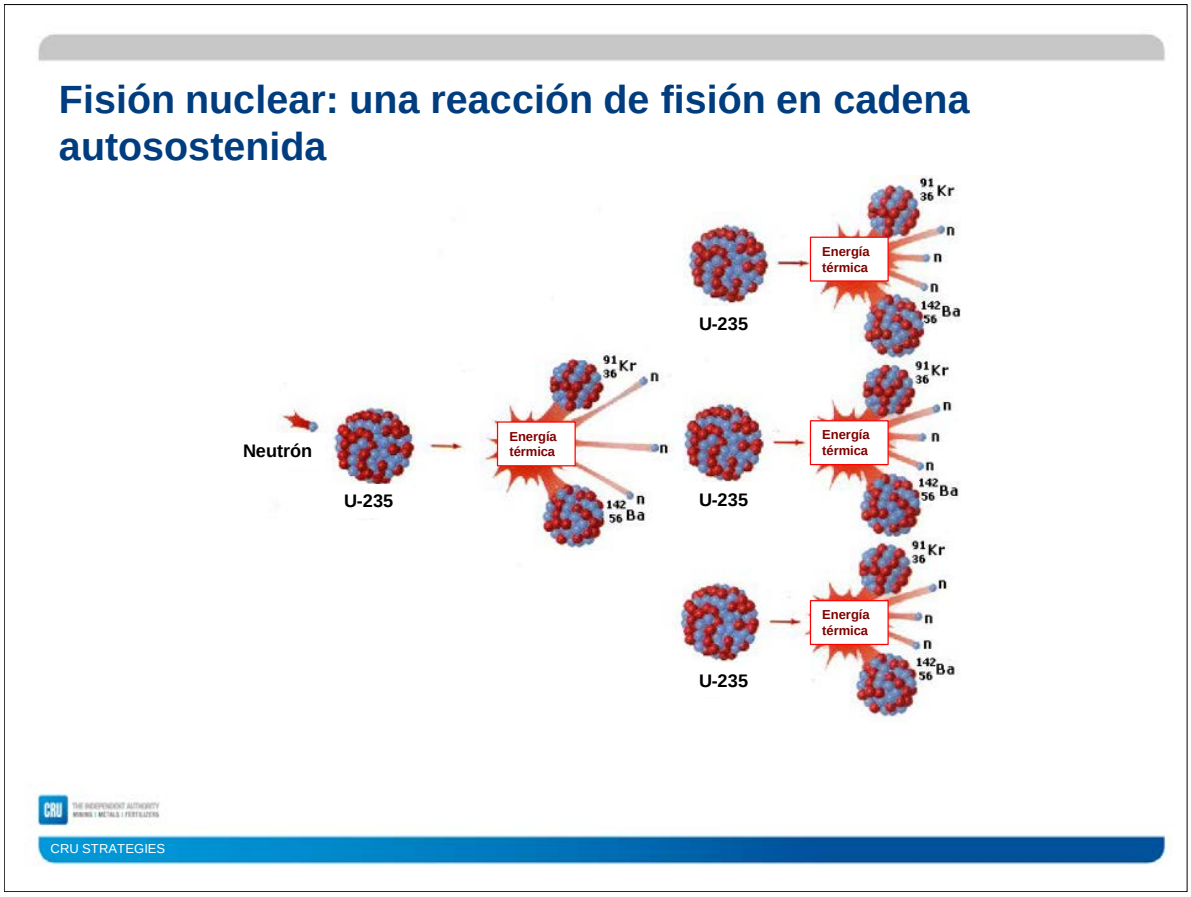
Fabricación de combustible nuclear

El último paso es la fabricación de combustible nuclear. Este proceso convierte el uranio enriquecido en barras de combustible nuclear para uso en centrales nucleares. Una barra de combustible no es un producto estandarizado, sino que se fabrica según los requisitos del cliente, porque cada reactor tiene distintas características físicas. En este momento existe un exceso de capacidad de producción de barras de combustible nuclear, por lo tanto la fabricación de combustible no obstaculizará la cadena de suministro en un futuro próximo.

Fisión nuclear

El uranio genera energía térmica mediante la fisión nuclear del isotopo uranio 235 (U-235), se conoce como la energía nuclear. El núcleo de un átomo de U-235 contiene 92 protones y 143 neutrones (92+143 = 235). Cuando el núcleo de un átomo de U-235 captura un neutrón móvil, el neutrón se divide en dos (fisión) y libera energía térmica, además de desalojar a dos o tres neutrones más. Si un número suficiente de estos neutrones expulsados provocan la división o fisión de otros átomos de U-235, desalojando a más neutrones, una reacción de fisión en cadena autosostenible tiene lugar. Cuando este proceso se realiza millones de veces se produce una cantidad gigante de energía térmica de una cantidad pequeña de uranio.

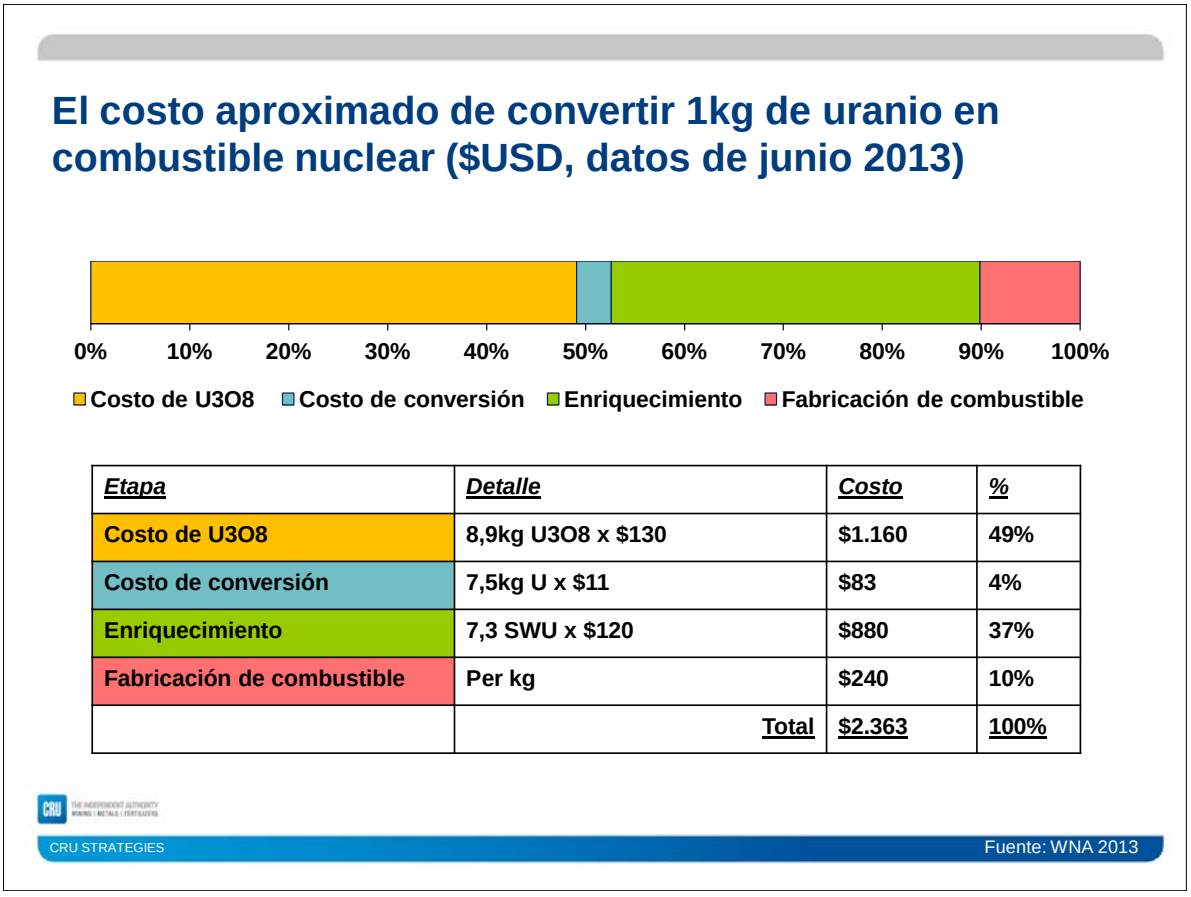
Figura 8.12: Fisión nuclear: una reacción de fisión en cadena autosostenida



El producto final de la mina, óxido de uranio (U_3O_8), representa un 49% del costo del combustible nuclear, mientras el enriquecimiento y la fabricación del combustible representan un 47% del costo total, el 4% restante es el costo de conversión. El uranio tiene la ventaja de ser una fuente de energía altamente concentrada que se puede transportar fácilmente y a bajo costo. Cabe destacar que no se tiene que transportar el óxido de uranio en contenedores especiales, ya que el producto de la mina no es radioactivo: se transporta en bidones de 200 litros que se colocan en un contenedor de envío normal. El producto de la planta de conversión y de la planta de enriquecimiento, el UF_6, tampoco es radioactivo pero sí tóxico. Se transporta en contenedores especiales que también sirven para almacenamiento. Los únicos productos radioactivos en el proceso son el combustible nuclear, el combustible gastado y los residuos nucleares: todos ellos requieren de una manipulación especial.

Finalmente, es importante considerar que las cantidades requeridas son significativamente menores que las de petróleo o carbón: 1kg de uranio producirá 20.000 veces más energía que la misma cantidad de carbón.

Figura 8.13: El costo aproximado de convertir 1kg de uranio en combustible nuclear (datos de junio 2013)



Etapa	Detalle	Costo	%
Costo de U3O8	8,9kg U3O8 x $130	$1.160	49%
Costo de conversión	7,5kg U x $11	$83	4%
Enriquecimiento	7,3 SWU x $120	$880	37%
Fabricación de combustible	Per kg	$240	10%
	Total	$2.363	100%

Como mencionamos anteriormente, los centrales nucleares compran el óxido de uranio directamente de la mina y luego pagan aparte los servicios de conversión, enriquecimiento y fabricación de combustible: el titulo del uranio no se transfiere.

8.3.4 Comercialización (exportaciones e importaciones)

Como mencionado al principio del capítulo, debido a la naturaleza sensible del comercio de uranio no existen cifras confiables de exportaciones e importaciones. Por consiguiente, el análisis de comercialización no se ha podido realizar. De todas maneras, es importante destacar que las conclusiones relevantes al mercado del uranio en general no se ven afectadas por este hecho.

8.3.5 Evolución histórica de la oferta primaria de uranio

8.3.5.1 Introducción

Históricamente Australia y Canadá han sido los mayores productores de uranio: en 2005 la producción de los dos países ocupó un 53% de la producción mundial. Sin embargo, la situación no es la misma en la actualidad y en 2012 Kazajstán, ocupó el primer lugar, proporcionando un 39% de la producción en 2012, con Canadá y Australia proporcionando solo un 28% en conjunto. Además, Namibia y Rusia han aumentado significativamente su producción durante la última década.

Figura 8.14: La producción de Australia y Canadá se ha disminuido, mientas la de Kazajstán ha experimentado un fuerte crecimiento, 2005 v 2012 (t de U_3O_8)

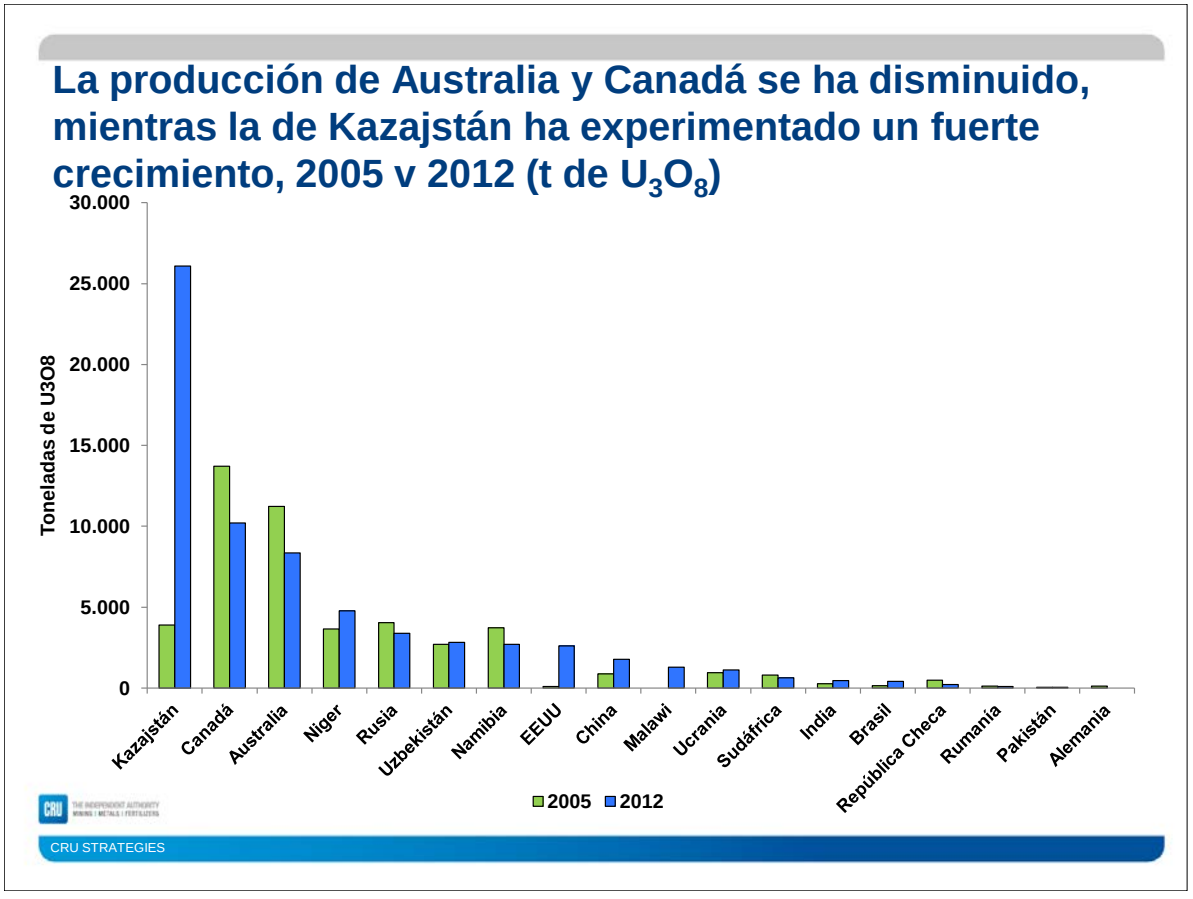


Tabla 8.15: Oferta histórica de uranio proveniente de mina por región, 2005 - 2012 (t de U_3O_8)

País	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	CAGR % 2005-2012
EEUU	100	200	300	1,686	1,797	1,957	2,297	2,590	59.2
Canadá	13,713	11,632	11,180	10,614	12,067	11,542	10,214	10,214	-4.1
Norte América	**13,813**	**11,832**	**11,480**	**12,300**	**13,864**	**13,499**	**12,511**	**12,804**	**-1.1**
Brasil	130	224	352	389	407	174	312	405	17.6
S & C América	**130**	**224**	**352**	**389**	**407**	**174**	**312**	**405**	**17.6**
República Checa	481	423	361	310	304	280	224	225	-10.3
Rumanía	106	106	91	91	89	89	89	89	-2.5
Alemania	111	77	48	-	-	-	-	-	-100.0
Europa (UE)	**698**	**606**	**500**	**401**	**393**	**369**	**313**	**314**	**-10.8**
Rusia	4,044	4,008	4,024	4,151	4,203	4,201	3,520	3,381	-2.5
Ucrania	943	943	997	943	990	1,002	1,049	1,128	2.6
Uzbekistán	2,711	2,676	2,735	2,756	2,864	2,830	2,940	2,830	0.6
Resto de Europa	**7,698**	**7,627**	**7,756**	**7,851**	**8,058**	**8,033**	**7,509**	**7,339**	**-0.7**
China	**884**	**884**	**839**	**904**	**884**	**972**	**1,043**	**1,768**	**10.4**
Pakistán	53	53	53	53	59	53	53	53	0.0
India	271	208	318	319	341	470	470	470	8.2
Kazajstán	3,901	5,286	6,168	7,720	16,250	20,717	23,641	26,095	31.2
Asia ex. China	**4,225**	**5,547**	**6,539**	**8,092**	**16,650**	**21,240**	**24,164**	**26,618**	**30.1**
Malawi	-	-	-	-	115	790	998	1,298	n/a
Namibia	3,711	3,617	3,401	5,148	5,454	5,301	3,991	5,256	5.1
Niger	3,648	4,045	3,718	3,575	3,823	4,474	3,717	4,771	3.9
Sudáfrica	795	630	727	872	664	708	600	632	-3.2
Africá	**8,154**	**8,292**	**7,846**	**9,595**	**10,056**	**11,273**	**9,306**	**11,957**	**5.6**
Australia	11,219	8,952	10,152	9,939	9,443	6,986	7,206	8,347	-4.1
Australasia	**11,219**	**8,952**	**10,152**	**9,939**	**9,443**	**6,986**	**7,206**	**8,347**	**-4.1**
Total mundial	**46,821**	**43,965**	**45,464**	**49,471**	**59,756**	**62,545**	**62,364**	**69,552**	**5.8**
% cambio	*9.7%*	*-6.1%*	*3.4%*	*8.8%*	*20.8%*	*4.7%*	*-0.3%*	*11.5%*	

Fuente: CRU Analysis

8.3.5.2 Asia

Dentro de Asia el mayor productor de uranio es por mucho Kazajstán, con su producción creciendo de 3.901 toneladas de U_3O_8 en 2005 a 26.095 en 2012, con una TCAC de 31,2%. En 2009 se convirtió en el mayor productor de uranio del mundo, además, tiene un 12% de los recursos de uranio identificados. El fuerte incremento de la producción durante la última década tiene mucho

que ver con la geología del país, ya que los yacimientos se prestan a la lixiviación *in situ*, un proceso que cuenta con bajos costos operativos y un bajo costo de capital inicial. Cabe destacar que India también ha experimentado un crecimiento importante de su producción, subiendo de 271 toneladas en 2005 a 470 toneladas en 2012, con una TCAC de 8,2%, el resultado de un aumento de la producción en la única mina del uranio del país.

8.3.5.3 Europa

Los países de la Unión Europea produjeron muy poco uranio durante el periodo y la mayoría de la producción procedió de los países de la CEI: Rusia, Ucrania y Uzbekistán.

Rusia cuenta con un 9% de los recursos conocidos del uranio y en este momento tiene 6 operaciones. La mayoría del uranio producido se consuma dentro del país porque Rusia tiene un sector nuclear importante y creciendo. Entre 2005 y 2012 su producción bajó de 4.044 toneladas a 3.381 toneladas, con una TCAC negativa de -2,5%. La producción de Uzbekistán se mantuvo más o menos al mismo nivel a lo largo del periodo. Todos las operaciones mineras del país pertenecen a la empresa estatal Navoi Mining & Metallurgy Combinat (NMMC), y mucha de la producción de exporta a EE.UU. y China. Ucrania, el tercer mayor productor de la región, aumentó su producción de 943 toneladas en 2005 a 1.128 toneladas en 2012, con una TCAC de 2,6%. La mayoría de la producción se consume dentro del país para fomentar las centrales nucleares ucranias: en 2012 Ucrania produjo un 46,2% de su electricidad mediante la energía nuclear.

8.3.5.4 Las Américas y El Caribe

La región de Las Américas es una fuente importante del uranio. Hoy en día son tres países productores: Canadá, EE.UU. y Brasil. Canadá es el mayor productor de la región, proporcionando un 79,8% de la producción de Norteamérica en 2012 y Brasil es el único país productor dentro de América Central y del Sur.

Entre 2005 y 2012 EE.UU. experimentó una fuerte alza de su producción, de 100 toneladas en 2005 a 2.590 toneladas en 2012, con una TCAC de 59,2%. La alza de producción de debido en gran medida a la subida del precio de uranio durante la última década, la cual provocó exploración y el reinicio de minas antiguas. EE.UU. cuenta con un 7% de los recursos conocidos de uranio. Durante el mismo periodo Canadá experimentó una caída de su producción, de 13.713 toneladas en 2005 a 10.214 toneladas en 2012, con una TCAC negativa de -4,1%. La producción de Canadá viene principalmente de tres minas subterráneas en la provincia de Northern Saskatchewan, sobre todo

McArthur River, la mayor mina de uranio del mundo. En este momento Brasil es el único país productor dentro de Sudamérica. Su producción subió de 130 toneladas en 2005 a 405 toneladas en 2012, con una TCAC de 17,6%. Tiene una sola mina operativa, Caetité.

8.3.6 Evolución pronosticada de la oferta primaria en el corto plazo

8.3.6.1 Definiciones

Cuando se habla de la oferta de uranio se está refiriendo a la producción del óxido de uranio (U_3O_8) que proviene de las minas. La oferta, tanto en el corto como en el largo plazo, está compuesta de distintos tipos de proyectos:

- **Operaciones existentes**: las operaciones ya se encuentran produciendo uranio.

- **Futuros proyectos**: Existen cuatro categorías de futuros proyectos:
  - **Proyectos firmes**: proyectos de uranio que ya están en construcción;
  - **Proyectos probables**: proyectos para los cuales el último y definitivo estudio de factibilidad ya está en progreso;
  - **Proyectos posibles**: proyectos para los cuales el estudio de prefactibilidad ya está en progreso;
  - **Proyectos especulativos**: proyectos para los cuales se están realizando actividades de exploración.

8.3.6.2 Introducción

La evaluación de la oferta potencial sugiere que existen varios proyectos que podrían ponerse en marcha antes de 2017, pero su comportamiento dependerá de las señales del mercado. Sin embargo, la oferta pronosticada en el corto plazo es más reducida que la potencial, donde el precio esperado a niveles bajos hasta 2014 / 2015 afectará a un número de nuevos proyectos con costos elevados que se espera sufran demoras o cancelaciones. Desde un punto de vista regional, la mayoría de oferta de uranio en el corto plazo provendrá de los mismos países que en el pasado: Kazajstán, Canadá, Namibia y Australia. Se estima que la oferta mundial de uranio crecerá de 69.552 toneladas en 2012 a 107.407 toneladas en 2017. Una subida en la producción de África, Kazajstán, Rusia y Norte América impulsará este crecimiento de la oferta.

Tabla 8.16: Oferta de uranio proveniente de mina por región, 2012 – 2017 (t de U_3O_8)

País	2012	2013	2014	2015	2016	2017	CAGR % 2012-2017
EEUU	2.590	3.088	4.445	4.994	5.611	6.124	18,8
Canadá	10.214	10.486	11.983	15.948	18.357	19.197	13,5
Norte América	**12.804**	**13.574**	**16.428**	**20.942**	**23.968**	**25.321**	**14,6**
Brasil	405	405	405	405	405	405	0,0
S & C América	**405**	**405**	**405**	**405**	**405**	**405**	**0,0**
República Checa	225	200	200	200	100	50	-26,0
Rumanía	89	89	89	89	89	89	0,0
Finlandia	-	-	-	50	100	250	n/a
Europa (UE)	**314**	**289**	**289**	**339**	**289**	**389**	**4,4**
Rusia	3.381	4.080	4.380	4.650	5.500	5.900	11,8
Ucrania	1.128	1.203	1.323	1.543	1.743	1.893	10,9
Uzbekistán	2.830	2.900	2.900	3.100	3.300	3.500	4,3
Resto de Europa	**7.339**	**8.183**	**8.603**	**9.293**	**10.543**	**11.293**	**9,0**
China	**1.768**	**1.800**	**1.950**	**2.145**	**2.145**	**2.145**	**3,9**
Pakistán	53	53	60	60	60	60	2,5
India	470	450	450	450	450	500	1,2
Kazajstán	26.095	27.326	28.685	30.816	31.764	32.407	4,4
Asia ex. China	**26.618**	**27.829**	**29.195**	**31.326**	**32.274**	**32.967**	**4,4**
Malawi	1.298	1.400	1.497	1.450	1.450	1.450	2,2
Namibia	5.256	5.050	5.850	6.750	9.000	13.000	19,9
Niger	4.771	4.700	5.450	5.550	6.450	7.450	9,3
Sudáfrica	632	550	700	1.050	1.900	2.457	31,2
Tanzania	-	-	-	-	-	200	n/a
Africá	**11.957**	**11.700**	**13.497**	**14.800**	**18.800**	**24.557**	**15,5**
Australia	8.347	7.917	7.550	6.890	8.010	10.330	4,4
Australasia	**8.347**	**7.917**	**7.550**	**6.890**	**8.010**	**10.330**	**4,4**
Total mundial	**69.552**	**71.697**	**77.918**	**86.140**	**96.434**	**107.407**	**9,1**
% cambio	*11,5%*	*3,1%*	*8,7%*	*10,6%*	*11,9%*	*11,4%*	

Fuente: CRU Analysis

8.3.6.3 Asia

En el corto plazo Kazajstán es el único país de la región que verá un crecimiento importante de su oferta de uranio, creciendo de 26.095 toneladas en 2012 a 32.407 toneladas en 2017, con una TCAC de 4,4%. El país permanecerá como el principal productor a nivel mundial del uranio pero perderá su cuota de mercado, bajando de 38% en 2012 a 30% en 2017. La subida de la oferta será el resultado de aumentos de la producción de tres operaciones: Kharasan-2, Akbastau y Zarechnoye. Todas son operaciones de lixiviación *in situ* con altas tasas de recuperación (>90%).

A nivel regional (incluyendo China), se estima que la oferta subirá de 28.386 toneladas en 2012 a 35.112 toneladas en 2017 con una TCAC de 4,3%.

8.3.6.4 Europa

El principal país productor de la región en el corto plazo será Rusia: se espera que su producción suba de 3.381 toneladas en 2012 a 5.900 toneladas en 2017, con una TCAC de 11,8%, como consecuencia de una subida de producción de las operaciones Priargunsky y Khiagda. El país solo cuenta con tres minas existentes de uranio, de las cuales Priargunsky y Khiagda son las mayores.

Al nivel regional (UE y el resto de Europa), se estima que la oferta de la región subirá de 7.653 toneladas en 2012 a 11.682 toneladas en 2017 con una TCAC de 8,8%.

8.3.6.5 Las Américas y El Caribe

En el corto plazo se estima que Canadá, EE.UU. y Brasil seguirán como los únicos países productores de la región.

En Canadá el proyecto Cigar Lake de Cameco recibió su permiso operativo en junio 2013 y se espera que se ponga en marcha en septiembre u octubre de este año. La mina hará una contribución importante a la producción mundial, con un volumen estimado de 8.200 toneladas de U_3O_8 por año cuando alcance su capacidad máxima en 2018. El *ramp-up* de la producción de esta operación durante el corto plazo, es decir el periodo hasta que alcance su capacidad esperada, es la principal causa del aumento de la producción canadiense, de 10.214 toneladas en 2012 a 19.197 toneladas en 2017, con una TCAC de 13,5%.

EE.UU.: Se estima que en el corto plazo la producción de EE.UU. mas que se duplicará de 2.590 toneladas en 2012 a 6.124 toneladas en 2017, con una TCAC de 18,8%. La mayoría del aumento de la oferta provendrá de operaciones ya existentes; las mismas incrementarán su producción cuando la

presión sobre el precio del uranio se disminuya. Además, 2013 marca el fin de un acuerdo entre EE.UU. y Rusia para el suministro de uranio secundario (el acuerdo HEU). Como consecuencia ha subido la cantidad de proyectos mineros prospectivos de uranio dentro del país, ya que se espera que los proveedores de energía favorezcan las fuentes domésticas y seguras para reemplazar el uranio que conseguían bajo el acuerdo.

Se espera que la producción de Brasil se mantenga al mismo nivel durante el corto plazo.

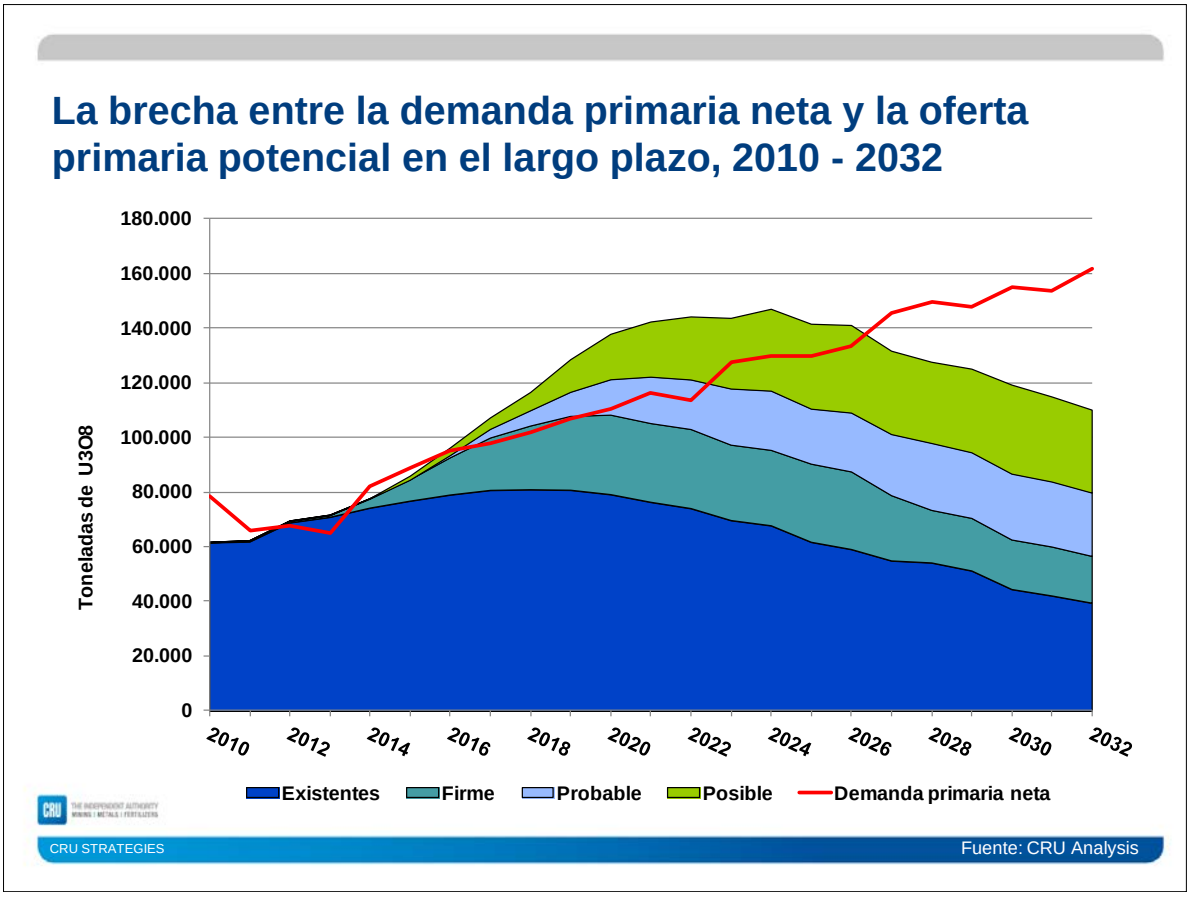
8.3.7 Evolución pronosticada de la oferta primaria en el largo plazo

8.3.7.1 Introducción

A continuación se presenta la producción potencial de los futuros proyectos de producción conocidos. En este sentido, se espera que igualmente entren nuevos proyectos en el largo plazo para así balancear el mercado y alcanzar la demanda esperada, la cual esperamos que, en base a la carpeta de proyectos abarcada en el análisis, supere a la oferta el año 2027. De esta forma, para un horizonte de tiempo superior a 2027, estimamos que la industria logre contrarrestar el alza en la demanda de uranio incorporando nueva capacidad de producción.

El siguiente gráfico presenta un análisis de las diferencias entre la demanda y la oferta en el largo plazo. Las áreas sombreadas representan la evaluación de CRU de la oferta del uranio de todos los proyectos existentes y nuevos conocidos en este momento. Se clasifican los proyectos como firme, probable o posible, y se hace una suposición sobre cuándo el material estará disponible en el mercado. El gráfico también incluye la proyección futura de la demanda primaria neta, que nos permite entender la cantidad de uranio que el mercado requerirá en el largo plazo.

Figura 8.15 La brecha entre la demanda primaria neta y la oferta primaria potencial en el largo plazo, 2010 – 2032.



Actualmente, se espera que la producción firme alcance su punto máximo en 2017 con unas 81.000 toneladas antes de bajar debido a una caída de las leyes de las minas operativas. A partir de 2017 será necesario que los proyectos probables y posibles se pongan en marcha para satisfacer la demanda pronosticada.

Se han identificado casi 20.000 toneladas de producción por año de proyectos probables y más de 30.000 toneladas de proyectos posibles. Las estimaciones de la demanda indican que la oferta de los proyectos probable será suficiente para satisfacer el mercado hasta comienzos de la década 2020. Luego después de esta fecha se estima que el mercado requerirá la producción de los proyectos clasificados como posibles, los cuales presentan un menor grado de avance y suelen tener un costo más alto. En 2025, se espera que el mercado necesite casi 130.000 toneladas del uranio para satisfacer la demanda. La mayoría de los proyectos necesarios para cubrir la demanda requerirán precios más altos para incentivar su desarrollo.

En resumen, se espera que el mercado esté bien abastecido durante los próximos 10 a 15 años, pero es necesario que se realicen actividades de exploración en los próximos 5 años, teniendo en cuenta que el desarrollo de una nueva mina de uranio toma entre 8 y 12 años.

Tabla 8.17: Oferta de uranio proveniente de mina por región, 2018 – 2032, (t de U_3O_8)

País	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	CAGR (%) 2018 - 2032
EEUU	6.413	6.961	7.266	6.722	6.617	6.113	5.084	4.020	3.750	2.970	2.970	2.513	1.013	713	-	-100,0
Canadá	21.546	24.383	25.788	26.731	27.038	26.755	29.272	28.777	27.238	18.572	13.200	13.200	10.700	10.700	10.700	-4,9
Norte América	**27.959**	**31.345**	**33.055**	**33.454**	**33.656**	**32.868**	**34.356**	**32.797**	**30.988**	**21.542**	**16.170**	**15.713**	**11.713**	**11.413**	**10.700**	**-6,6**
Brasil	405	405	605	805	1.085	1.405	1.605	1.505	1.605	1.605	1.605	1.605	1.500	1.450	1.200	8,1
S & C América	**405**	**405**	**605**	**805**	**1.085**	**1.405**	**1.605**	**1.505**	**1.605**	**1.605**	**1.605**	**1.605**	**1.500**	**1.450**	**1.200**	**8,1**
República Checa	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-100,0
Rumanía	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	30	-	-100,0
Finlandia	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	0,0
Eslovaquia	-	-	200	850	1.020	1.020	850	850	620	620	620	620	620	500	500	n/a
Suecia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500	1.000	2.000	2.300	2.300	n/a
Europa (UE)	**489**	**439**	**639**	**1.289**	**1.459**	**1.459**	**1.289**	**1.289**	**1.059**	**1.059**	**1.559**	**2.059**	**3.059**	**3.180**	**3.150**	**14,2**
Rusia	6.700	7.450	7.480	7.550	7.725	7.925	8.322	8.462	8.277	8.317	8.217	8.867	9.085	10.040	10.075	3,0
Ucrania	2.133	2.243	2.643	2.943	3.243	3.443	3.883	3.883	3.883	3.883	3.883	3.883	3.883	3.883	3.883	4,4
Uzbekistán	3.700	3.950	4.100	4.300	4.600	4.811	4.400	3.981	3.981	3.981	3.981	3.981	3.981	3.981	3.981	0,5
Resto de Europa	**12.533**	**13.643**	**14.223**	**14.793**	**15.568**	**16.179**	**16.605**	**16.326**	**16.141**	**16.181**	**16.081**	**16.731**	**16.949**	**17.904**	**17.939**	**2,6**
China	**2.145**	**2.145**	**2.200**	**2.250**	**2.300**	**2.400**	**2.500**	**2.500**	**2.500**	**2.500**	**2.500**	**2.500**	**2.500**	**2.500**	**2.500**	**1,1**
Pakistán	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	0,0
India	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	0,0
Kazajstán	30.987	30.307	29.211	27.882	24.872	21.932	20.482	16.507	14.535	12.935	12.385	10.564	8.840	7.590	6.590	-10,5
Mongolia	-	140	416	693	1.108	1.385	1.385	1.665	1.820	2.135	2.165	2.165	2.165	1.980	1.780	n/a
Asia ex. China	**31.547**	**31.007**	**30.187**	**29.135**	**26.540**	**23.877**	**22.427**	**18.732**	**16.915**	**15.630**	**15.110**	**13.289**	**11.565**	**10.130**	**8.930**	**-8,6**
Malawi	1.200	1.000	750	500	500	300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-100,0
Namibia	16.200	19.498	21.695	23.114	23.214	21.814	21.865	21.865	21.865	21.865	21.651	21.560	21.560	21.384	20.434	1,7
Niger	8.300	10.424	12.398	11.765	12.180	12.180	12.180	11.600	11.200	11.100	12.170	11.510	10.550	9.550	8.550	0,2
Sudáfrica	2.657	2.657	2.657	2.857	2.987	2.967	2.867	2.867	2.667	1.957	1.582	1.607	1.758	907	907	-7,4
Tanzania	750	1.250	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	500	-	-	-	-100,0
Botswana	275	735	980	1.361	1.361	1.361	1.361	1.361	1.361	1.361	1.361	1.361	1.361	1.361	1.361	12,1
Rep. Centroafricana	-	-	-	-	-	-	100	550	900	1.500	1.700	2.000	2.500	2.500	2.000	n/a
Zambia	-	-	-	-	-	192	480	680	780	880	1.080	1.080	1.080	1.080	1.080	n/a
Africá	**29.382**	**35.564**	**40.080**	**41.197**	**41.842**	**40.414**	**40.453**	**40.523**	**40.373**	**40.263**	**41.144**	**39.618**	**38.809**	**36.782**	**34.332**	**1,1**
Australia	12.228	14.114	16.948	19.508	21.838	25.158	27.846	27.946	31.581	32.988	33.570	33.700	33.300	31.700	31.500	7,0
Australasia	**12.228**	**14.114**	**16.948**	**19.508**	**21.838**	**25.158**	**27.846**	**27.946**	**31.581**	**32.988**	**33.570**	**33.700**	**33.300**	**31.700**	**31.500**	**7,0**
Total mundial	**116.688**	**128.662**	**137.937**	**142.431**	**144.288**	**143.761**	**147.082**	**141.619**	**141.163**	**131.768**	**127.739**	**125.215**	**119.395**	**115.059**	**110.251**	**-0,4**
% cambio	8,6%	10,3%	7,2%	3,3%	1,3%	-0,4%	2,3%	-3,7%	-0,3%	-6,7%	-3,1%	-2,0%	-4,6%	-3,6%	-4,2%	

Fuente: CRU Analysis

8.3.7.2 Asia

El productor principal dentro de la región, y del mundo, es Kazajstán. En el largo plazo el país mantiene el mayor potencial de producción de la región aunque se espera que su producción crezca a una tasa menor que en el pasado. El aumento en el largo plazo procederá casi exclusivamente de expansiones de las operaciones existentes. Sin embargo no se estima que estas expansiones sean suficientes para compensar el declive de la producción de otras operaciones.

Es posible que en el largo plazo la producción de Kazajstán disminuya, de tal manera que Australia, Canadá y África ocupen una proporción significativamente más importante del mercado. Por otro lado, existe poca información sobre nuevos proyectos en Kazajstán, por lo tanto no se debe descartar que los recursos del país sean más extensos que los actualmente conocidos.

8.3.7.3 Europa

La producción de la Unión Europea viene de solo dos operaciones pequeñas en Rumania y la República Checa. Con vistas al futuro, CRU ha identificado un proyecto firme (Talvivaara en Finlandia), un proyecto probable (Kuriskova en Eslovaquia) y un proyecto posible (Viken en Suecia), los cuales podrían contribuir 1.000 toneladas a la producción de la región, pero solo a partir de 2020.

Dentro del resto de Europa, Rusia seguirá como el principal productor de la región en el largo plazo. En el largo plazo aumentará la producción de sus operaciones existentes, para abastecer su industria nuclear creciente. Uzbekistán también tiene una producción importante, y se espera que llegue a 4.000 toneladas en 2020. Todas las operaciones mineras pertenecen al estado, se entiende que en este momento la empresa estatal Navoi Mining & Metallurgy Combinat (NMMC), está desarrollando 13 nuevos depósitos. Se espera que la producción potencial de Ucrania más que se duplique en el largo plazo, ya que un 50% de la energía del país es generado por centrales nucleares, y el gobierno quiere aumentar la producción domestica para abastecer los reactores del país.

8.3.7.4 Las Américas y El Caribe

Las Américas son una fuente importante de uranio, y en 2012 la región proporcionó una 12% de la oferta primaria mundial. La producción proviene de tres países: Canadá, EE.UU. y Brasil, con Canadá ocupando un 80% de la oferta regional, y siendo el segundo mayor productor después de

Kazajstán. EE.UU. tiene un menor nivel de producción, sin embargo un aumento reciente de la exploración ha resultado en varios proyectos nuevos.

Se ha realizado mucha actividad de exploración y desarrollo durante los últimos 5 a 7 años. Casi todos los nuevos proyectos, con la excepción de Cigar Lake, son clasificados como posibles, lo cual indica que sea más probable que tengan un impacto en el largo plazo. Se tienen que realizar varios estudios ambientales y de factibilidad durante los próximos 5 a 10 años para que estos proyectos se conviertan en operaciones productivas. Muchos tienen un alto costo de capital, por lo tanto para fomentar su desarrollo es necesario que el mercado de uranio y el acceso al capital mejoren. Es de esperar, en consecuencia, que los proyectos que tengan un bajo costo inicial de capital y cuyos dueños posean experiencia en la industria tendrán las mayores probabilidades de éxito.

Se espera que la producción potencial (operaciones existentes más proyectos conocidos) de EE.UU. experimente una fuerte caída a mediados de la década 2020 cuando las minas existentes lleguen al final de sus vidas útiles. Es importante destacar que los yacimientos aptos para la lixiviación *in situ* son más predecibles y se puede desarrollar nuevos proyectos con un nivel de capital relativamente bajo. Como consecuencia, estos depósitos tienden de ser delimitados con menos anticipación, por lo tanto la producción potencial de EE.UU. podría subir dentro de un plazo relativamente corto. En esta línea, cabe notar que es posible que dentro de un horizonte de largo plazo se levanten nuevos proyectos de producción en EE.UU. no conocidos hoy en día, logrando así mantener niveles de producción elevados en el país.

Con respecto a Brasil, se estima que su producción se mantendrá al mismo nivel durante el período pronosticado. Además, es posible que su capacidad de producción aumente significativamente a partir de 2024, si el proyecto Itatiaia de fosfatos es puesto en marcha.

8.4 Balance de oferta y demanda

En esta sección se presenta el balance del mercado de uranio y el precio *spot* (precio al contado) del uranio de 2005 a 2032. El balance del mercado se expresa en toneladas de óxido de uranio (U_3O_8) e incorpora la demanda pronosticada y la oferta secundaria proyectada para luego determinar la cantidad de oferta primaria necesaria para equilibrar el mercado. Los datos de demanda, originalmente mostrados en toneladas de uranio, se multiplicaron por 1,179 para convertirlos a su equivalente en U_3O_8.

En el corto plazo, hasta 2017, CRU provee una estimación indicativa de la oferta primaria, mientras en el largo plazo se considera que el mercado es delimitado por la demanda y se supone que la oferta cubrirá la demanda.

8.4.1 Descripción de la estructura y mecanismos de precios

A diferencia de muchos otros metales el uranio no se comercializa en una Bolsa de Valores, sino que se vende en forma privada mediante un contrato entre comprador (el proveedor de energía) y vendedor (la mina de uranio o en algunos casos el enriquecedor o el fabricante del combustible nuclear).

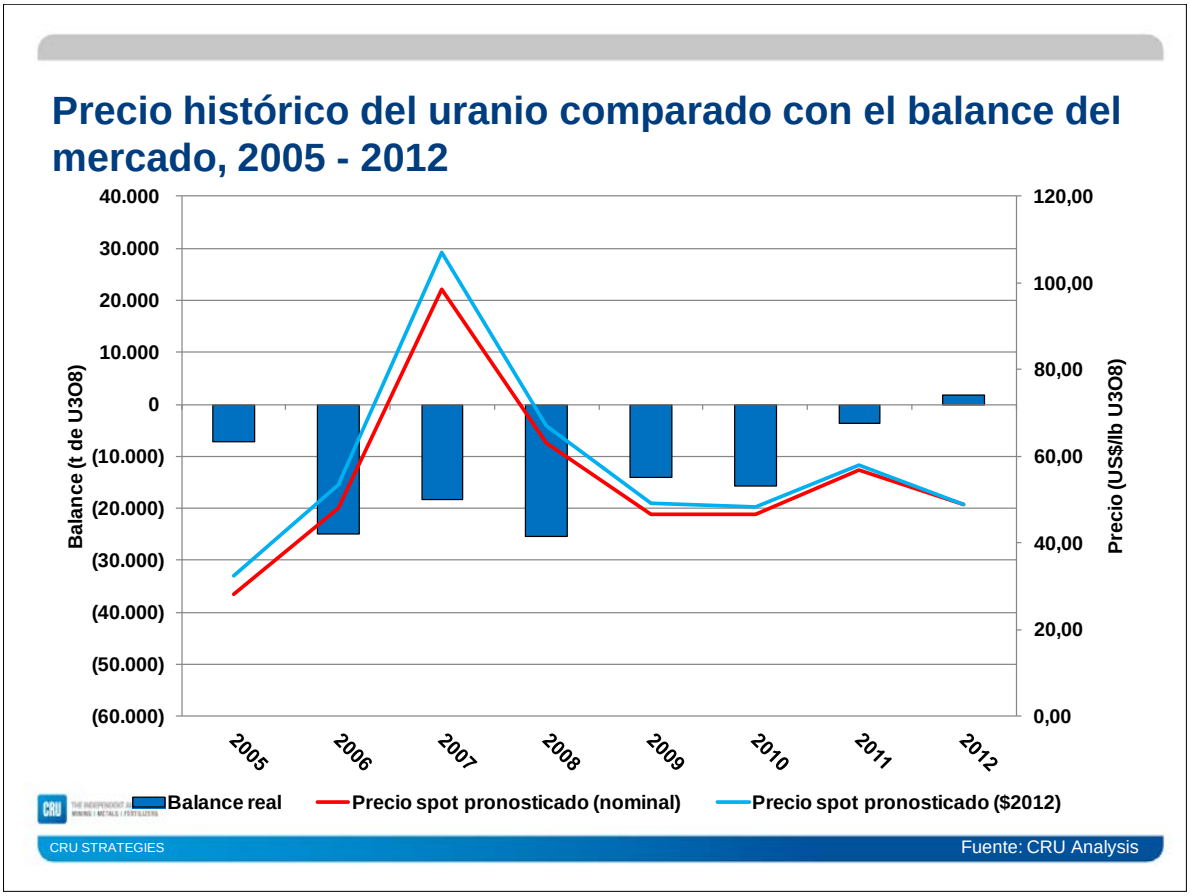
La estructura de los contratos entre comprador y vendedor puede variar significativamente: se puede utilizar un precio fijo o, alternativamente, un precio basado en varios valores de referencia con correcciones económicas incorporadas. Más de un 80% del uranio se comercializa mediante estos contratos, y duran entre 3 y 15 años, con las primeras entregas entre uno y tres años después de la firma del contrato.

El precio *spot* (precio al contado) cotizado del uranio se aplica a las transacciones marginales que ocurren diariamente y solo representa menos de un 20% de la oferta del uranio. Como se mencionó anteriormente, el uranio no se comercializa en una Bolsa de Valores, como resultado los productores de uranio toman el precio *spot* de dos empresas consultoras: Ux Consulting Company LLC (UxC) y TradeTech. Ambas empresas utilizan datos del mercado para determinar el precio más competitivo posible disponible en el mercado aquella semana o día. La única manera de acceder a los precios actualizados es a través de una suscripción a una de sus publicaciones, sin embargo cada empresa publica los precios spot con un retraso en su página web. El precio contratado entre el comprador y vendedor está generalmente relacionado con el precio *spot* al momento de la entrega (el precio *spot* es una de los precios de referencia incluidos en el contrato).

Por otro lado, es posible comprar y vender un contrato a futuro de uranio (en la forma de U_3O_8) a través de la Bolsa Mercantil de Nueva York (NYMEX por sus siglas en inglés). Su nombre oficial es *UxC Uranium 3O8 Futures* – y el símbolo para el uranio es UX. Cada contrato incluye una cantidad de uranio de 250 libras y la transacción se efectúa durante 60 meses seguidos. El precio de liquidación del contrato se basa en el índice de la empresa consultora UxC.

8.4.2 Comportamiento histórico del balance de mercado y los precios

Figura 8.16: Precio histórico del uranio comparado con el balance del mercado, 2005 - 2012



Durante las décadas de 1980s y 1990s la industria del uranio sufrió un período de precios bajos y una demanda débil: muy pocos nuevos reactores fueron construidos, lo cual redujo las expectativas de la demanda. La combinación de una baja demanda y una alta cantidad de oferta secundaria en el mercado llevó a un período de bajos precios. Como consecuencia, disminuyó la exploración y por lo tanto hubo muy pocos descubrimientos de nuevos depósitos.

Durante los últimos 10 años, sin embargo, los precios *spot* han subido, aumentando continuamente entre 2003 y 2007 mientras el interés en la energía nuclear cobraba impulso. En 2007 los precios experimentaron una importante escalada, llegando a un punto máximo de USD 138/libra en julio del mismo año. La subida de precios fue el resultado de un déficit en el mercado, el cual fue

intensificado por varios factores: una baja en los inventarios de los proveedores de energía debido a una alza de precios durante los años anteriores; el retraso de varios proyectos que contribuyó a generar la impresión de una escasez aún mayor en el mercado, y; la acción de especuladores que empezaron a tomar posiciones a través del *spot market* (el mercado al contado). A su vez, estos altos precios incitaron la exploración y el desarrollo de proyectos.

Como se mencionó anteriormente, la mayoría de los proveedores de energía compran su uranio a través de contratos a largo plazo, por eso muy poco uranio se comercializó al punto máximo de los precios *spot*. Las preocupaciones sobre una escasez de la oferta fueron exageradas y duraron poco tiempo. Por consiguiente, los precios bajaron y llegaron a USD 40 / 50 por libra en 2009. La rápida expansión de la industria de uranio de Kazajstán entre 2009 y 2010, con varias minas de bajo costo, ayudó a mantener el precio en niveles bajos. Sin embargo, a partir de mediados de 2010, los precios *spot* empezaron a subir, fomentados por la acumulación de una reserva estratégica por parte de China.

A finales de 2011 y durante 2012, después del incidente de Fukushima en el marzo de 2011, los precios *spot* disminuyeron ligeramente, con un precio promedio de $49/libra y el mercado restableció un equilibrio**.** Normalmente es relativamente fácil predecir las necesidades de los reactores, sin embargo el período entre 2011 y 2013 ha sido excepcional: nunca antes se habían parado tantos reactores al mismo tiempo: de los 120 reactores existentes en el mundo 50 fueron detenidos (casi todos en Japón).

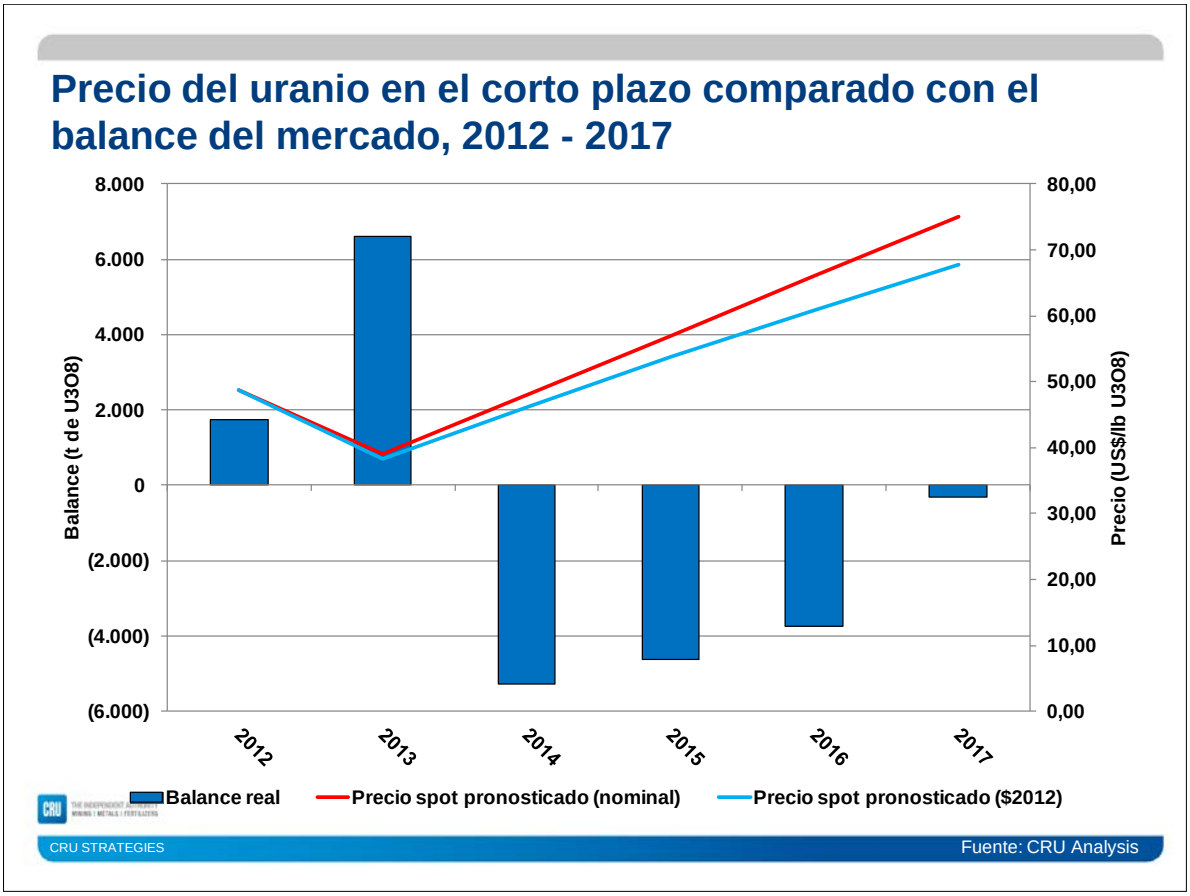
Tabla 8.18: Balance histórico del mercado del uranio, 2005-2012 (t de U_3O_8)

	Units	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Demanda comercial mundial	t U3O8	75.074	73.902	75.873	76.003	78.610	77.082	68.904	72.691
Oferta secundaria	t U3O8	20.949	22.073	21.332	21.400	20.749	20.166	19.877	19.967
Variación de inventarios	t U3O9	-	17.006	9.310	20.292	15.926	21.336	16.891	15.070
Demanda primaria neta	**t U3O8**	**54.125**	**68.835**	**63.850**	**74.895**	**73.787**	**78.251**	**65.918**	**67.795**
Producción potencial indentificado	t U3O8	46.829	43.965	45.469	49.477	59.766	62.545	62.364	69.552
Producción pronosticada	t U3O8	46.829	43.965	45.469	49.477	59.766	62.545	62.364	69.552
Balance reall del mercado	t U3O8	(7.295)	(24.870)	(18.381)	(25.418)	(14.022)	(15.706)	(3.554)	1.757
***Spot price* pronosticado (nominal)**	**US$/lb U3O8**	**28,14**	**47,91**	**98,55**	**63,03**	**46,59**	**46,51**	**56,91**	**48,75**
Spot price pronosticado ($2012)	US$/lb U3O8	32,47	53,55	107,05	66,97	49,08	48,35	57,93	48,75

Fuente: CRU Analysis

8.4.3 Balance pronosticado del mercado y proyecciones de precios en el corto plazo

Figura 8.17: Precio del uranio en el corto plazo comparado con el balance del mercado, 2012 - 2017



Se espera que el mercado permanezca relativamente débil durante la última parte de 2013 y el primer semestre de 2014, con el precio llegando a un punto mínimo de $39/libra en 2013. Luego a partir del segundo trimestre de 2014 se estima que el mercado se volverá más ajustado: la demanda crecerá, en gran medida como resultado del reinicio de los reactores japoneses, mientras la nueva producción, retrasada por los efectos del incidente de Fukushima, tomará más tiempo para llegar al mercado. El efecto combinado de estos dos factores resultará en un déficit que dispararía una subida en el precio, el cual se espera alcance un máximo de $75/libra en 2017. Para ese año se espera que el balance de mercado esté en equilibrio, es decir, la producción pronosticada será igual a la demanda.

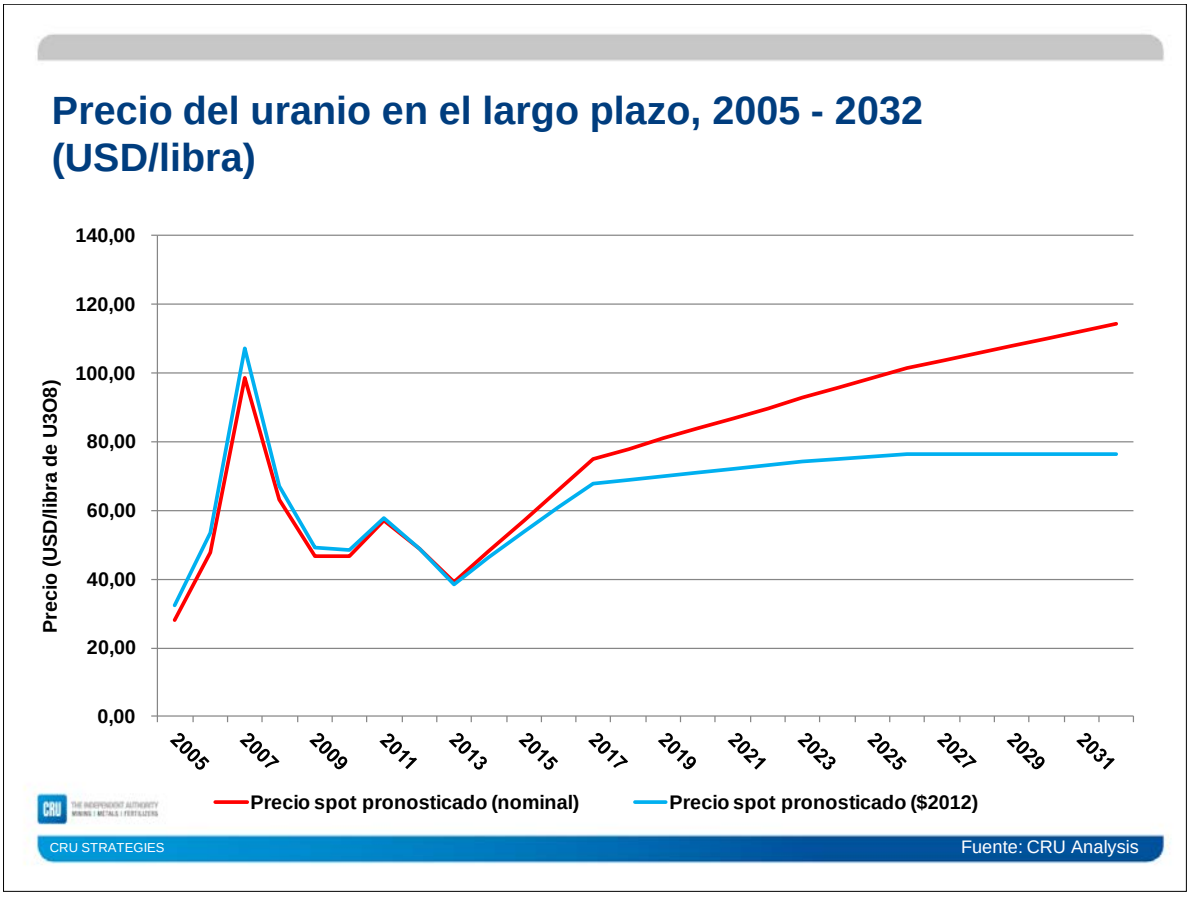
Tabla 8.19: Balance pronosticado del mercado del uranio, 2012-2017 (t de U_3O_8)

	Units	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Demanda comercial mundial	t U3O8	72.691	74.882	86.492	93.435	100.382	105.186
Oferta secundaria	t U3O8	19.967	18.849	13.953	14.147	14.389	14.996
Variación de inventarios	t U3O9	15.070	9.050	9.559	9.465	8.896	7.387
Demanda primaria neta	**t U3O8**	**67.795**	**65.083**	**82.098**	**88.752**	**94.888**	**97.577**
Producción potencial indentificado	t U3O8	69.552	71.697	77.918	86.240	96.838	107.811
Producción pronosticada	t U3O8	69.552	71.697	76.821	84.140	91.134	97.250
Balance real del mercado	t U3O8	1.757	6.615	(5.277)	(4.612)	(3.754)	(326)
***Spot price* pronosticado (nominal)**	**US$/lb U3O8**	**48,75**	**39,00**	**48,00**	**57,00**	**66,00**	**75,00**
Spot price pronosticado ($2012)	US$/lb U3O8	48,75	38,39	46,20	53,70	60,91	67,69

Fuente: CRU Analysis

8.4.4 Balance pronosticado del mercado y proyecciones de precios en el largo plazo

Figura 8.18: Precio del uranio en el largo plazo comparado con el balance del mercado, 2005 - 2032



CRU desarrolla sus estimaciones de precios en el largo plazo mediante sus conocimientos de los costos de minería, y por lo tanto esperamos que los precios fluctúen en torno al CMLP (el costo marginal a largo plazo). En 2032 se espera que el CMLP sea unos USD 115/libra nominales, equivalentes a unos USD 77/libra en términos reales con base en 2012.

Como se puede ver en el gráfico anterior, se estima que el precio del uranio subirá a partir de 2014. CRU no pronostica directamente la producción en el largo plazo dado que no es posible conocer la cartera de proyectos en un horizonte de tiempo muy lejano, sin embargo notamos anteriormente que hasta 2027 la producción potencial de los proyectos conocidos será suficiente para satisfacer la demanda.

Tabla 8.20: Balance pronosticado del mercado del uranio, 2018-2018 (t de U_3O_8)

	Units	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Demanda comercial mundial	t U3O8	109.233	115.295	120.690	126.193	126.100	139.999	141.654	142.099
Oferta secundaria	t U3O8	13.926	14.003	15.302	15.508	15.997	16.545	16.649	16.649
Variación de inventarios	t U3O9	6.567	5.629	4.802	5.391	3.437	4.253	4.825	4.264
Demanda primaria neta	**t U3O8**	**101.874**	**106.921**	**110.191**	**116.076**	**113.541**	**127.707**	**129.831**	**129.714**
Producción potencial indentificado	t U3O8	117.092	129.066	138.341	142.835	144.692	144.165	147.486	142.023
Producción pronosticada	t U3O8	102.188	-	-	-	-	-	-	-
Balance real del mercado	t U3O8	314	-	-	-	-	-	-	-
***Spot price* pronosticado (nominal)**	**US$/lb U3O8**	**77,96**	**80,92**	**83,87**	**86,83**	**89,79**	**92,75**	**95,71**	**98,66**
Spot price pronosticado ($2012)	US$/lb U3O8	68,89	70,05	71,17	72,22	73,21	74,14	75,00	75,80

	Units	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	
Demanda comercial mundial	t U3O8	146.906	156.592	162.406	161.328	167.728	167.086	175.319	
Oferta secundaria	t U3O8	16.215	16.319	16.378	16.378	16.378	16.378	16.381	
Variación de inventarios	t U3O9	2.783	5.079	3.428	2.989	3.668	3.083	2.929	
Demanda primaria neta	**t U3O8**	**133.474**	**145.352**	**149.456**	**147.938**	**155.017**	**153.791**	**161.867**	
Producción potencial indentificado	t U3O8	141.567	132.172	128.143	125.619	119.799	115.463	110.655	
Producción pronosticada	t U3O8	-	-	-	-	-	-	-	
Balance realdel mercado	t U3O8	-	-	-	-	-	-	-	
***Spot price* pronosticado (nominal)**	**US$/lb U3O8**	**101,62**	**103,66**	**105,73**	**107,84**	**110,00**	**112,20**	**114,44**	
Spot price pronosticado ($2012)	US$/lb U3O8	76,54	76,54	76,54	76,54	76,54	76,54	76,54	

Fuente: CRU Analysis

8.4.5 Márgenes y rentabilidad

En base a las estimaciones de costo de CRU, un precio del uranio en 2032 de $114/libra (en línea con el CMLP) generaría un margen operativo interesante para la mayoría de los jugadores de la industria. En este sentido, se estima que el costo promedio en dicho año será $80/libra por lo que la mayoría de los productores (alrededor del 85% de la industria mundial) disfrutarían márgenes superiores al 10%, llegando hasta un máximo de 54% para las operaciones más eficientes y con menores costos operacionales.

Así entonces, dado el atractivo contexto económico que estimamos para el mercado del uranio, gracias a un alto precio pronosticado en el largo plazo, la industria no debiera presentar grandes restricciones referentes a márgenes económicos para producir el mineral.

8.5 Análisis competitivo de la industria en Colombia

Aunque Colombia no cuenta con minas operativas de uranio, existe un proyecto en desarrollo y varias zonas de interés. Las primeras exploraciones ocurrieron al comienzo del siglo XX, luego

durante la segunda mitad del siglo el Instituto de Asuntos Nucleares (IAN, actualmente desaparecido) realizó exploraciones en colaboración con las compañías mineras: Urangesellschaft de Alemania, Enusa de España, Cogema de Francia, Power Reactor & Nuclear Fuel Development Corporation (PNMC) de Japón y Total de Francia. Los estudios realizados sólo identificaron zonas de anomalías, lo que permitió localizar algunas zonas con potencial de uranio en los departamentos de Santander, Norte de Santander y Meta.

Desafortunadamente, la caída en el precio del uranio al principio de los años 80 obligó a que abandonaran sus estudios, y por eso muchas zonas del país sólo tienen un reconocimiento geológico general. Por lo tanto, como es el caso de los otros minerales, Colombia no cuenta con un potencial estimado ni registros de reservas según normas internacionales.

8.5.1 Modelamiento de las cinco fuerzas de Porter y atractivo de la industria

Tabla 8.21: Modelo de las cinco fuerzas de Porter

Fuerza	Observaciones
Riesgo de sustitución MEDIO	● Los principales sustitutos del uranio son otras fuentes de energía. Una amenaza importante sería un avance tecnológico que permita el uso de combustibles alternativos para la generación de energía que tenga más ventajas que la generación nuclear, incluyendo un costo más bajo. Sin embargo, en este momento los combustibles fósiles siguen produciendo una alta cantidad de emisiones contaminantes y la energía nuclear es por mucho la fuente de energía más concentrada y por lo tanto con mayor potencial de generación. ● Otro riesgo de sustitución es el posible uso del torio en reactores nucleares. En teoría, el torio podría reemplazar o mejorar el rendimiento del uranio. Sus ventajas potenciales incluyen que genere una mayor rentabilidad, produzca menos residuos radioactivos y alivie el riesgo de proliferación (los residuos del torio no se prestan a la fabricación de armamentos nucleares). Sin embargo, existen varios desafíos técnicos que se tienen que superar antes de usarlo a escala comercial. Por eso, solo podría representar una amenaza hacia el final del período analizado en el presente estudio.
Barreras de entrada MEDIA - ALTA	● El desarrollo y explotación de un yacimiento de uranio require un alto nivel de capital y toma entre 8 y 12 años. ● No se encuentra el uranio en su forma pura, sólo como mineral. Por lo tanto para obtener el metal se necesita procesar el mineral. Este procesamiento requiere un alto nivel de conocimiento técnico. Sin embargo, el proceso de lixiviación in situ facilita el desarrollo de proyectos de uranio de relativemente bajo costo (pero su uso depende de la geología del depósito). ● Las tres empresas mayores controlan un 44% de la producción y también participan en otras etapas del ciclo nuclear (conversión, enriquecimiento, fabricación de combustible). Sin embargo las otras empresas productores son sólo mineras, además existen varias empresas independientes que participan en un sólo paso del ciclo nuclear. Por lo tanto, la mitad de la industria tiene un alto nivel de integración vertical mientras la otra mitad es bastante desglosada.
Poder proveedores MEDIO	● Las operaciones mineras están limitadas por la ubicación geográfica de los yacimientos, por eso tienen que aceptar el costo del mano de obra, la energía, los consumibles etc. del país donde se encuentra la operación. ● El *boom* minero en muchos países ha impactado en la disponibilidad y altos costos de servicios y suministros fundamentales para la actividad minera, incluyendo a profesionales y expertos de la industria. ● Sin embargo, la mayoria de las mineras son de gran escala y consumen cantidades grandes de energía, mano de obra y consumibles, lo cual les permite negociar el precio de los suministros.
Poder clientes MEDIO	● Las centrales nucleares consumen casi todo el uranio producido y compran más de un 80% de sus necesidades a través de contratos de largo plazo. Tienen que asegurar un suministro constante del uranio, con hasta 2 años de anticipación, dado que el uranio tiene que pasar por el ciclo nuclear. ● Normalmente las centrales compran su uranio de la mina, pero también es posible comprarlo directamente del enriquecedor o fabricante de combustible.
Rivalidad de la industria MEDIA - BAJA	● El mercado está dominado por un par de mineras grandes, que también participan en otras partes del ciclo nuclear. ● No obstante, existen operaciones de varios tamaños, pero como se menciona anteriormente el alto nivel de capital involucrado en el desarrollo de un yacimiento determina el tamaño mínimo de una operación de uranio. ● Las mineras principales compiten entre ellas por nuevos recursos y para lograr levantar capital, ya que accionistas y instituciones financieras están más prudentes debido a la situación económica de hoy en día, ● Hay una escasez de profesionales y expertos especializados en la mineria, por lo tanto las operaciones mineras compiten entre ellos para atraer esos profesionales y expertos.

Fuente: CRU Strategies

Como conclusión, la industria del uranio presenta un nivel de atractivo medio, donde por un lado existen barreras de entradas significativas para nuevos jugadores (altos costos de capital, largos períodos de desarrollo) y donde al mismo tiempo muestra un exceso de oferta y donde los clientes tienen un poder de negociación relativamente alto (lo cual no es común en los *commodities*). No obstante, el atractivo que presenta la industria de energía nuclear es alto, garantizando un alto nivel de demanda para después de esto.

8.5.2 Dotación de recursos de Colombia

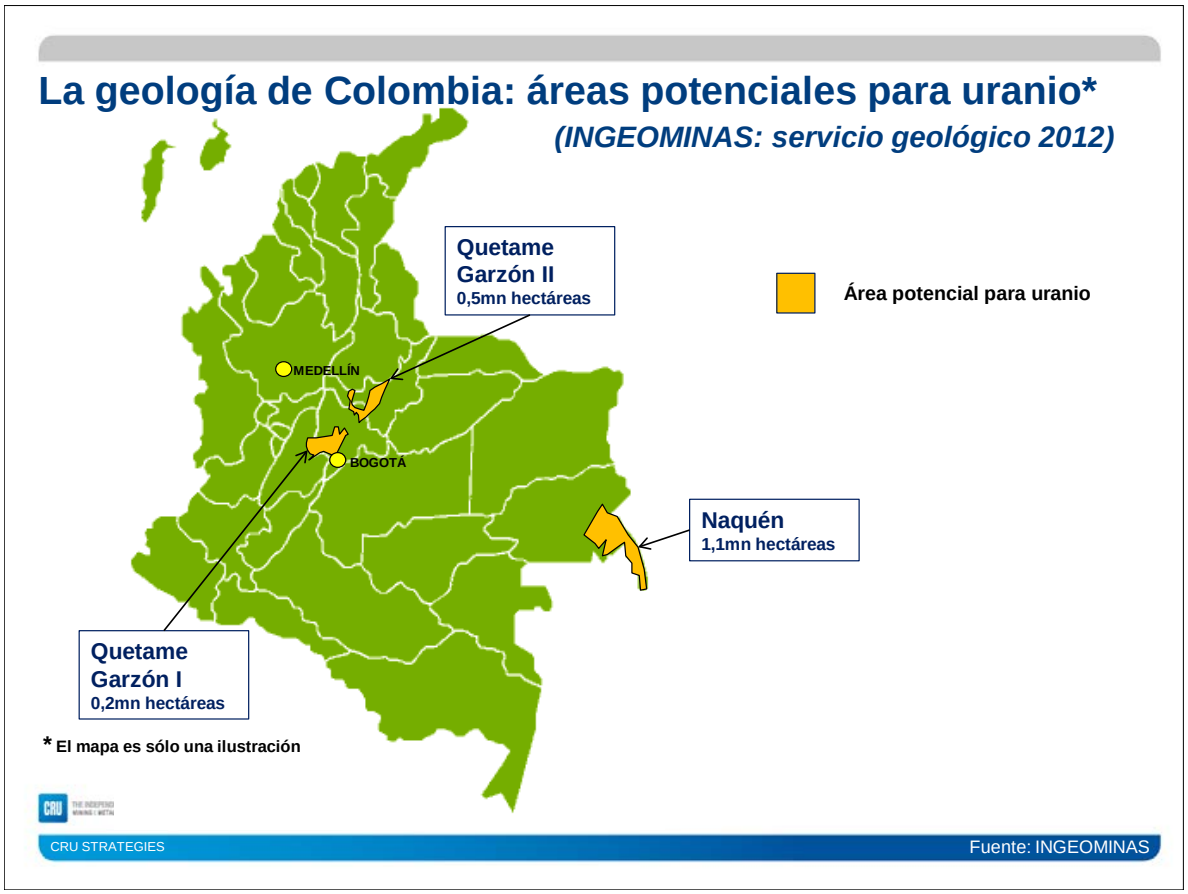
8.5.2.1 Producción histórica de uranio en Colombia

Colombia nunca ha producido el uranio, sin embargo, como mencionamos anteriormente, varias empresas privadas realizaron programas de exploración durante las décadas 70 y 80.

8.5.2.2 Reservas y recursos

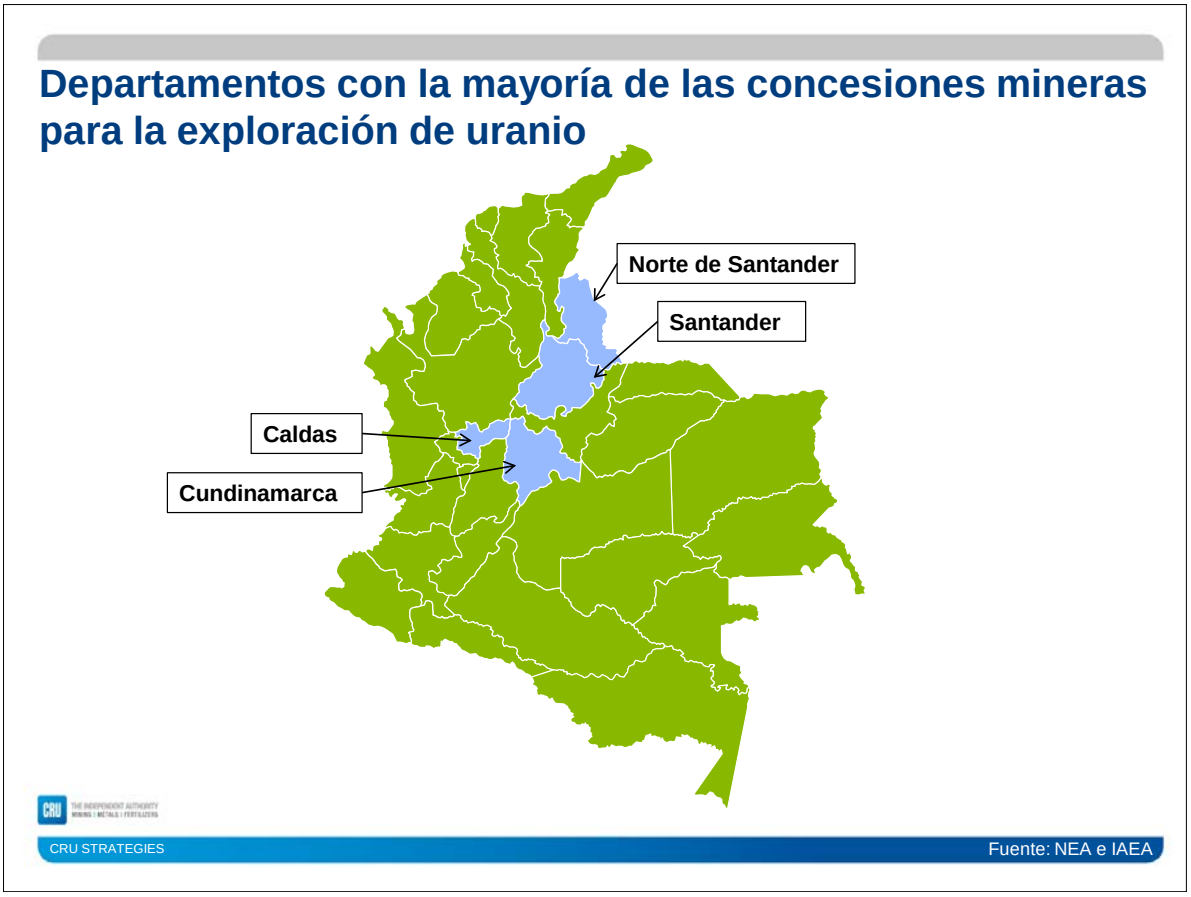
En 2012, el Gobierno de Colombia clasificó aproximadamente unos 20 millones de hectáreas como 'Reserva Estratégica', de las cuales alrededor de un millón podría tener potencial para la explotación de uranio. El gobierno eligió tres distintas áreas: dos están en el borde este de la Cordillera Oriental y el otro en el departamento de Guainía. Las áreas se seleccionaron utilizando la información técnica de las campañas de exploración para minerales radioactivos efectuadas por compañías privadas en las décadas del 70 y 80.

Figura 8.19: La geología de Colombia: áreas potenciales para uranio



Por otra parte, el informe *Uranio 2011: Recursos, Producción y Demanda* de la NEA e IAEA (publicado en 2012) sostiene que Colombia tiene recursos no descubiertos de uranio de: 11.000 toneladas de recursos pronosticados con un costo de extracción de <USD $130/kgU, y; 217.000 toneladas de recursos especulativos con un costo de extracción de <USD $130/kgU. Además, según el informe, en aquel momento un área total de 267m^2 se exploraba, y se habían emitido 14 concesiones mineras. Existen dos compañías principales que están activas dentro del país: la empresa canadiense U308 Corp., que está desarrollando el Proyecto Berlín (ver la sección 8.5.2.3), y; URACOL S.A., una empresas colombiana, que tiene su matriz en Medellín. Las dos compañías tienen concesiones mineras en Caldas, Santander, North Santander y Cundinamarca.

Figura 8.20: Departamentos con la mayoría de las concesiones mineras para la exploración del uranio



8.5.2.3 Proyectos de uranio en Colombia

En este momento hay un solo proyecto de uranio en el país, el proyecto Berlín de la compañía canadiense U308 Corp. Se ubica en el departamento de Caldas, unos 100 kilómetros al sureste de Medellín. Un Estudio Económico Preliminar (PEA por sus signos en inglés) determinó que el proyecto podría producir uranio virtualmente sin costo, gracias a los ingresos potenciales de productos secundarios: fosfatos, vanadio, itrio y níquel. Además, el proyecto cuenta con buena infraestructura: hay dos centrales hidroeléctricas cercanas (uno a 12km y el otro a 60km); una carretera principal pasa por el lado oriental del proyecto; el puerto Salgar en el río Magdalena, navegable hasta el mar Caribe, está a menos de 100km al este del proyecto, y; el proyecto tiene acceso a una línea ferroviaria la cual ya tiene su restauración programada.

Figura 8.21: BERLÍN: el único proyecto de uranio colombiano



El yacimiento cuenta con 577 toneladas indicadas, y 7.655 toneladas inferidas de uranio (U_3O_8)[5], con una ley de 0,11%.

8.5.3 Principales competidores y posición competitiva de Colombia

8.5.3.1 Competitividad de Colombia a nivel sudamericano

Como ya se mencionó, Colombia no cuenta con minas de uranio en este momento. Dentro de la región, Argentina y Brasil son los únicos países que producen uranio y que también poseen de centrales nucleares.

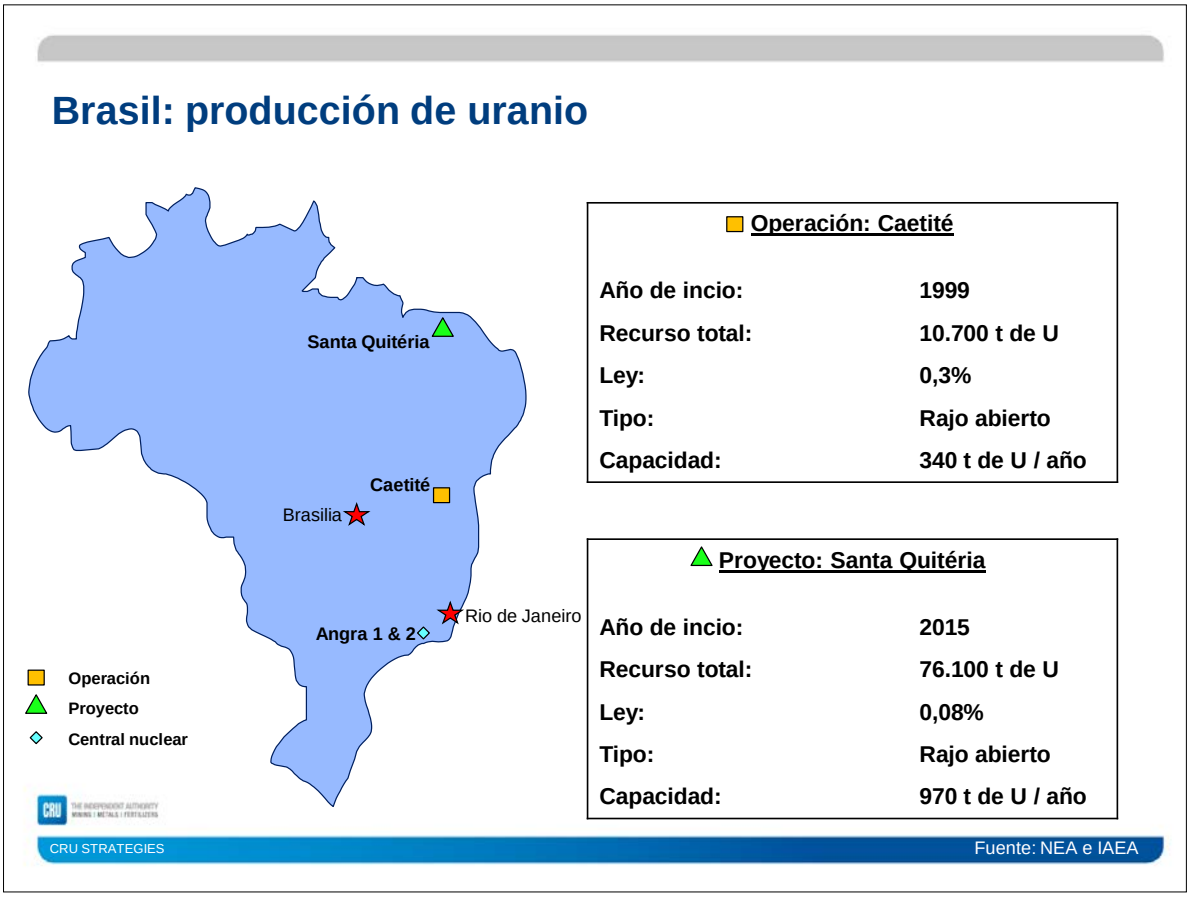
[5] Según la norma canadiense NI 43-101, parte de los 'Standards of Disclosure for Mineral Projects' para empresas cotizadas en las bolsas canadienses.

Es necesario que se realicen en Colombia estudios geológicos con mayor nivel de detalle antes de efectuar cualquier estimación en relación a su potencial en el mercado del uranio.

Brasil

Brasil es el único país de la región que actualmente produce uranio. Existe una operación en Caetité, al noreste de Brasilia, y un proyecto en desarrollo en Santa Quitéria, en la costa norte del país, que se pondrá en marcha en 2015. La industria de uranio brasileña pertenece 100% al gobierno, a través de Indústrias Nucleares do Basil S/A (INB).

Figura 8.22: Brasil: producción de uranio



Brasil no vende el uranio que produce, todo es utilizado para consumo doméstico para sostener sus dos centrales nucleares: Angra I y Angra II. Además, Angra III está en construcción, con una fecha prevista de inicio de 2016. Los dos centrales existentes generan un 3% de la electricidad del país. La diferencia entre la demanda doméstica y la oferta doméstica se compra en el mercado.

Tabla 8.22: La dotación de recursos de uranio de Brasil, 2011 (t de U)

	<USD 40/kg U	USD 40-80/kg U	USD 80-130/kg U	USD130-260/kg U	Costo desconocido	Total
Recursos conocidos (t de U)						
Recursos razonablemente asegurados	137.900	17.800		-	-	**155.700**
Recursos inferidos	-	73.600	47.400	-	-	**121.000**
Recursos no descubiertos (t de U)						
Recursos pronosticados	300.000	-	-	-	-	**300.000**
Recursos especulativos	-	-	-	-	500.000	**500.000**
					Total	**1.076.700**

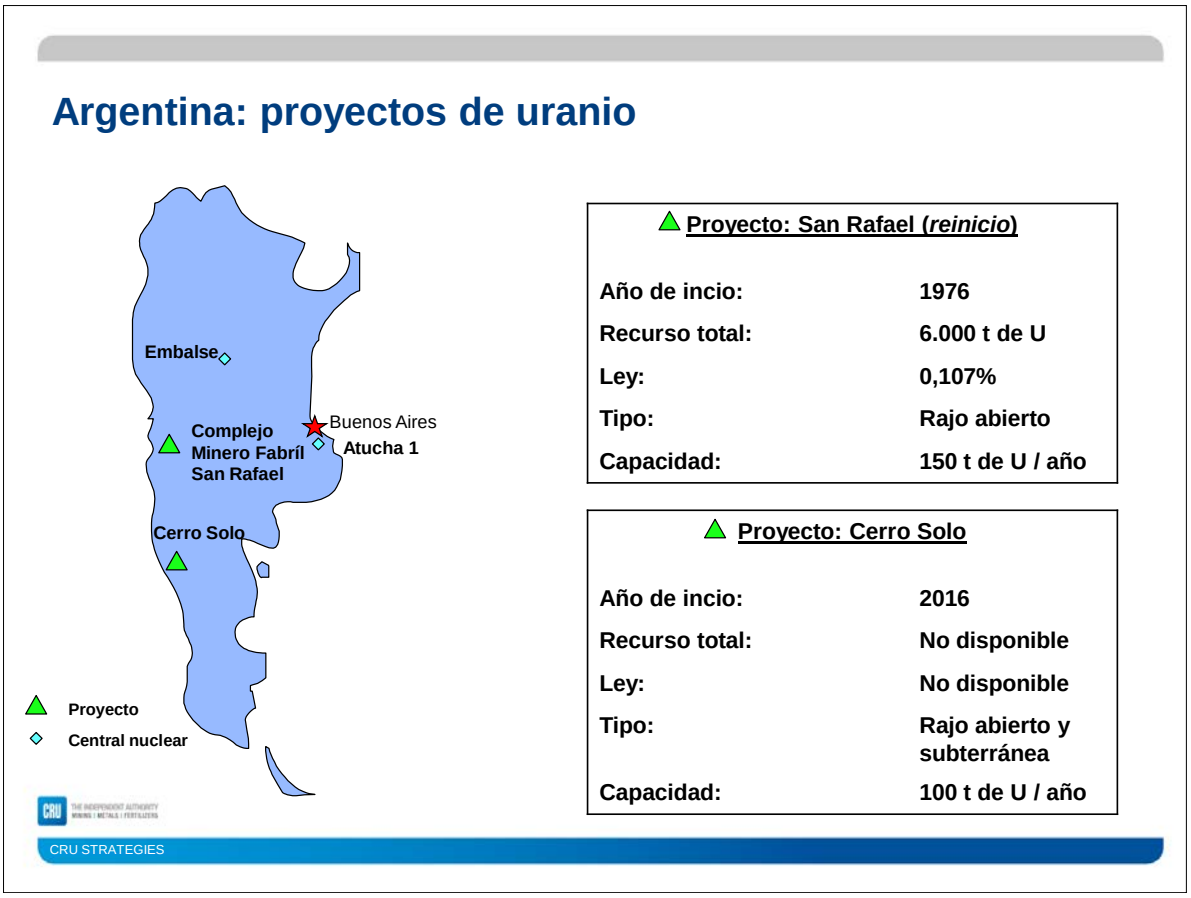
Fuente: NEA & IAEA

Según el informe de la NEA y IAEA Brasil tiene un 5% de los recursos conocidos de uranio del mundo, y la gran parte con un costo de producción de menos de USD $80/kg U.

Argentina

Hoy en día Argentina no produce uranio, sin embargo desde a mediados de los años 1950 hasta 1999 Argentina produjo uranio de siete operaciones de escala comercial, con una producción total de 2.582 toneladas de uranio. Las operaciones se cerraron como consecuencia de una caída del precio de uranio, lo cual hizo que la producción doméstica ya no fuera competitiva.

Figura 8.23: Argentina: proyectos de uranio



En los últimos años la Comisión Nacional de Energía Atómica (la CNEA) ha vuelto a evaluar la posibilidad de reiniciar la producción de uranio en el país. Su decisión fue provocada en gran parte por el aumento del precio de uranio desde el año 2000, la incertidumbre relacionada con la oferta extranjera y el futuro aumento de la demanda que resultará cuando se cumpla la construcción del nuevo reactor Atucha II. Existen dos proyectos claves: el reinicio del proyecto San Rafael en la provincia de Mendoza y el proyecto Cerro Solo en la provincia de Chubut. Los dos proyectos están en sus etapas iníciales, ya que ambos provincias tienen reglas estrictas que prohíben la minería al rajo abierto, y la provincia de Chubut prohíbe el uso de acido sulfúrico en la minería. Las mineras junto con los gobiernos locales están intentando solucionar los problemas.

En Argentina toda la industria del uranio pertenece al gobierno y sólo hay participación del sector privado durante la etapa de exploración.

Argentina cuenta con dos centrales nucleares: Atucha 1 cerca de Buenos Aires y Embalse, cerca de Córdoba. Atucha II está en construcción. Además, Argentina está considerando la construcción de dos centrales más para suministrar capacidad adicional antes de 2017 y 2020. Después del accidente de Fukushima, el gobierno argentino indicó que quería continuar con su plan de desarrollo nuclear.

Tabla 8.23: La dotación de recursos de uranio de Argentina, 2011 (t de U)

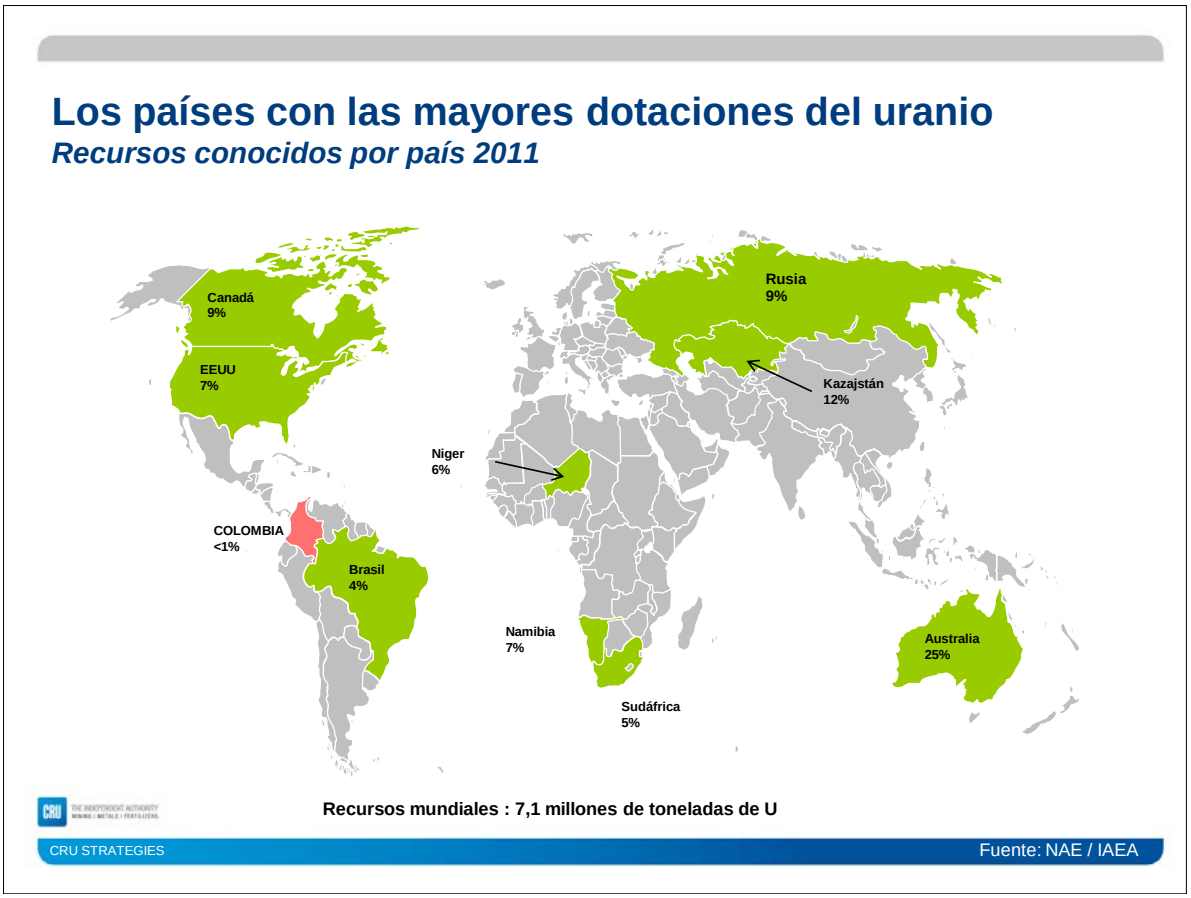
	<USD 40/kg U	USD 40-80/kg U	USD 80-130/kg U	USD130-260/kg U	Costo desconocido	Total
Recursos conocidos (t de U)						
Recursos razonablemente asegurados	-	5.130	3.469	-	-	**8.599**
Recursos inferidos	2.431	1.570	5.931	1.050	-	**10.982**
Recursos no descubiertos (t de U)						
Recursos pronosticados	-	-	13.810	-	-	**13.810**
Recursos especulativos	-	-	-	-	-	**-**
					Total	**33.391**

Fuente: NEA & IAEA

8.5.3.2 Competitividad de Colombia a nivel mundial

Colombia, no cuenta con recursos extensos de uranio que permitan una comparación con los países productores más relevantes del mundo.

Figura 8.24: Las países con las mayores dotaciones del uranio



Como se puede ver del gráfico anterior y la siguiente tabla, es evidente que hoy en día Colombia no tiene importancia en términos de recursos conocidos del uranio y que los recursos que tiene no le permitirían ser uno de los productores más importantes del mundo.

Tabla 8.24: Mayor productores del uranio del mundo, 2012 (t de U3O8)

País	t de U3O8	%
Kazajstán	26.095	39%
Canadá	10.214	15%
Australia	8.347	12%
Niger	4.771	7%
Rusia	3.381	5%
Uzbekistán	2.830	4%
Namibia	2.699	4%
EEUU	2.590	4%
China	1.768	3%
Malawi	1.298	2%
Otros	3.002	4%
Total	**66.995**	**100%**

Fuente: CRU Analysis

8.5.3.3 Ventajas y desventajas competitivas de Colombia

Como mencionamos anteriormente, no existe producción de uranio en Colombia y el país no cuenta con reservas medidas del mineral. No obstante, el gobierno colombiano está trabajando intensamente en promover a Colombia como un país minero, más específicamente en relación a 11 minerales estratégicos, uno de los cuales es el uranio. Además, el Servicio Geológico Colombiano, basándose en el conocimiento del subsuelo del país, ha identificado las áreas de mayor potencial de alojamiento de minerales estratégicos con el fin de delimitar las Áreas Especiales de Reserva Estratégica, contempladas en la ley del Plan Nacional de Desarrollo.

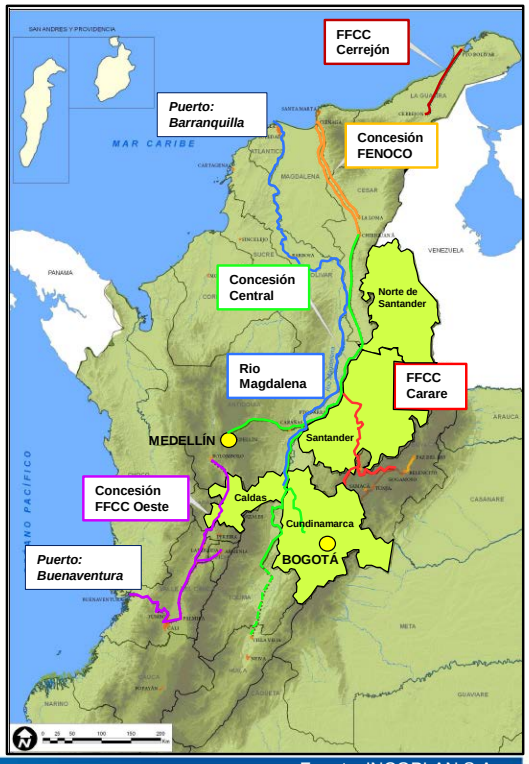
Un reto para potenciales operaciones de uranio es su ubicación en sitios alejados de los puertos. Mucho depende del costo del transporte ferrovial hasta los puertos y la distancia de la operación de la vía ferroviaria. Las zonas con potencial más alto de uranio están en Norte de Santander, Santander, Cundinamarca, Caldas y Guainía, todos en la cordillera oriental con la excepción de Guainía. Los departamentos de Caldas y Cundinamarca más bien favorecen una salida eventual del uranio hacia el Océano Pacífico a través del puerto de Buenaventura, quizás a los mercados de los EE.UU. o China, mientras los departamentos de Norte Santander y Santander favorecen una salida hacia el Atlántico a través de los puertos de Barranquilla o Cartagena en el Mar Caribe al mercado europeo. El transporte desde el departamento de Guainía hacia un puerto se vislumbra más

complicado ya que no cuenta con una conexión ferroviaria y está a unos 1.000km de distancia del mar. Como se destacó anteriormente, una ventaja del uranio es que es una fuente de energía muy concentrada y no un producto en granel. Como consecuencia, su valor por tonelada es alto comparado con otros minerales lo cual facilita su transporte.

Figura 8.25: Las infraestructura Colombiana del transporte (fluvial y ferrovial)

La infraestructura colombiana del transporte (fluvial y ferrovial)

- Los yacimientos del uranio se encuentran en los departamentos de:
  - Norte de Santander
  - Santander
  - Cundinamarca
  - Calda
  - Guainía *(no está en el mapa)*
- La red ferroviaria conectada al puerto de Barranquilla pasa por Santander (FFCC Carare), por el oeste de Norte de Santander y Cundinamarca (Concesión Central)
- El Rio Magdalena, navegable hasta el puerto de Barranquilla, empieza en Cundinamarca / Caldas y pasa por el costado del departamento de Santander
- La Concesión Central está en el proceso de ser rehabilitada



CRU STRATEGIES

Fuente: INCOPLAN S.A.

La siguiente tabla contiene el análisis de ventajas y desventajas competitivas de Colombia.

Tabla 8.25: Ventajas y desventajas competitivas de Colombia

Ventajas competitivas	● Colombia tiene buenos prospectos geológicos para potencialmente tener varias operaciones de uranio de tamaño pequeño y posiblemente mediano. ●Las reservas estratégicas en la cordillera oriental del país están cerca de la vía ferroviaria existente, la cual está conectada directamente con el puerto de Barranquilla. Esto facilitaría la implementación logística del transporte interno del uranio para exportación, evitando costos de capital adicionales en transporte. ●Colombia tiene la ventaja geográfica de estar más cerca de Europa y EEUU que otros exportadores regionales de la región.
Desventajas competitivas	● El país no cuenta con un potencial estimado ni registros de reservas según normas internacionales. ● Las áreas estratégicas están a unos 1.000km de distancia del mar, lo cual representa una distancia significativa que pudiera incrementar costos operacionales. Por otro lado, el área de Naquén no tiene conexión ferroviaria. ● Actualmente no existe ninguna operación de uranio en el país, y por lo tanto Colombia no tiene experiencia en extraer el mineral. ●La seguridad operacional es un factor muy importante para las mineras, sin embargo en la encuesta del Fraser Institute 2013 Colombia consiguió un ranking muy bajo (93 de 96 países). El ranking representa 'la percepción' de los participantes (gerentes y ejecutivos mineros)

Fuente: CRU Strategies

RESUMEN

- En resumen, la potencial industria del uranio en Colombia no presenta un gran atractivo dado que sus reservas actuales no están suficientemente caracterizadas como para asegurar competitividad en la industria mundial.

- Sin embargo, el futuro del mercado del uranio se espera que presente altos precios del commodity, lo que se explica por una recuperación en la demanda – la cual se ve actualmente muy dañada por el incidente de Fukushima en 2011. Así, se estima que el principal consumidor de uranio, la industria de energía nuclear, se convierta en una alternativa altamente atractiva debido a sus ventajas medioambientales y eficiencia. Con esto, los prospectos colombianos, en caso de resultar técnicamente atractivos, encontrarían un mercado muy rentable.

- Cabe notar que Colombia, hoy en día, no presenta actividad minera relacionada con el uranio. Esto implica que, dada el alto conocimiento técnico necesario para extraer el mineral, el país posea grandes desafíos para lograr entrar en la industria e implementar las unidades de infraestructura necesarias para operar de manera competitiva. Esto naturalmente tiene un impacto en la visión de inversionistas, quienes se inclinarían, hoy en día, por invertir en países con experiencia en la industria.

- La actividad asociada a la energía nuclear en Colombia, a nivel comercial, es nula. Por esto, el país no presenta necesidad interna de uranio, y cualquier potencial producción del mineral se destinaría eventualmente sólo para exportación a países que cuenten con generación de energía nuclear.

Capítulo 9 – Mercado del mineral de hierro

9.1 Resumen general del Mercado

RESUMEN DEL MERCADO

- **Características clave del mercado**

  El mercado mundial del mineral de hierro alcanzó los US$231 mil millones en el año 2012, equivalentes a 1.786 millones de toneladas producidas.

  El mineral de hierro se utiliza casi exclusivamente para la producción de acero. La mayor parte de la demanda proviene de China, país que ha impulsado el aumento del consumo de mineral de hierro a nivel mundial durante los últimos años. En 2012 la demanda total fue de 1.758 millones de toneladas, donde un 56% de provino de China, un 8% de Europa y 7% de Japón. Otras regiones con consumos menores son India, Rusia, el resto de Asia y América del Norte.

  La producción de mineral de hierro también está bastante concentrada. Del total de 1.786 millones de toneladas producidas, un 29% se extrajo en Australia, un 18% en Brasil y un 16% en China. Dada la gran demanda de mineral de China, Australia y Brasil son los mayores exportadores con gran parte de su producción dirigiéndose a China. Con respecto a las empresas mineras, el mercado australiano está dominado por BHP Billiton y Río Tinto, mientras que el brasilero por Vale. Estas empresas son las “Tres Grandes” de la producción de mineral de hierro, dominando también las exportaciones.

  En términos de precio, no existe un único precio de referencia definitivo como ocurre con otros minerales. El precio varía dependiendo de una serie de factores, entre los que se encuentra la calidad del mineral (tanto en su porcentaje de hierro contenido como en su granulometría y nivel de procesamiento), el lugar de producción, su distancia a puerto y su cercanía a los mercados principales de consumo, como lo sería China. Como precio de referencia se suele utilizar el precio del mineral fino 62% Fe CFR China, el cual fue en promedio de 129 US$/ton en 2012.

- **Cambios recientes y en desarrollo en el mercado**

  Recientemente la demanda de mineral de hierro ha sido fuertemente impulsada por una demanda nunca antes vista por parte de China, lo que generó un aumento en el precio nunca antes visto entre el año 2000 y 2008. Esto trajo consigo una fuerte inflación de los costos, así como la aparición de una enorme cantidad de proyectos que entrarían en funcionamiento dentro de los próximos años. Con la reciente crisis económica mundial y la crisis de deuda europea, la demanda por mineral de acero ha dejado de mostrar los crecimientos vistos en los años anteriores y el precio ha bajado. Esto, en combinación con los altos costos de capital que enfrenta la industria, hace que sea incierto cuántos proyectos efectivamente entrarán al mercado. De todas formas, los yacimientos de mineral de hierro son abundantes y el mercado no presenta riesgos de escasez.

- **Acceso al mercado / Barreras de entrada**

  Una de las mayores barreras de entrada del mercado del mineral de hierro es el gran costo de capital que presentan los proyectos. Dado que el precio por unidad es bajo, se deben tener una gran producción y alcanzar economías de escala que permitan reducir costos. Esto conlleva una enorme inversión tanto en equipos de producción como en infraestructura para transporte, incluyendo, en algunos casos, infraestructura portuaria.

  Otra barrera importante es la alta concentración del mercado. Actualmente el mercado transable de mineral está dominado por los “Tres Grandes”, quienes tienen operaciones y cadenas logísticas con ventajas comparativas que han ido desarrollando y perfeccionando por más de diez años.

9.2 Estructura y caracterización de la demanda en Europa, Asia y las Américas y el Caribe

9.2.1 Determinantes de demanda

El uso del mineral de hierro está directamente relacionado con la fabricación de acero, siendo la demanda por acero la que finalmente impulsa la demanda por hierro.

Los productos que se obtienen a partir de las minas de hierro se pueden clasificar según su diámetro, de forma general, en *lump*, *pellet feed* y finos, cada uno de los cuales es consumido en distinta medida por diferentes países dependiendo del tipo de tecnología con la que cuenten.

A grandes rasgos, el mineral de hierro puede ingresar a dos tipos de horno: el Alto Horno y el Horno de Reducción Directa, los que producen arrabio y DRI/HBI respectivamente. La siguiente línea de procesamiento corresponde al EAF (*Electric Arc Furnace*) y el BOF (*Basic Oxygen Furnace*). Ambos hornos aceptan también el ingreso de chatarra como carga, es decir, productos de acero que han cumplido con su vida útil y serán reciclados. El producto que generan es acero crudo, un producto no comercializable a partir del cual se obtienen productos semi-terminados que deben ser laminados o forjados para fabricar productos finales como láminas, planchas y barras de acero. Existe un tercer proceso para la obtención de acero crudo que utiliza un tipo de horno conocido como Open Hearth, sin embargo esta tecnología es cada vez más obsoleta y en 2012 sólo el 1% de la producción mundial de acero crudo provino de ella.

Figura 9.01: Procesos principales de producción de acero (simplificación)

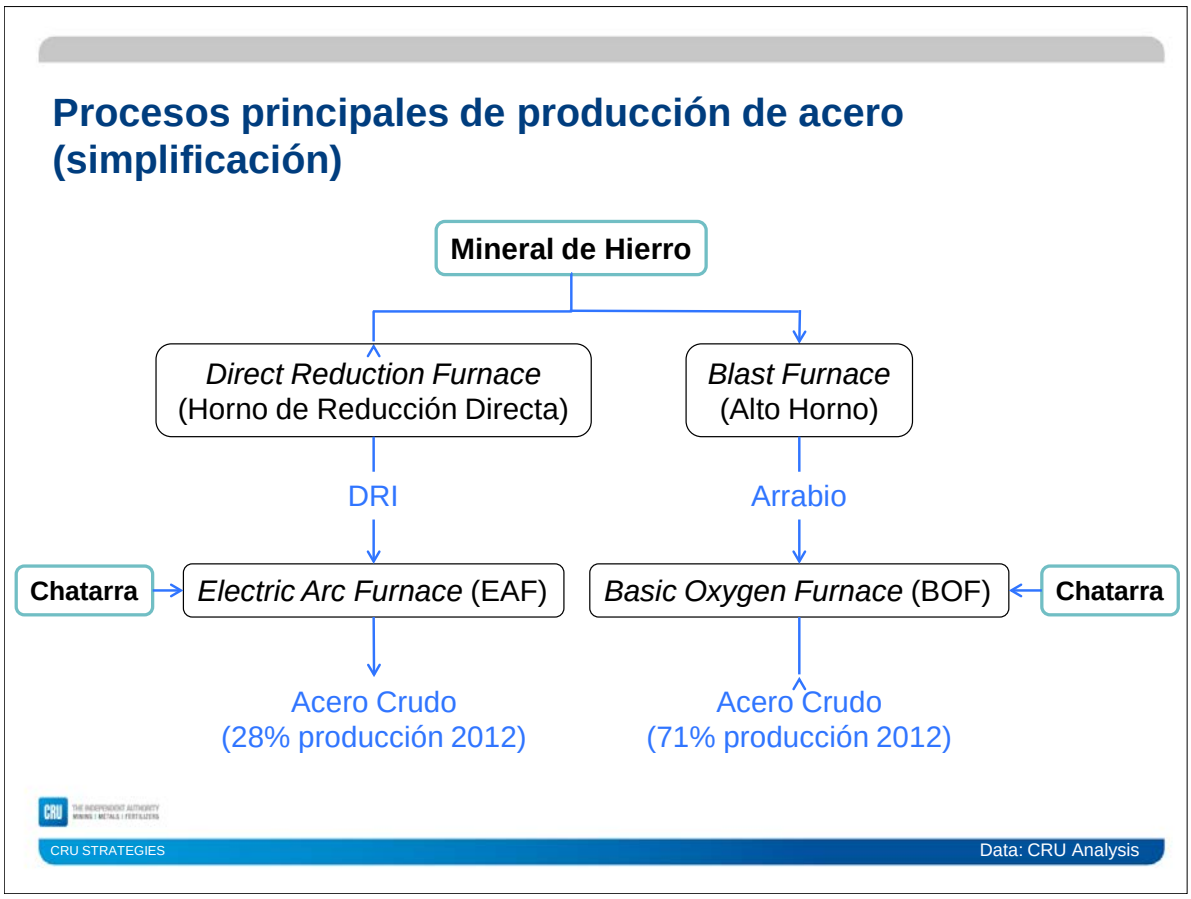
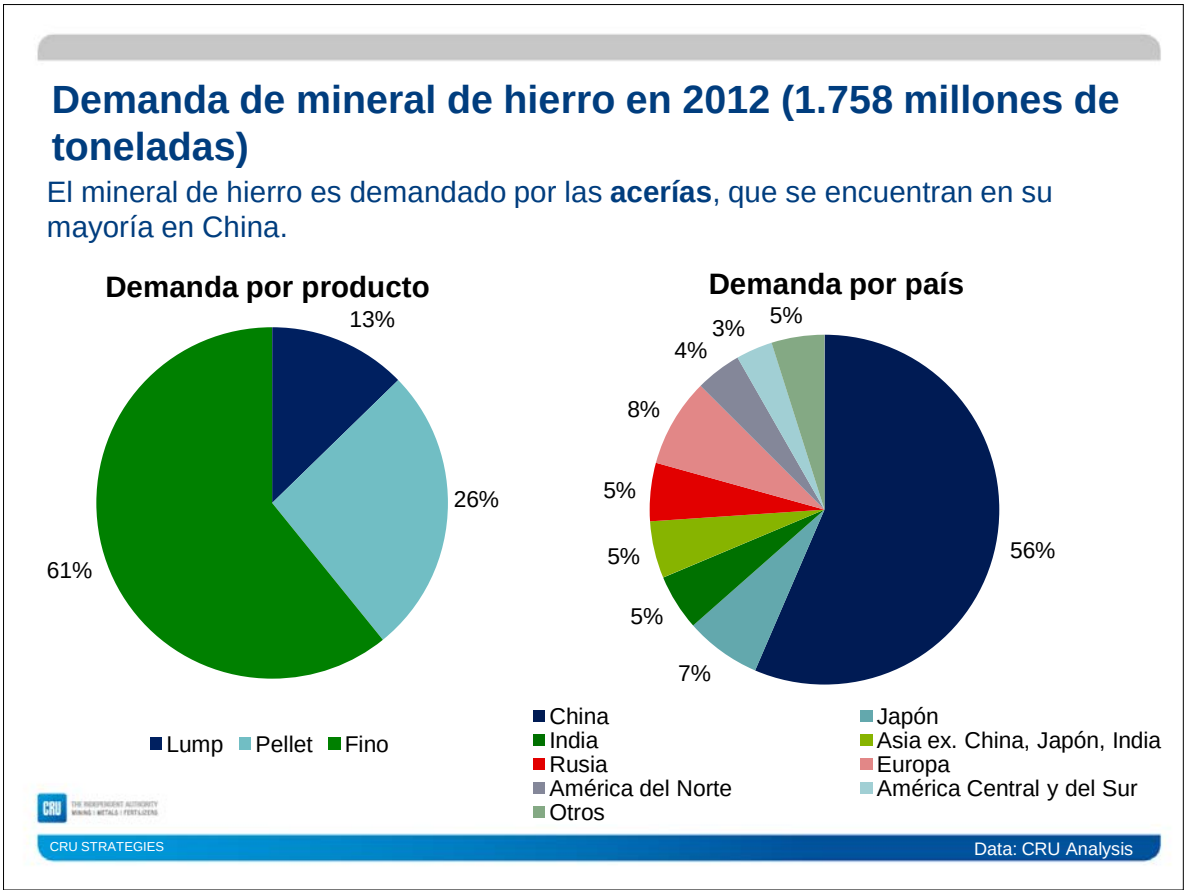


Figura 9.02: Demanda de mineral de hierro en 2012

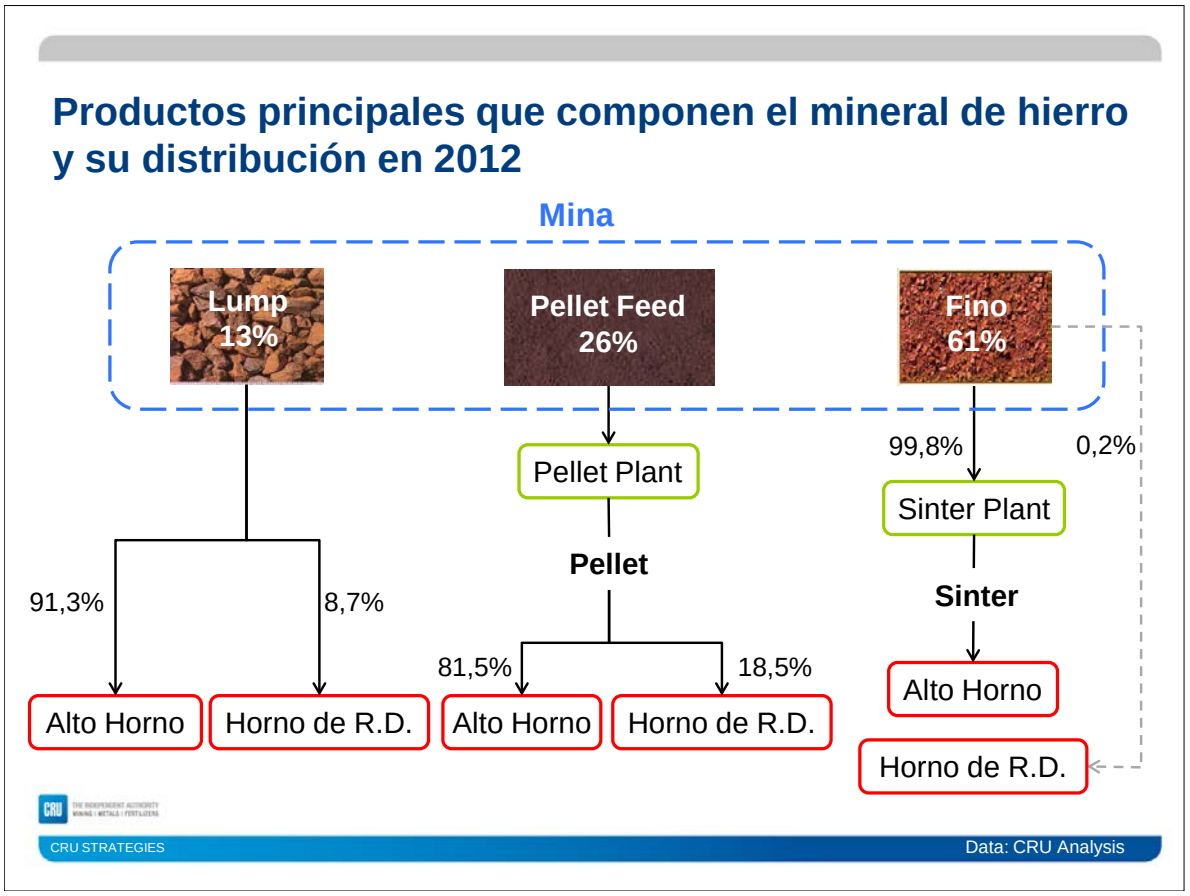


9.2.2 Demanda en base a productos

Cada uno de los productos de mineral de hierro cuenta con distintas características y necesidades de procesamiento antes de ser utilizado, lo que se traduce en un precio diferente para cada uno. La mayor parte del mineral de hierro se produce y consume en forma de fino, seguido por el *pellet* y el *lump*. A grandes rasgos, el *lump* y el fino se obtienen a partir de mineral de ley alta (55% Fe o más) y el pellet a partir de mineral de ley baja que ha tenido que pasar por un proceso de concentración.

A continuación se detallan las características principales de cada producto.

Figura 9.03: Productos principales que componen el mineral de hierro



9.2.2.1 Lump

El *lump* corresponde a material de porte irregular, con un diámetro de entre 6,8mm y 15mm, que puede ser cargado directamente a los hornos, ahorrándose el costo de cualquier tipo de procesamiento previo. Es por esto que en comparación con el *pellet feed* y el fino antes de sintentizar, el *lump* es considerado un material de mejor calidad. Idealmente los hornos necesitan ser cargados con material que tenga más de un 55% de hierro por lo que en general el *lump* proviene de mineral de hematita (con una ley de hierro mayor al 60%). La mayor parte de los *lump* son procesados a través del Alto Horno ya que los Hornos de Reducción Directa requieren material con muy altas leyes y un porcentaje de impurezas menor al 2%, estándares difíciles de alcanzar sin ningún tipo de procesamiento previo.

En 2012 el *lump* representó un 13% de la demanda mundial de hierro, equivalente a 224 millones de toneladas, con un 91% de éstas destinándose a Altos Hornos y sólo un 9% a Hornos DRI. El mayor

consumidor fue China con un 49% de la demanda, seguido con India y Japón con un 15% y 12% respectivamente.

Entre 2005 y 2012 el consumo de *lump* ha ido aumentando a una tasa anual del 5%, presentando un crecimiento levemente mayor al *pellet* y el fino (4,7% y 4,9% respectivamente).

9.2.2.2 Pellet

El *pellet* es el resultado del procesamiento del *pellet feed* en la planta de pellet. El *pellet feed* es un producto proveniente de mineral de baja ley y que ya ha pasado por una etapa de concentración. Tiene una granulometría variable (diámetro de entre 60µm y 150µm) y debe ser aglomerado para formar *pellet* de porte estándar y uniforme que sean ingresables al Alto Horno. Dadas estas características, el *pellet* es el producto de mineral de hierro más eficiente para cargar un horno. Dependiendo de la calidad final del producto, éste se puede clasificar en *DR grade pellet* o *blast furnace grade pellet*. El *DR grade pellet* presenta menos de un 2% de impurezas, por lo que cuenta con las condiciones necesarias para ser ingresado al Horno de Reducción Directa. Aquellos *pellet* que no cuenten con esta característica se clasifican como *blast furnace grade pellet* y se destinan al Alto Horno.

En 2012 un 26% de la demanda por mineral de hierro correspondió a demanda por *pellet*, equivalente a 465 millones de toneladas. Un 81% de esta demanda se destinó a Alto Horno, mientras que el 19% restante se utilizó en Hornos de Reducción Directa. China fue el principal país consumidor con un 39% de la demanda mundial de *pellet*, seguido por América del Norte, con un 15%, Europa y Rusia, ambos con un 11%.

Entre 2005 y 2012 el consumo de *pellet* ha ido aumentando a una tasa anual del 4,7%, siendo el producto final con menor crecimiento durante estos años (aunque por escaso margen versus los otros dos productos).

9.2.2.3 Fino

El fino es material cuyo diámetro varía entre los 150µm y los 6,8mm, que proviene de mineral de ley alta y que necesita ser aglomerado para poder ingresar al Alto Horno. El proceso de aglomeración se hace a través de sintetizado, formando un producto conocido como *sinter fine* (fino sintetizado), el cual se utiliza extensamente alrededor del mundo. En algunos países sudamericanos, específicamente Venezuela, se ingresa el fino directamente en el Hornos de Reducción Directa. Sin

embargo la fracción de fino que se consume de esta forma es prácticamente nula, representando tan sólo un 0,2% de la demanda total por fino en 2012. El restante 99,8% es sintetizado y cargado a Altos Hornos.

El fino es sin duda el producto de mineral de hierro más utilizado, representando un 61% de la demanda total por hierro en 2012 (equivalente a 1.070 millones de toneladas). Esto se explica en gran medida por el importante rol de China en el consumo de hierro. En 2012 un 56% de la demanda mundial de hierro provino de este país, el cual favorece la utilización de fino por sobre *lump* y *pellet*. Ese mismo año, un 71% de la demanda de hierro total de China fue por productos en forma de fino. En otras regiones con consumos importantes de mineral de hierro, como lo son Europa y Japón, el fino también es el producto de preferencia, aunque no de forma tan marcada como en China.

Entre 2005 y 2012 la demanda de fino ha aumentado a una tasa del 4,9% anual.

9.2.3 Intensidad de uso & el ciclo de desarrollo

Como se explicó anteriormente, el mineral de hierro se utiliza básicamente para la producción de acero. El acero se utiliza en forma extensa en la industria de la construcción, en la fabricación de maquinaria, medios de transporte y bienes de consumo. Tanto para el corto como para el largo plazo, CRU parte desde un pronóstico de consumo de acero por país para proyectar a partir de él el consumo de mineral de hierro. Recordemos que a partir del mineral de hierro se produce DRI y arrabio, a partir de los cuales se genera acero crudo (en combinación con una cantidad variable de chatarra). El acero crudo es transformado en productos semi-terminados de acero, lo que son laminados y forjados para crear productos terminados como láminas, planchas y barras de acero. Dado esta larga línea de procesamiento, la proyección de mineral de hierro consumido a partir de la demanda de productos terminados de acero requiere de una serie de pasos, los cuales incluyen:

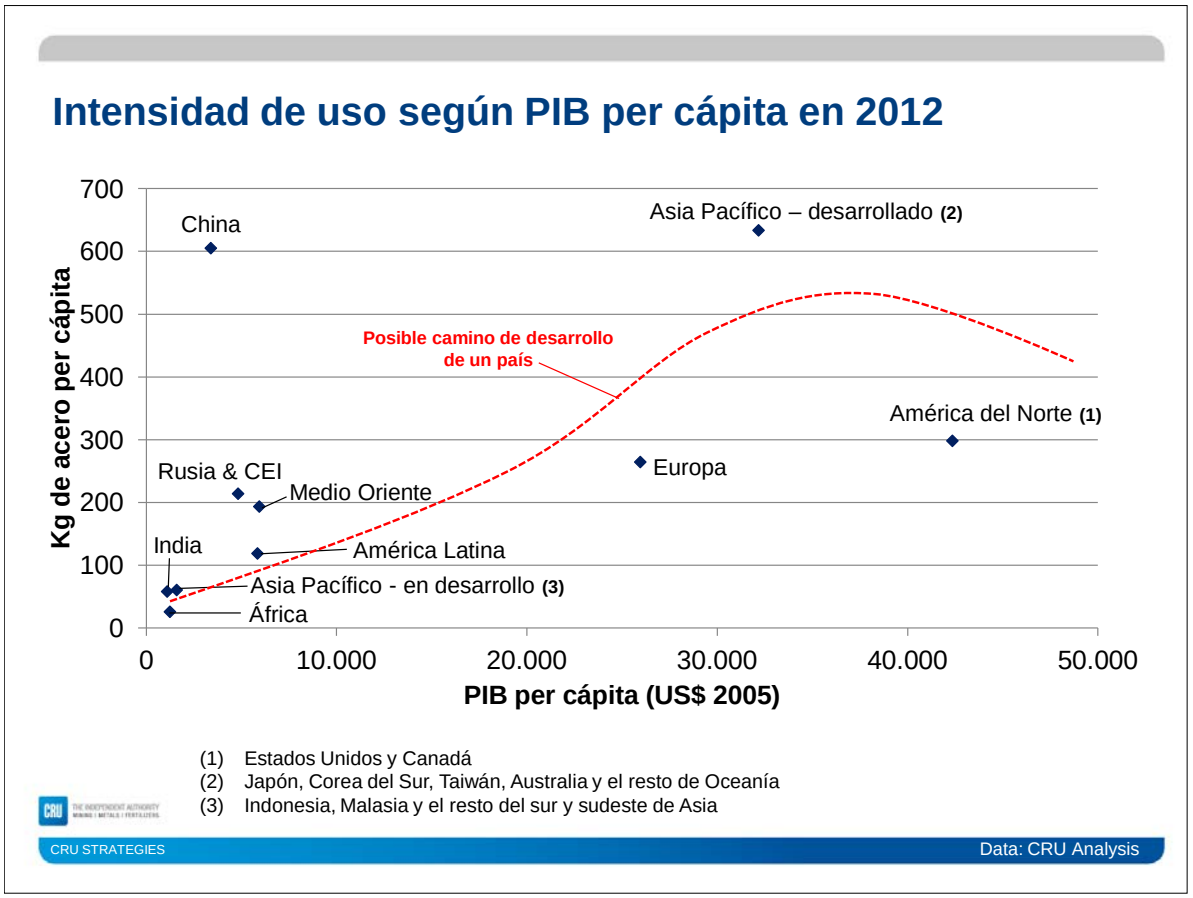
- Dado el consumo de productos terminados de acero por región, evaluar las importaciones de estos productos para ver dónde se llevó a cabo su producción.
- Dependiendo de dónde se produjeron los productos terminados, estimar las pérdidas en su proceso de fabricación y la cantidad requerida de productos semi-terminados.
- Evaluar la comercialización de productos semi-terminados de acero para determinar la producción de acero crudo por región.

- Analizar la producción de acero crudo según la tecnología utilizada (BOF o EAF) y estimar la cantidad utilizada de hierro primario (DRI y arrabio) y chatarra.

El pronóstico del consumo de acero se realiza de forma distinta en el corto y en el largo plazo. En el corto plazo, el nivel de actividad de las áreas donde se utiliza el acero (construcción, maquinaria, transporte, etc.) depende en gran medida de los ciclos económicos. En el largo plazo, el nivel de actividad en los rubros mencionados tiende a reflejar el nivel de desarrollo de la economía de la región. Países que viven principalmente de la agricultura y que tienen poco desarrollo económico tienen un muy bajo consumo de acero. A medida que una economía se empieza a desarrollar se llevan a cabo inversiones en infraestructura y la actividad industrial aumenta al igual que el gasto en bienes de consumo por parte de la población. Cuando se llega a cierto punto de desarrollo las economías comienzan a centrarse más en la entrega de servicios y menos en la construcción e industrialización, lo que conlleva un menor uso de acero. La medida que se utiliza es la intensidad de uso o cantidad de acero por habitante.

Considerando este escenario, en el largo plazo se pronostica la evolución de la intensidad de uso de acero por región o país dependiendo de la etapa actual en la que se encuentra en cuanto a desarrollo y el crecimiento esperado del ingreso per cápita. Al analizar el consumo de acero por región en 2012, se puede ver que la demanda futura de acero debería venir de regiones como Rusia y la Comunidad de Estados Independientes (CEI), el Medio Oriente, América Latina, India, África y Asia Pacífico en desarrollo (Indonesia, Malasia y el resto del sur y sureste de Asia).

Figura 9.04: Intensidad de uso según PIB per cápita en 2012



9.2.4 Evolución histórica de la demanda

Durante los últimos años la demanda mundial de hierro ha sido impulsada principalmente por China. Este país ha pasado de representar un 39% de la demanda mundial en 2005 a un 56% en 2012. Al mismo tiempo, la demanda por hierro del país en términos absolutos ha tenido un crecimiento anual del 10,5% entre 2005 y 2012, lo que significa que China ha aumentado su demanda en 499 millones de toneladas desde 2005 para llegar a un total de 993 millones de toneladas consumidas en 2012. Esto lo posiciona como la región con mayor crecimiento en el período. Incluso el período de crisis de los años 2008 y 2009, donde otros actores relevantes como Europa y Japón mostraron una disminución en el consumo de hierro, China continuó aumentando su demanda por el mineral. Sin embargo, ya desde 2010 se ve una desaceleración en el ritmo de crecimiento de esta demanda, pasando de mostrar crecimientos anuales cercanos al 20% a mostrar cifras más conservadoras de entre el 2% y el 7%. Esto se condice con la desaceleración de la

economía china en general, la que ha presentado recientemente números de crecimiento inferiores a los mostrados en el período de mayor expansión.

Otras regiones relevantes para la demanda de hierro son Europa, Japón, Rusia, India, América del Norte y Corea del Sur en ese orden, con porcentajes claramente menores a los de China que varían entre el 8% y el 4% de la demanda mundial.

A nivel global, la demanda por mineral de hierro ha crecido a una tasa anual del 4,9%, a diferencia de la demanda por productos de acero terminados que creció al 6,3%. Esto se explica por el aumento en la utilización de chatarra como fuente para la obtención de acero. Con respecto al consumo de mineral de hierro, éste disminuyó levemente en los años 2008 y 2009 como consecuencia de la crisis global, para luego reactivarse en 2010. En 2012 la demanda por productos de acero terminados fue disminuyendo a medida que el año avanzaba, lo que incentivó la disminución de inventarios por parte de los productores con el consecuente impacto en la disminución de la demanda por mineral de hierro. El resultado fue un año con un crecimiento de apenas el 0,5%.

Figura 9.05: Demanda mundial de hierro por país, 2005-2012

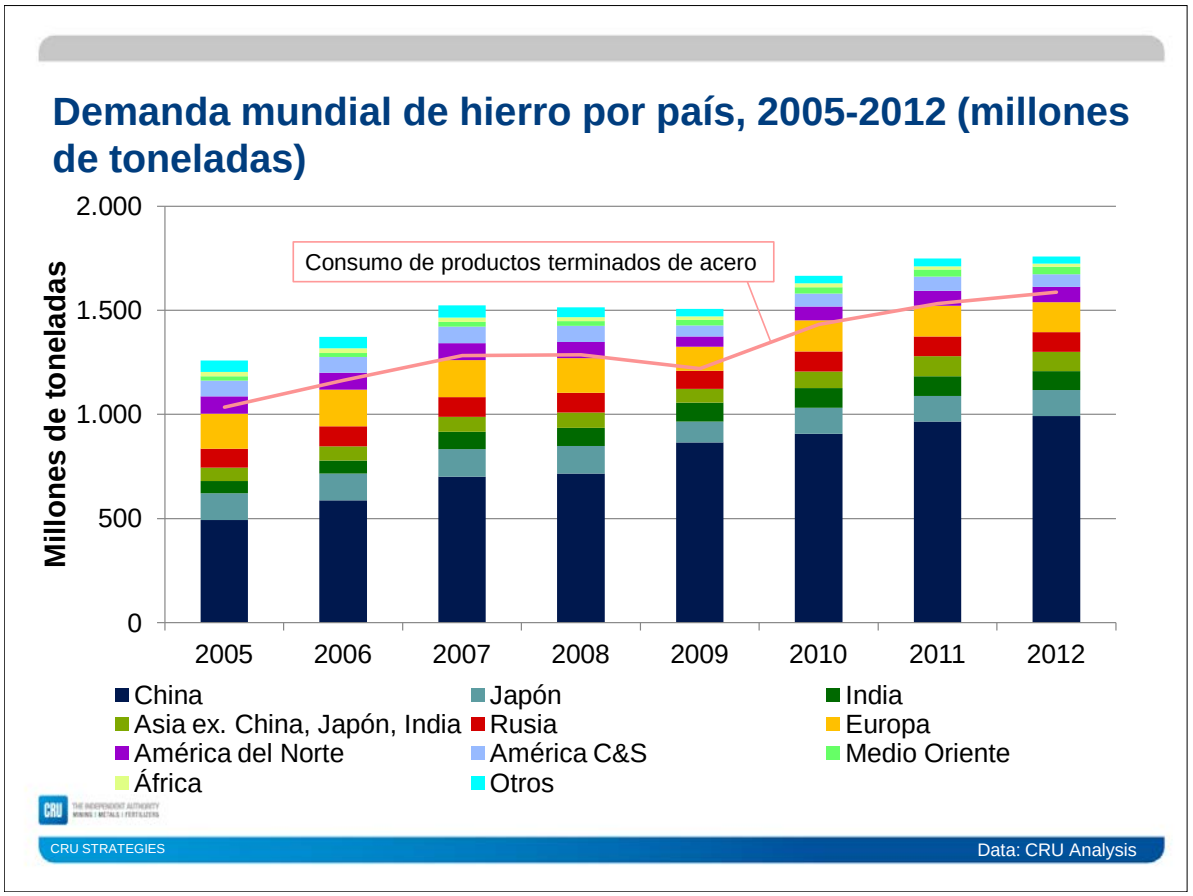


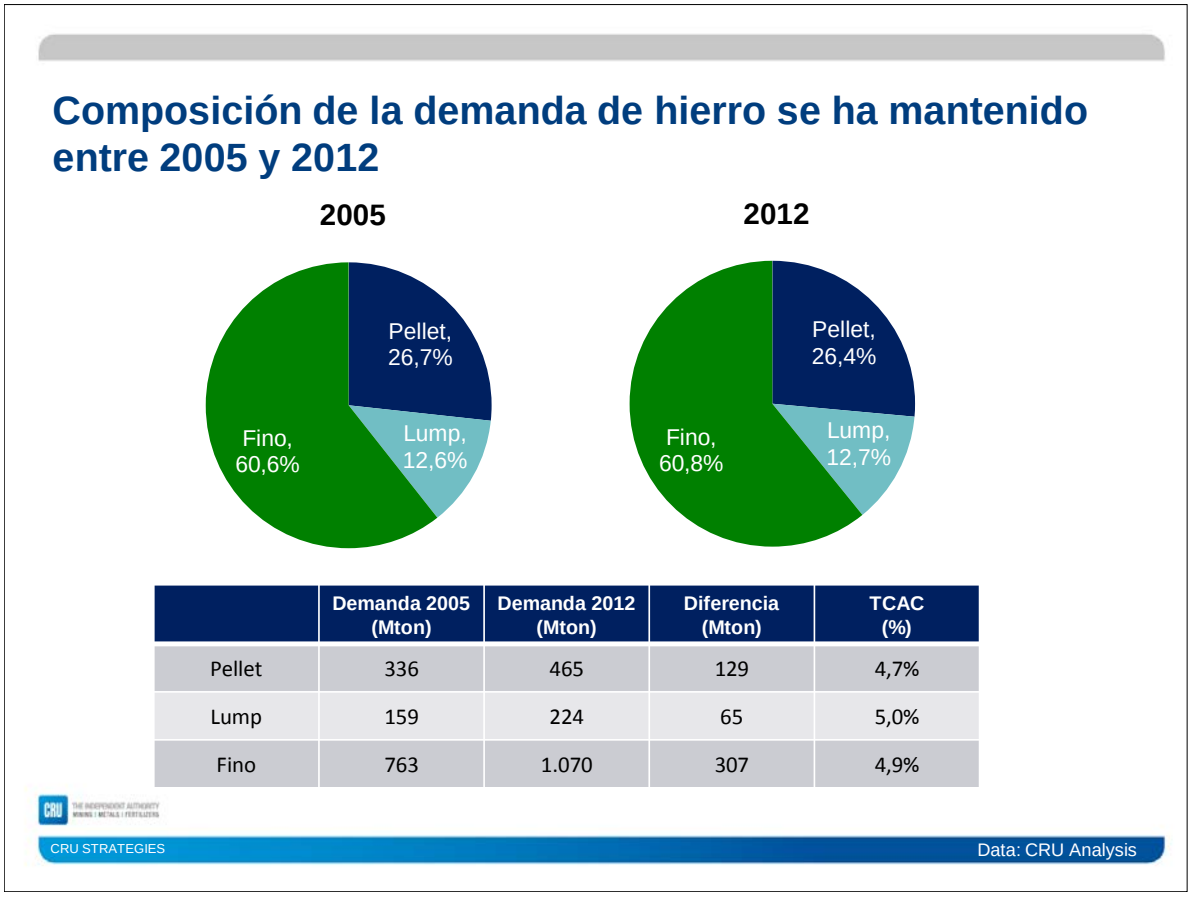
Tabla 9.01: Demanda de hierro por región, 2005-2012 (millones de toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
China	494	587	701	717	865	906	965	993	10,5%
Japón	128	129	132	131	101	125	123	124	-0,5%
India	58	64	84	88	91	95	95	91	6,5%
Asia ex. China, Japón, India	65	67	72	73	65	80	95	93	5,3%
Rusia	90	96	95	95	88	96	94	95	0,7%
Europa	169	175	177	166	116	149	148	144	-2,3%
América del Norte	82	83	82	79	48	66	71	75	-1,3%
América Central y del Sur	77	75	80	76	54	63	69	60	-3,7%
Medio Oriente	20	19	22	24	26	30	35	37	9,2%
África	22	22	20	18	17	18	15	15	-4,9%
Total mundial	**1.258**	**1.372**	**1.524**	**1.515**	**1.506**	**1.665**	**1.749**	**1.758**	**4,9%**
% cambio anual		*9,0%*	*11,1%*	*-0,6%*	*-0,6%*	*10,6%*	*5,0%*	*0,5%*	
...de los cuales									
Lump	*159*	*175*	*204*	*211*	*205*	*218*	*221*	*224*	*5,0%*
Pellet	*336*	*362*	*399*	*388*	*348*	*409*	*440*	*465*	*4,7%*
Fino	*763*	*835*	*921*	*916*	*953*	*1.039*	*1.088*	*1.070*	*4,9%*

Data: CRU Analysis

Entre 2005 y 2012 la composición de la demanda de hierro apenas ha cambiado su estructura. Los tres productos han crecido a tasas similares, por lo que el porcentaje de la demanda total que representa cada uno en 2012 es prácticamente el mismo que en 2005. Es decir, el fino se mantiene como el principal producto seguido por el *pellet* y el *lump*.

Figura 9.06: Composición de la demanda de hierro se ha mantenido entre 2005 y 2012



	Demanda 2005 (Mton)	Demanda 2012 (Mton)	Diferencia (Mton)	TCAC (%)
Pellet	336	465	129	4,7%
Lump	159	224	65	5,0%
Fino	763	1.070	307	4,9%

9.2.4.1 Asia

En 2005 un 59% de la demanda de mineral de hierro provenía de Asia. Este porcentaje fue creciendo hasta llegar a un 74% en 2012, lo que equivale a un aumento de 599 millones de toneladas en la demanda anual de mineral de hierro del continente para llegar a un total de 1.300 millones de toneladas consumidas en 2012. Si bien gran parte de la importancia de Asia como consumidor de acero se debe a China, otros países como Japón, India y Corea del Sur también son relevantes a nivel global.

Japón es el segundo mayor consumidor de hierro en Asia después de China, y el tercer mayor a nivel mundial. Entre 2005 y 2012 ha disminuido su demanda en un 0,5% anual, desde 128 millones de toneladas en 2005 a 124 millones de toneladas en 2012. En 2011 hubo una disminución en la demanda por acero debido al impacto del terremoto y tsunami ocurridos en Marzo de ese año. Sin embargo el proceso de reconstrucción y el aumento de demanda por productos de acero que trajo

consigo alcanzaron a compensar en gran parte esta disminución. En 2012, las circunstancias económicas mundiales y la contracción de la economía japonesa tuvieron como resultado un aumento muy pequeño en el consumo de hierro.

India y Corea del Sur han aumentado su demanda de mineral de hierro en un 6,5% y 6,3% anual respectivamente desde 2005 hasta 2012. Sin embargo ambos países mostraron una disminución en el consumo en 2012, motivado por la disminución de la demanda global por productos de acero terminados. India especialmente disminuyó su consumo en un 4,9%, influenciado también por la poca disponibilidad de mineral de hierro local para procesar. Corea del Sur, por su parte, presentó una disminución del 1,3%.

Con respecto a la composición de la demanda por mineral de hierro en la región, ésta cambió levemente. Entre 2005 y 2012 la demanda de *pellet* ha pasado de ser un 15% de la demanda total a representar el 17% y el *lump* pasó de ser un 13% de la demanda a un 14%. Estos aumentos fueron a expensas de la demanda por fino, que a pesar de mantenerse aún como el producto principal, pasó de tener un 72% del mercado a tener un 68%. El *pellet* es el producto que ha presentado mayor crecimiento anual, principalmente debido a un proceso de aumento de capacidad de plantas de pellet que se está llevando a cabo en China.

Tabla 9.02: Demanda histórica de hierro en Asia, 2005-2012 (millones de toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
China	494	587	701	717	865	906	965	993	10,5%
India	58	64	84	88	91	95	95	91	6,5%
Indonesia	2	2	2	2	2	2	2	2	-0,6%
Malasia	2	2	3	3	3	4	3	3	6,8%
Japón	128	129	132	131	101	125	123	124	-0,5%
Corea del Sur	40	41	44	46	41	52	63	62	6,3%
Taiwan	14	16	16	15	12	14	19	18	3,2%
Otros	500	593	708	724	872	914	973	1.001	10,4%
Total Asia	**745**	**847**	**989**	**1.009**	**1.122**	**1.206**	**1.279**	**1.300**	**8,3%**
% cambio anual		*11,6%*	*19,5%*	*5,4%*	*18,6%*	*3,9%*	*-9,6%*	*1,0%*	
...de los cuales									
Lump	*99*	*116*	*146*	*158*	*170*	*178*	*180*	*186*	9,4%
Pellet	*113*	*127*	*150*	*157*	*175*	*193*	*212*	*226*	10,5%
Fino	*533*	*604*	*693*	*694*	*777*	*835*	*887*	*888*	7,6%

Data: CRU Analysis

9.2.4.2 Europa

Entre la región europea y los países de la Comunidad de Estados Independientes (CEI) son responsables del 15% de la demanda mundial de mineral de hierro en 2012.

Europa como región individual representaba un 13% del consumo en 2005. Este porcentaje ha ido disminuyendo hasta llegar a ser del 8% en 2012, lo que equivale a 144 millones de toneladas consumidas. La crisis sub-prime de 2008 y 2009 afectó de manera negativa la demanda por mineral de hierro en la zona, que logró recuperarse en 2010 sólo para volver a disminuir en 2011 y 2012 debido al a crisis de deuda de la región. Además de las malas circunstancias económicas bajo las que se encuentra la Eurozona, se suma el hecho de que en 2011 y 2012 se observó una disminución en su producción de arrabio (producto obtenido desde el alto horno en el proceso BOF). La disminución en 2012 fue mayor que la de 2011, causando un baja del 3,1% en la demanda de hierro. Con respecto a la composición del mineral de hierro en la región, la importancia del *pellet* ha ido en aumento a costa de la disminución del fino y, en menor medida, del *lump*. Específicamente, entre 2005 y 2012 el *pellet* ha aumentado desde un 29% a un 34%. El fino ha disminuido desde un 59% a un 56%, mientras que el *lump* pasó de ser un 12% de la demanda de hierro al 10%. El fino sigue siendo el producto más consumido.

Rusia, por su parte, es responsable del 5% de la demanda mundial de hierro en 2012. Este porcentaje ha ido disminuyendo en el tiempo, siendo en 2005 del 7%. Aún así el consumo del país ha ido en aumento, creciendo a una tasa del 0,7% anual. Con respecto a la composición del mineral de hierro en la CEI, el *lump* representa menos del 1% de ésta. El *pellet* ha ido aumentando su porcentaje de participación a costa de la disminución del porcentaje de demanda por fino, representando cada uno alrededor del 49% y el 51% respectivamente.

Tabla 9.03: Demanda histórica de hierro en Europa, 2005-2012 (millones de toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
Rusia	90	96	95	95	88	96	94	95	0,7%
Ucrania	37	39	43	34	24	23	24	23	-6,7%
Otros CEI	6	5	5	4	4	4	5	4	-3,5%
Total CEI	**133**	**141**	**143**	**133**	**116**	**123**	**123**	**122**	**-1,2%**
% cambio anual		*5,8%*	*1,5%*	*-6,7%*	*-13,1%*	*6,0%*	*0,1%*	*-0,8%*	
...de los cuales									
Lump	*1*	*1*	*2*	*1*	*1*	*1*	*1*	*1*	-1,8%
Pellet	*51*	*55*	*59*	*49*	*41*	*43*	*49*	*59*	2,2%
Fino	*81*	*84*	*82*	*83*	*73*	*79*	*73*	*62*	-3,9%
Austria	9	9	9	9	7	9	9	9	1,0%
Bélgica	10	10	9	10	4	6	6	6	-8,0%
República Checa	6	7	7	6	5	6	5	5	-2,3%
Francia	17	18	17	16	11	14	13	13	-4,0%
Alemania	41	44	45	42	29	41	40	38	-1,1%
Italia	17	17	16	15	8	13	14	14	-2,7%
Países Bajos	8	8	9	8	6	8	8	8	-0,3%
Polonia	6	7	8	7	4	5	5	5	-1,9%
Rumania	5	5	5	4	2	2	2	2	-12,6%
Eslovaquia	5	6	6	5	4	5	5	5	-0,6%
España	6	5	6	5	4	5	5	4	-4,3%
Suecia	5	5	5	5	3	5	5	4	-4,0%
Reino Unido	15	16	16	15	11	11	10	11	-5,2%
Turquía	9	9	9	10	10	11	12	12	5,3%
Otros países europeos	9	10	9	9	6	8	8	7	-4,4%
Total Europa	**169**	**175**	**177**	**166**	**116**	**149**	**148**	**144**	**-2,3%**
% cambio anual		*3,4%*	*1,4%*	*-6,4%*	*-30,4%*	*28,9%*	*-0,5%*	*-3,1%*	
...de los cuales									
Lump	*21*	*21*	*22*	*19*	*12*	*15*	*15*	*14*	-4,9%
Pellet	*49*	*55*	*58*	*56*	*39*	*53*	*51*	*49*	-0,1%
Fino	*99*	*99*	*97*	*91*	*65*	*80*	*82*	*80*	-3,0%

Data: CRU Analysis

9.2.4.3 Las Américas y el Caribe

En 2005 América del Norte y América Central y del Sur fueron responsables de un 6% de la demanda mundial de hierro cada una. Desde entonces su relevancia en el mercado del mineral de hierro ha ido disminuyendo a distintas velocidades, llegando América del Norte a representar el 4% y América Central y del Sur el 3% de la demanda total en 2012. Esto significó un consumo de 75 y 60 millones de toneladas respectivamente.

En el caso de América del Norte, el consumidor más relevante es Estados Unidos con una demanda en 2012 de 46 millones de toneladas. Durante el periodo 2005-2012 tanto Estados Unidos como Canadá han disminuido su cantidad demandada de mineral de hierro, mientras que México la ha aumentado levemente. Económicamente 2012 fue un buen año para la región, con aumentos del PIB y de la Producción Industrial mayores a los de 2011. Además de esto la producción de arrabio de la región aumentó tanto en Estados Unidos como en Canadá y México. La producción de DRI también aumentó levemente, con gran parte de esta producción proveniente de México. Esto tuvo un efecto positivo en la demanda por mineral de hierro, aumentando en un 5,1% con respecto a 2011.

En América Central y del Sur Brasil es el principal consumidor de la región, con una demanda de 39 millones de toneladas de mineral de hierro en 2012. Le siguen Venezuela y Argentina con consumos de 8 y 6 millones de toneladas. En 2012 Brasil y Argentina disminuyeron su producción de arrabio en un 19% y 23% respectivamente, lo que fue más que suficiente para llevar la demanda de la región por mineral de hierro a una disminución del 13% con respecto a laño anterior.

Con respecto a la composición de la demanda por hierro, ésta varía bastante entre América del Norte y América Central y del Sur. América del Norte se caracteriza por utilizar una gran cantidad de *pellet*. En 2005 este producto correspondía al 92% del mineral utilizado en la región. La utilización de fino fue aumentando hasta llegar a ser un 94% de la demanda en 2012, a expensas del fino que bajó de un 6% a un 4%. El *lump* se ha mantenido estable, correspondiendo al 2% de la demanda. América Central y del Sur tiene una estructura de consumo bastante distinta, sin depender de manera excesiva de ninguno de los productos. El *lump* en 2005 abarcaba un 33% del consumo, y fue disminuyendo hasta llegar al 24% en 2012. El *pellet* pasó de representar un 29% a un 34%, y el fino de un 38% a un 42% en el periodo establecido. El fino sigue siendo el producto más utilizado.

Tabla 9.04: Demanda histórica de hierro en las Américas, 2005-2012 (millones de toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
Canadá	13	13	14	14	8	12	12	12	-0,8%
México	15	15	15	15	12	15	15	16	0,9%
Estados Unidos	54	55	53	49	28	39	44	46	-2,0%
Total América del Norte	82	83	82	79	48	66	71	75	-1,3%
% cambio anual		*1,2%*	*-0,6%*	*-4,2%*	*-39,0%*	*38,1%*	*7,1%*	*5,1%*	
...de los cuales									
Lump	*1*	*1*	*1*	*1*	*1*	*1*	*1*	*1*	0,9%
Pellet	*75*	*76*	*77*	*74*	*45*	*63*	*66*	*70*	-1,0%
Fino	*5*	*5*	*4*	*4*	*2*	*2*	*3*	*3*	-6,0%
Argentina	7	7	7	7	4	6	7	6	-2,3%
Brasil	50	48	53	51	37	45	48	39	-3,5%
Venezuela	14	14	12	11	9	6	7	8	-8,0%
Chile	2	2	2	2	1	1	2	2	-0,1%
Perú	0	0	1	1	-	-	-	-	-100,0%
Otros países de Am. C&S	4	4	6	5	4	5	5	5	3,1%
Total América C&S	**77**	**75**	**80**	**76**	**54**	**63**	**69**	**60**	**-3,7%**
% cambio anual		*-3,3%*	*6,5%*	*-4,6%*	*-28,8%*	*17,1%*	*8,2%*	*-13,2%*	
...de los cuales									
Lump	*26*	*26*	*24*	*23*	*14*	*14*	*16*	*14*	-8,1%
Pellet	*22*	*21*	*25*	*23*	*15*	*21*	*23*	*20*	-1,4%
Fino	*29*	*28*	*30*	*31*	*25*	*28*	*30*	*25*	-2,3%

Data: CRU Analysis

9.2.5 Evolución pronosticada de la demanda en el corto plazo

Dentro de los próximos años el consumo mundial productos terminados de acero debería aumentar a una TCAC de 4,1%, lo que se espera que traiga un crecimiento similar por parte de la demanda de mineral de hierro.

Se espera que China siga siendo el principal consumidor de mineral de hierro, siendo la demanda de este país la que impulse la demanda mundial. Sin embargo, luego de un aumento anual compuesto del 10,5% en su demanda de hierro entre 2005 y 2012, no se espera que China siga ese ritmo de crecimiento en los próximos años.

Regiones emergentes como India, África, América Central y del Sur y el Medio Oriente deberían presentar fuertes crecimientos entre 2013 y 2017. Las economías más desarrolladas, como Japón,

Europa y América del Norte presentarían crecimientos considerablemente menores, dado el bajo crecimiento esperado de sus industrias de la construcción.

Figura 9.07: Demanda mundial de hierro pronosticada por país, 2005-2017



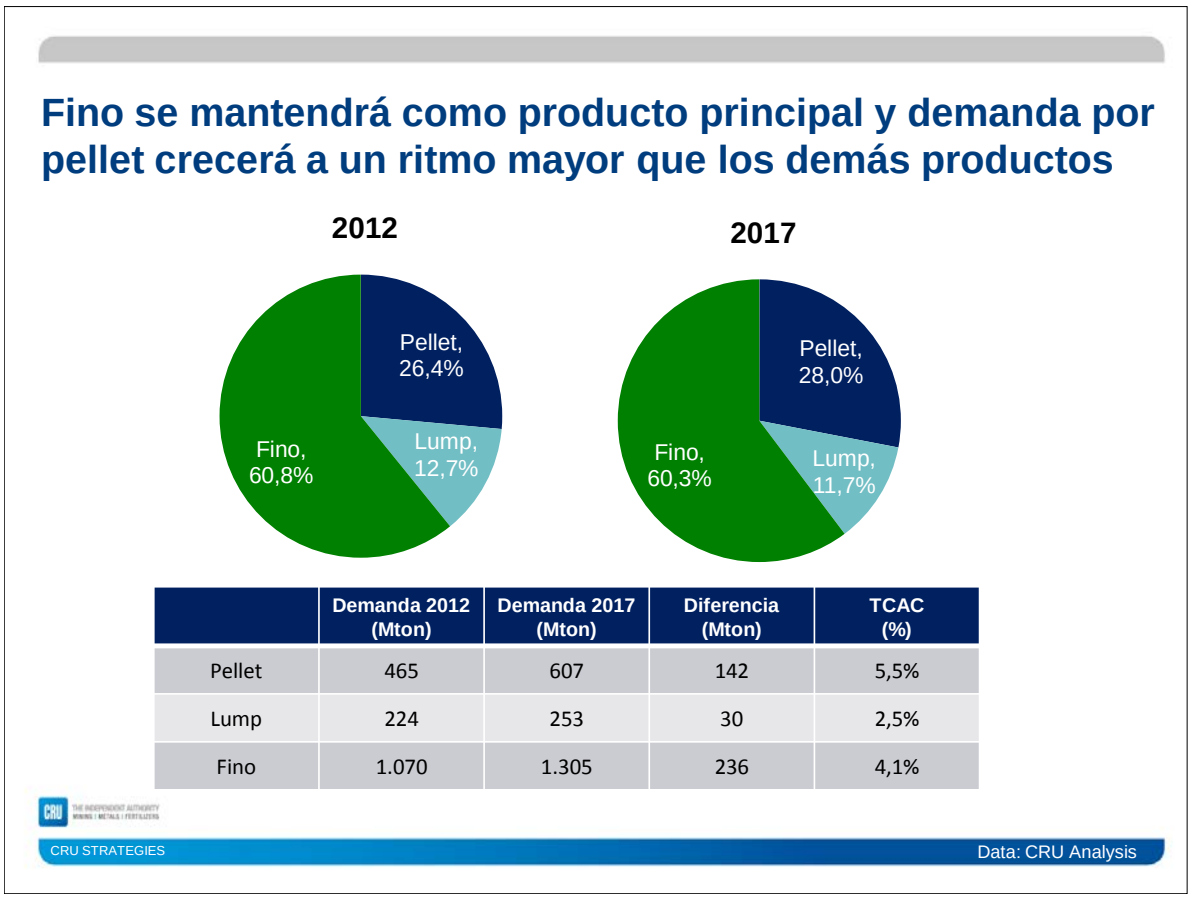
Tabla 9.05: Demanda pronosticada de hierro por región, 2012-2017

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
China	993	1.038	1.090	1.129	1.162	1.194	3,8%
Europa	144	141	148	153	157	160	2,2%
Japón	124	121	121	126	134	136	2,0%
Rusia	95	88	93	99	101	103	1,7%
Asia ex. China, Japón, India	93	102	108	114	116	119	5,1%
India	91	102	117	128	135	144	9,6%
América del Norte	75	77	82	86	88	91	4,0%
América Central y del Sur	60	73	76	80	82	84	7,1%
Medio Oriente	37	41	44	46	49	52	7,0%
África	15	17	18	20	21	22	7,8%
Total mundial	**1.758**	**1.854**	**1.955**	**2.041**	**2.108**	**2.166**	**4,3%**
% cambio anual	*0,5%*	*5,4%*	*5,5%*	*4,4%*	*3,3%*	*2,7%*	
...de los cuales							
Lump	*224*	*230*	*237*	*244*	*251*	*253*	*2,5%*
Pellet	*465*	*492*	*530*	*562*	*585*	*607*	*5,5%*
Fino	*1.070*	*1.132*	*1.188*	*1.235*	*1.272*	*1.305*	*4,1%*

Data: CRU Analysis

A nivel global, se espera que la demanda de *pellet* muestre un crecimiento considerablemente mayor al de los finos y *lump*. Este crecimiento estará impulsado en gran medida por un aumento significativo en la capacidad de procesamiento de *pellet* fino en China. Dados estos aumento de capacidad, se espera que China le dé preferencia a este producto por sobre el *lump* en los próximos años. Aún así el fino seguirá siendo el principal producto tanto en China como a nivel mundial.

Figura 9.08: Fino se mantendrá como producto principal y demanda por pellet crecerá a un ritmo mayor que los demás productos



	Demanda 2012 (Mton)	Demanda 2017 (Mton)	Diferencia (Mton)	TCAC (%)
Pellet	465	607	142	5,5%
Lump	224	253	30	2,5%
Fino	1.070	1.305	236	4,1%

9.2.5.1 Asia

Como se mencionó anteriormente, China seguiría siendo el principal motor detrás de la demanda por hierro en el corto plazo. Sin embargo se espera que este país presente un crecimiento considerablemente menor al visto en años anteriores, dado que debería entrar a una etapa con menor enfoque en la construcción de infraestructura para el país. Considerando este escenario, se espera que China reduzca levemente su participación de mercado de un 56% en 2012 a un 55% en 2017. La demanda del país por *lump* debería disminuir a medida que aumenta su producción de *pellet*.

En cuanto a Japón, para 2013 se espera una contracción en la producción de acero crudo y, por lo tanto, en la demanda de mineral de hierro para procesar. Ya para 2014 se deberían volver a niveles normales de crecimiento en la demanda, aumentando ésta a una tasa del 2% anual entre 2012 y 2017. A diferencia de China no se espera que Japón disminuya su dependencia del *lump*,

principalmente debido a la menor flexibilidad de los productores de acero japoneses para cambiar la composición de las cargas utilizadas en sus procesos.

De India se espera un aumento consistente tanto en su desempeño económico como en la demanda por hierro desde 2013 en adelante, aumentando su demanda total en 53 millones de toneladas entre 2012 y 2017. Con esto llegaría a sobrepasar a Japón, pasando a ser el segundo país con mayor consumo en Asia después de China y representando un 7% de la demanda de hierro a nivel mundial.

Corea del Sur y Taiwan, como parte de los países más desarrollada de Asia, presentarán crecimientos menores al resto del continente.

Tabla 9.06: Demanda pronosticada de hierro en Asia, 2012-2017 (millones de toneladas)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
China	993	1.038	1.090	1.129	1.162	1.194	3,8%
India	91	102	117	128	135	144	9,6%
Indonesia	2	2	3	4	5	7	28,0%
Malasia	3	4	4	4	5	5	7,9%
Japón	124	121	121	126	134	136	2,0%
Corea del Sur	62	68	71	74	74	75	4,0%
Taiwan	18	19	20	21	22	22	4,6%
Otros	8	9	9	10	10	10	5,0%
Total Asia	**1.300**	**1.363**	**1.436**	**1.497**	**1.548**	**1.593**	**4,1%**
% cambio anual	*0,5%*	*4,8%*	*5,4%*	*4,2%*	*3,4%*	*2,9%*	
...de los cuales							
Lump	*186*	*189*	*195*	*201*	*206*	*207*	2,2%
Pellet	*226*	*248*	*272*	*291*	*305*	*320*	7,2%
Fino	*888*	*927*	*969*	*1.006*	*1.037*	*1.065*	3,7%

Data: CRU Analysis

9.2.5.2 Europa

En la región europea se espera que 2013 sea otro año de disminución la demanda de hierro, manteniendo la tendencia decreciente que se fue manifestando a lo largo de 2012. Se espera una disminución del 2% para este año, lo que llevaría al consumo de Europa su nivel más bajo desde 2010. Sólo a fines de 2013 se espera una lente recuperación en la producción de arrabio y por lo tanto en la demanda de hierro, crecimiento que debería continuar hasta 2017. Incluso con el crecimiento anual esperado del 2% hasta 2017 no se llegaría a los niveles de consumo vistos en la

región antes de 2008. En cuanto a los productos de mineral de hierro utilizados, Europa se mantendría con un consumo principalmente de finos, seguidos por *pellet* y finalmente *lump*.

Por parte de Rusia también se espera una contracción en la demanda de hierro para 2013, la que sería compensada por un aumento significativo en el consumo de Ucrania. Este país presentaría un aumento significativo en su demanda de hierro durante los próximos años, aunque Rusia lo seguiría superando con un consumo de más del doble de mineral de hierro en 2017. Con respecto a los productos de mineral consumidos en la zona, se espera que el fino supere al *pellet* dividiéndose la demanda en aproximadamente 60% fino, 40% *pellet*. El *lump* seguiría siendo poco significativo en la región.

Tabla 9.07: Demanda pronosticada de hierro en Europa, 2012-2017 (millones de toneladas)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
Rusia	95	88	93	99	101	103	1,7%
Ucrania	23	44	46	48	49	49	16,6%
Otros CEI	4	4	5	5	5	6	4,5%
Total CEI	**122**	**136**	**144**	**152**	**156**	**158**	**5,3%**
% cambio anual	*-0,8%*	*11,3%*	*6,1%*	*5,7%*	*2,4%*	*1,4%*	
...de los cuales							
Lump	*1*	*1*	*1*	*1*	*1*	*1*	0,7%
Pellet	*59*	*55*	*55*	*59*	*60*	*61*	0,7%
Fino	*62*	*80*	*88*	*92*	*94*	*96*	9,2%
Austria	9	9	9	10	10	10	2,5%
Bélgica	6	6	6	6	6	6	0,9%
República Checa	5	5	5	6	6	6	3,0%
Francia	13	13	13	14	14	14	1,6%
Alemania	38	37	40	42	42	42	2,0%
Italia	14	13	13	14	14	15	1,1%
Países Bajos	8	8	8	9	9	9	1,3%
Polonia	5	5	5	5	6	6	2,6%
Rumania	2	2	2	2	2	2	4,3%
Eslovaquia	5	5	5	5	6	5	0,6%
España	4	4	4	4	4	4	0,7%
Suecia	4	4	5	5	5	5	4,4%
Reino Unido	11	12	12	13	14	14	6,1%
Turquía	12	13	14	14	14	15	3,2%
Otros países europeos	7	5	6	6	6	6	-1,9%
Total Europa	**144**	**141**	**148**	**153**	**157**	**160**	**2,2%**
% cambio anual	*-3,1%*	*-1,9%*	*5,1%*	*3,6%*	*2,2%*	*1,9%*	
...de los cuales							
Lump	*14*	*14*	*14*	*14*	*15*	*15*	0,1%
Pellet	*49*	*50*	*53*	*55*	*56*	*57*	2,9%
Fino	*80*	*77*	*81*	*84*	*87*	*89*	2,0%

Data: CRU Analysis

9.2.5.3 Las Américas y el Caribe

Después de la recuperación de la economía de América del Norte observada a fines de 2012 junto con el aumento en la producción de acero crudo y por lo tanto en la demanda de mineral de hierro, se espera que durante 2013 la incertidumbre económica de la región continúe disminuyendo. Aún

así en términos de producción de acero se espera un crecimiento menor al de 2012, y por lo tanto un aumento menor en el consumo de mineral de hierro. Para el periodo 2012-2017 América del Norte debería mostrar un aumento en su demanda total de hierro del 4% anual, aumentando su consumo desde 75 a 91 millones de toneladas y manteniéndose estable con un 4% de demanda mundial. La demanda de hierro que más crecerá será la de México, seguido por Estados Unidos y luego Canadá. La composición de esta demanda de la región también se mantendría relativamente estable, con un leve aumento en la utilización se fino sobre por sobre *pellet*. El pellet se mantendría como el principal producto procesado, con un 93% del mercado en 2017.

Por el lado de América Central y del Sur, se espera que la región muestre un crecimiento en la demanda mayor a América del Norte, creciendo esta a una tasa del 7,1% anual, pasando de consumir 60 millones de toneladas en 2012 a consumir 84 millones de toneladas en 2017. Gran parte de este crecimiento se dará en Brasil, que por sí solo aumentará su consumo en 20 millones de toneladas entre 2012 y 2017. La composición de la demanda de la región se mantendrá estable, aumentando levemente el consumo de fino y disminuyendo el de *pellet*.

Tabla 9.08: Demanda pronosticada de hierro en las Américas, 2012-2017 (millones de toneladas)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
Canadá	12	13	13	14	14	14	2,9%
México	16	17	18	19	19	20	4,9%
Estados Unidos	46	47	51	53	55	56	3,9%
Total América del Norte	**75**	**77**	**82**	**86**	**88**	**91**	4,0%
% cambio anual	*5,1%*	*3,1%*	*6,3%*	*4,6%*	*3,3%*	*2,7%*	
...de los cuales							
Lump	*1*	*1*	*2*	*2*	*2*	*2*	4,1%
Pellet	*70*	*72*	*76*	*80*	*82*	*84*	3,8%
Fino	*3*	*3*	*4*	*4*	*4*	*5*	7,5%
Argentina	6	6	6	6	7	7	3,1%
Brasil	39	51	54	56	58	59	8,6%
Venezuela	8	9	9	9	10	10	4,5%
Chile	2	2	2	2	2	2	5,9%
Perú	-	-	-	-	-	-	0,0%
Otros países de Am. C&S	5	5	6	6	6	6	3,3%
Total América C&S	**60**	**73**	**76**	**80**	**82**	**84**	7,1%
% cambio anual	*-13,2%*	*22,5%*	*4,6%*	*4,3%*	*3,2%*	*2,1%*	
...de los cuales							
Lump	*14*	*17*	*18*	*19*	*20*	*20*	0,0%
Pellet	*20*	*23*	*24*	*25*	*26*	*27*	5,5%
Fino	*25*	*32*	*34*	*35*	*36*	*37*	8,2%

Data: CRU Analysis

9.2.6 Evolución pronosticada de la demanda en el largo plazo

Como se explicó anteriormente, para realizar el pronóstico de la demanda de mineral de hierro en largo plazo se utiliza el concepto de intensidad de uso de acero. Para cada región se considera su intensidad de uso de acero actual y los cambios esperados dentro de los próximos veinte años, a partir de lo cual se sigue la cadena de procesamiento de acero considerando su comercialización hasta llegar a una estimación de la demanda de mineral de hierro. También se toma en cuenta el rol que cumplirá el reciclaje de chatarra como fuente de acero.

Dado que la base del pronóstico descansa en el nivel de desarrollo económico de cada región, se utiliza una agrupación de países distinta a la empleada al mostrar los datos históricos y el pronóstico de corto plazo. Específicamente, los cambios son:

- América del Norte comprende Estados Unidos y Canadá. México se agrupa con América Central y del Sur, formando la categoría de Latinoamérica.
- Asia y Oceanía se dividen en China, India, Asia Pacífico desarrollado y Asia Pacífico en desarrollo. Asia Pacífico desarrollado incluye a Japón, Corea del Sur, Taiwán, Australia y el resto de Oceanía. Asia Pacífico en desarrollo incluye Indonesia, Malasia y el resto del sur y sudeste de Asia (Filipinas, Singapur y Tailandia entre otros).

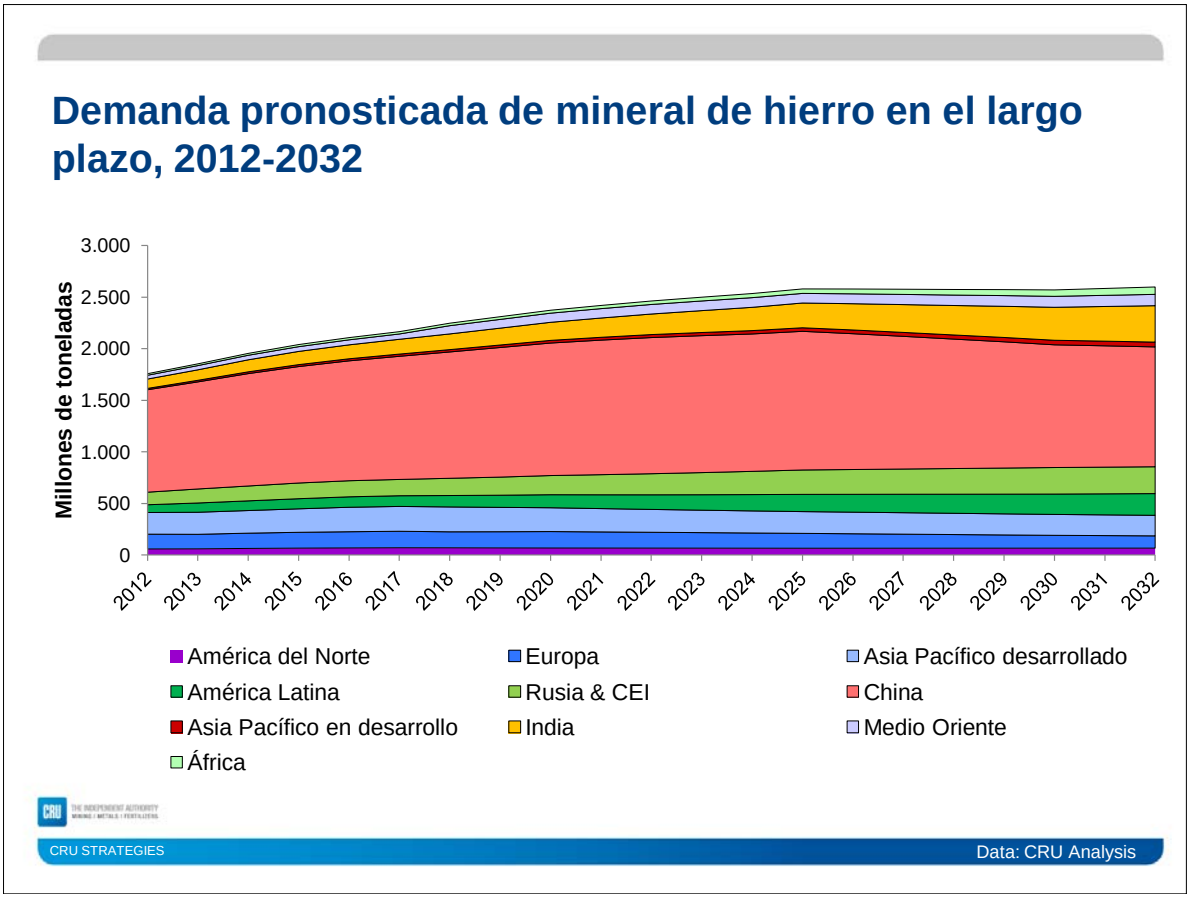
Considerando estos cambios, la evolución esperada de la demanda de mineral de hierro en el largo plazo se muestra a continuación:

Tabla 9.09: Tasa de Crecimiento Anual Compuesta por periodos de cinco años, 2012-2032

	2012-2017	2017-2022	2022-2027	2027-2032
América del Norte	3,7%	-1,0%	-0,3%	0,2%
Europa	2,2%	-0,8%	-2,3%	-2,7%
Asia Pacífico desarrollado	2,8%	-1,6%	-1,3%	-0,9%
América Latina	6,6%	6,4%	4,8%	3,3%
Rusia & CEI	5,3%	5,3%	3,7%	1,3%
China	3,8%	2,0%	-0,5%	-2,0%
Asia Pacífico en desarrollo	10,5%	6,2%	5,6%	4,1%
India	9,6%	6,8%	6,2%	5,5%
Medio Oriente	7,0%	12,4%	1,3%	2,2%
África	8,0%	8,6%	8,4%	7,4%
Total mundial	**4,3%**	**2,6%**	**0,9%**	**0,2%**

Data: CRU Strategies

Figura 9.09: Demanda pronosticada de mineral de hierro en el largo plazo



En el largo plazo se espera que la demanda china llegue a su punto máximo alrededor del año 2024 para luego ir disminuyendo lentamente. A pesar del aumento de demanda de India, Rusia y la CEI y América Latina entre otros, no se alcanzará a compensar por la disminución de China y la demanda mundial se estabilizará.

9.3 Dimensionamiento y caracterización de la oferta

9.3.1 Características generales

El hierro es el cuarto elemento más abundante en la corteza de la Tierra, y compone parte importante del núcleo terrestre además de encontrarse en meteoritos y planetas a lo largo del Universo. El hierro puro tiene escasos usos, y la gran aplicación del hierro en sí está en la producción de acero a través de la siderurgia.

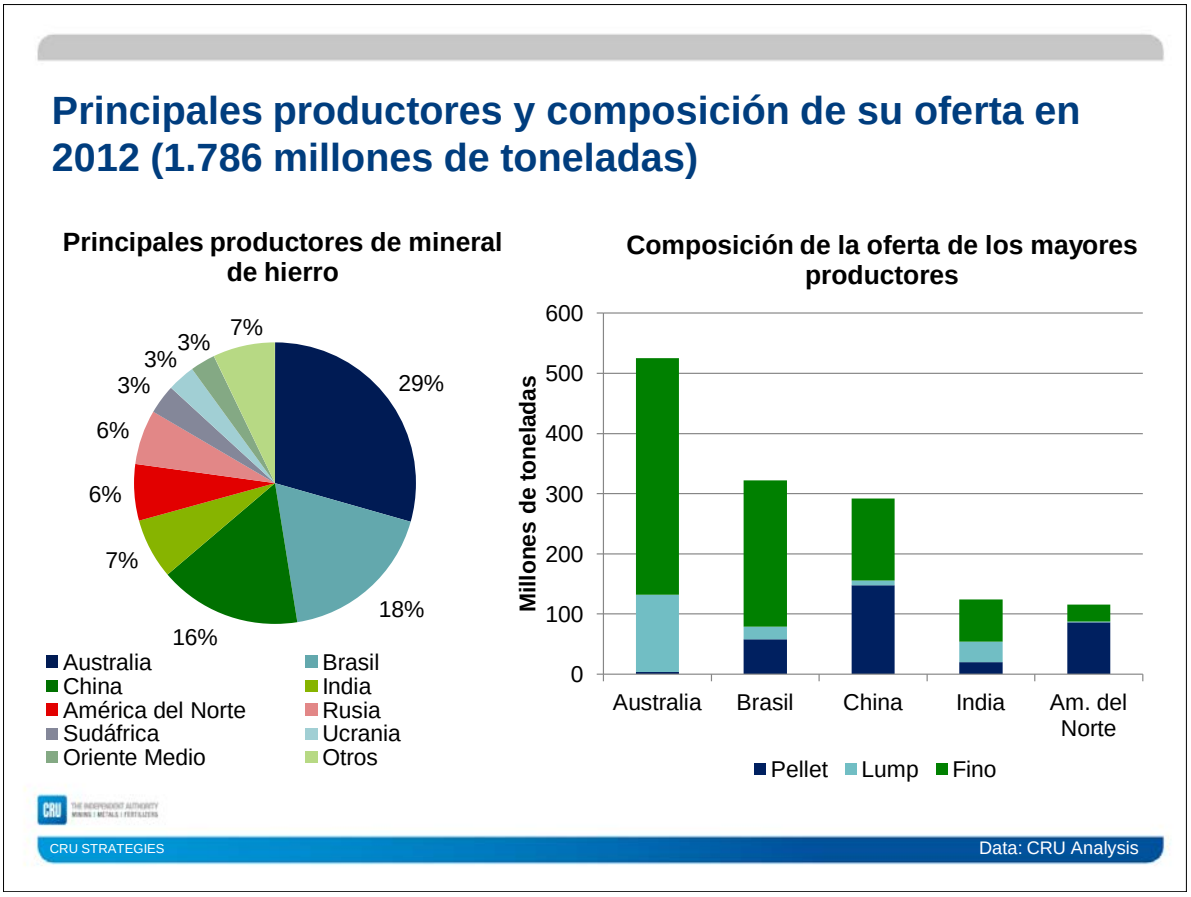
Se tienen indicios de que el hierro era utilizado por culturas tan antiguas como las de Egipto y Sumeria en el año 4000 antes de Cristo. Su uso para la construcción de armas y herramientas se dio

extensamente durante el periodo conocido como Edad de Hierro, donde ya se fundía para luego ser forjado.

A mediados del siglo XVIII, con el surgimiento de la Revolución Industrial, el acero se comienza a producir y utilizar de forma masiva como un elemento estructural. La fabricación de ferrocarriles, infraestructura ferroviaria, barcos y estructuras de puentes y edificios son algunas de las utilizaciones que surgieron en esa época. Otros usos actuales incluyen la fabricación de armamentos, camiones, automóviles, electrodomésticos y maquinaria en general entre otros, siendo el metal más utilizado tanto en cantidad como por sus múltiples aplicaciones.

Hoy en día el mayor productor de mineral de hierro es Australia con un 29% de la producción de 2012, seguido por Brasil y China con un 18% y 16% respectivamente. Otros productores relevantes son India (7%), América del Norte (6%), Rusia (6%), Sudáfrica (3%), Ucrania (3%) y el Medio Oriente (3%). Con respecto a la composición de la oferta en términos de productos de mineral de hierro, la proporción de cada producto que produce cada país dependerá de los tipos de yacimientos con los que cuente. La oferta mundial en 2012 consistió en un 60% de fino, 26% *pellet* y 13% *lump*. Los mayores productores de fino actualmente son Australia, Brasil y China, los que juntos produjeron un 72% del fino del año. El *pellet* es producido en su mayor parte por China, América del Norte, Brasil y Rusia (74% del *pellet* de 2012), mientras que los mayores oferentes de *lump* son Australia, India y Brasil (81% del total de la producción, con Australia aportando un 55%). El *lump*, al ser un producto de mejor calidad que el *pellet feed* y el fino antes de sintentizar por no necesitar procesamiento, presenta un mercado más concentrado en términos de los yacimientos de los que se puede extraer.

Figura 9.10: Principales productores y composición de su oferta en 2012



9.3.2 Geología

Si bien el hierro es uno de los elementos más abundantes en la corteza de la Tierra, es prácticamente imposible encontrarlo en forma de hierro puro. Se puede encontrar en la naturaleza en la forma de una serie de minerales, siendo los más importantes la hematita (Fe_2O_3) y la magnetita (Fe_3O_4). Prácticamente todo el mineral de hierro utilizado hoy en día se extrae de estos dos minerales.

Los depósitos de hierro son de roca sedimentaria con origen en la sedimentación química, es decir, roca formada por la acumulación de sedimentos que han precipitado desde agua de mar. En el caso de los depósitos de hierro, este proceso habría ocurrido durante la era Precámbrica en las profundidades de lo que era entonces el mar oceánico, en ausencia de oxígeno en la superficie de la Tierra. Debido a su proceso de formación, los depósitos de hierro se caracterizan por tener forma de bandas y se conocen como BIF (*Banded Iron Formation*). Un BIF típico contiene entre 25% y 35%

de hierro, existiendo formaciones enriquecidas que pueden llegar a presentar entre un 50% y 65% de hierro.

Si bien los depósitos de hierro se pueden encontrar en puntos variados del globo terráqueo, hoy en día gran parte de la producción proviene de Australia, Brasil, China, India y Rusia. En 2012 un 77% de la producción mundial de mineral de hierro provino de estos países. En términos de reservas, el mismo grupo de países abarca el 72% de las reservas conocidas, lo que equivale a 119 billones de toneladas de mineral con un contenido de alrededor de 58 billones de toneladas de hierro. Se estima que los recursos de mineral superan los 800 billones de toneladas, con un contenido de más de 230 billones de toneladas de hierro.

Tabla 9.10: Reservas mundiales de mineral de hierro (millones de toneladas)

	Mineral de hierro	Contenido de hierro	% Fe
Australia	35.000	17.000	49%
Brasil	29.000	16.000	55%
Rusia	25.000	14.000	56%
China	23.000	7.200	31%
India	7.000	4.500	64%
Estados Unidos	6.900	2.100	30%
Ucrania	6.500	2.300	35%
Canadá	6.300	2.300	37%
Venezuela	4.000	2.400	60%
Suecia	3.500	2.200	63%
Irán	2.500	1.400	56%
Kasajstan	2.500	900	36%
Mauritania	1.100	700	64%
Sudáfrica	1.000	650	65%
México	700	400	57%
Otros	12.000	6.000	50%
Total mundial	**166.000**	**80.050**	**48%**

Data: U.S. Geological Survey

9.3.3 Extracción y procesamiento

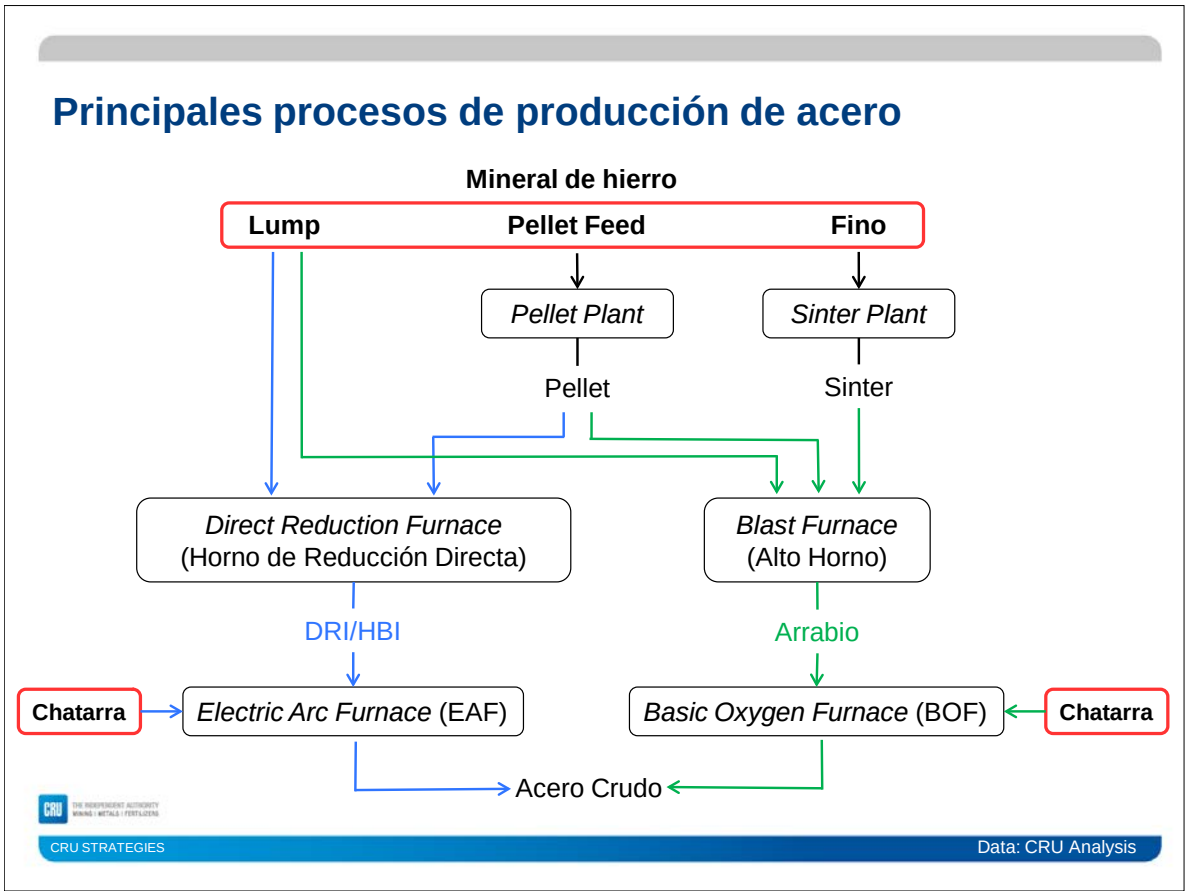
Los distintos productos de mineral de hierro pueden ser producidos de distintas maneras, dependiendo de la calidad del recurso mineral que se explote. En el caso de que se cuente con mineral de alta ley (en general por sobre un 55% Fe), éste no requiere procesamiento y puede ser chancado y vendido directamente. Una vez chancado el mineral, aquella parte con mayor

granulometría será catalogado como *lump* y el resto como fino. El fino, para poder ser cargado en el horno, debe ser aglomerado en la planta sintetizadora (*sinter plant*). Estas plantas sintetizadoras generan un producto difícil de transportar por lo generalmente que no se encuentran integradas en el proceso de la mina, sino que se instalan juntos antes del horno. En caso de que se cuente con un mineral de ley baja, éste debe ser concentrado, lo que requiere que el material sea muy fino. Por lo tanto el mineral de baja ley pasa por chancado y a veces molienda, y luego a un proceso de concentración del cual se obtiene el *pellet feed*. El *pellet feed* tiene una granulometría menor que el fino, por lo que no puede ser aglomerado en una planta sintetizadora y es sometido a un proceso distinto (*pellet plant*). En general la planta de pellet se encuentra integrada en la mina o en el terminal de exportación, ya que el *pellet* obtenido es ideal para transporte.

Una vez que los productos de mineral de hierro se encuentran listos para comenzar a ser procesados (es decir, una vez que han pasado por la Pellet Plant en el caso del *pellet feed* y por la Sinter Plant en el caso del fino), hay dos líneas básicas que pueden seguir dependiendo de sus características:

- Alto Horno y BOF
- Horno de Reducción Directa y EAF

Figura 9.11: Principales procesos de producción de acero



9.3.3.1 Rutas de procesamiento: Alto Horno y BOF

El Alto Horno es cargado con una mezcla de *lump*, *pellet* y *sinter*, donde la cantidad a utilizar de cada producto puede ser ajustada de acuerdo a las preferencias o especificaciones del Alto Horno. La mezcla es depositada sobre un manto de coque, donde es sometida a altas temperaturas y derretido. El hierro derretido se filtra a través del coque. Los productos del Alto Horno son la escoria (que corresponde a desechos) y el hierro fundido que recibe el nombre de arrabio, y que presenta una pureza de alrededor del 96%. El restante 4% está compuesto por una mezcla de carbón y otras impurezas. El arrabio es luego utilizado para producir acero en el *Basic Oxygen Furnace* o BOF.

En adición al arrabio, en general el BOF se carga con entre un 10% y 30% de chatarra. El método que se lleva a cabo en el BOF consiste en soplar oxígeno puro a través de la mezcla, el cual reacciona con el carbono y otras de las impurezas separándolas del hierro. Como resultado se obtiene un hierro con alto nivel de pureza y bajo contenido de carbono, conocido como acero crudo.

9.3.3.2 Rutas de procesamiento: Horno de Reducción Directa y EAF

En el Horno de Reducción Directa se bombea una mezcla de gases calientes desde la base del horno a medida que se deja caer el mineral de hierro. Los gases son lo suficientemente calientes como para derretir las impurezas que se encuentran en el mineral, pero no el hierro en sí. Las impurezas son quemadas y liberadas en forma de gas, mientras que el hierro libre de ellas cae al fondo del horno para ser recolectado. Debido a la naturaleza de este proceso y al hecho de que no genera ningún tipo de escoria o residuo es que se necesita un mineral con menos de 2% de impurezas para ser ingresado al Horno de Reducción Directa. El producto que se obtiene es el Hierro Directamente Reducido o *Direct Reduced Iron* (DRI), el cual puede ser alimentado directamente al EAF. En caso de que tenga que ser transportado o almacenado puede ser moldeado y enfriado en forma de briquetas, recibiendo el nombre de *Hot Briquetted Iron* (HBI).

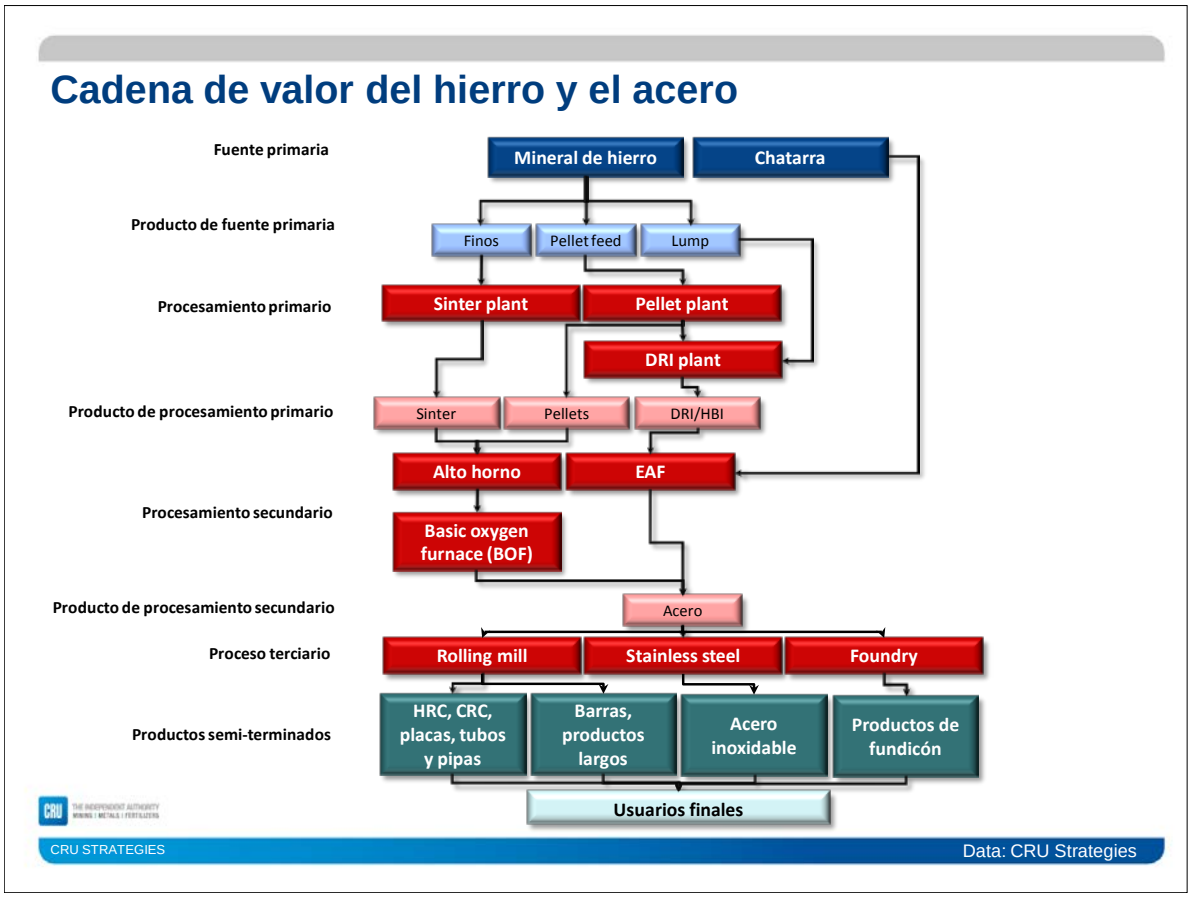
El proceso llevado a cabo en el EAF consiste en hacer pasar una corriente eléctrica a través un baño de metal para llegar a la temperatura deseada. El baño de metal consiste en una mezcla de chatarra, agentes reductores (coque), fundentes (cal) y ferroaleaciones. Opcionalmente se le puede agregar DRI y/o arrabio. Gracias a la corriente eléctrica la mezcla se calentará hasta llegar a los 3.500°C, temperatura a la cual el óxido de hierro contenido en la mezcla reacciona con el carbón y se libera de impurezas. El resultado es un acero cuya calidad varía dependiendo del material ingresado al proceso.

La mayor parte de los EAF funciona en base a chatarra solamente por lo que se suelen utilizar en regiones desarrolladas con altos índices de reciclaje. Debido al alto grado de contaminantes que puede contener, el acero obtenido se utiliza generalmente para productos de menor calidad. Si se desea obtener acero de mejor calidad se puede agregar DRI y/o arrabio en distintas magnitudes.

9.3.3.3 Cadena de valor

La cadena de valor del acero, desde la materia prima de mineral de hierro y chatarra hasta todos los tipos de productos terminados, se muestra en detalle continuación:

Figura 9.12: Cadena de valor del hierro y el acero



Debido a la gran cantidad de productos transables, semi-terminados y terminados, en conjunto con los muchos procesos y combinaciones de procesos posibles, hacen que sea extremadamente difícil rastrear el valor agregado de cada producto. Sin embargo, en general se puede decir que los márgenes del negocio no son amplios y que los beneficios se obtienen principalmente logrando economías de escala para reducir costos. De esta manera, el enfoque en general de la industria se encuentra en el volumen vendido más que en el valor agregado del producto en sí.

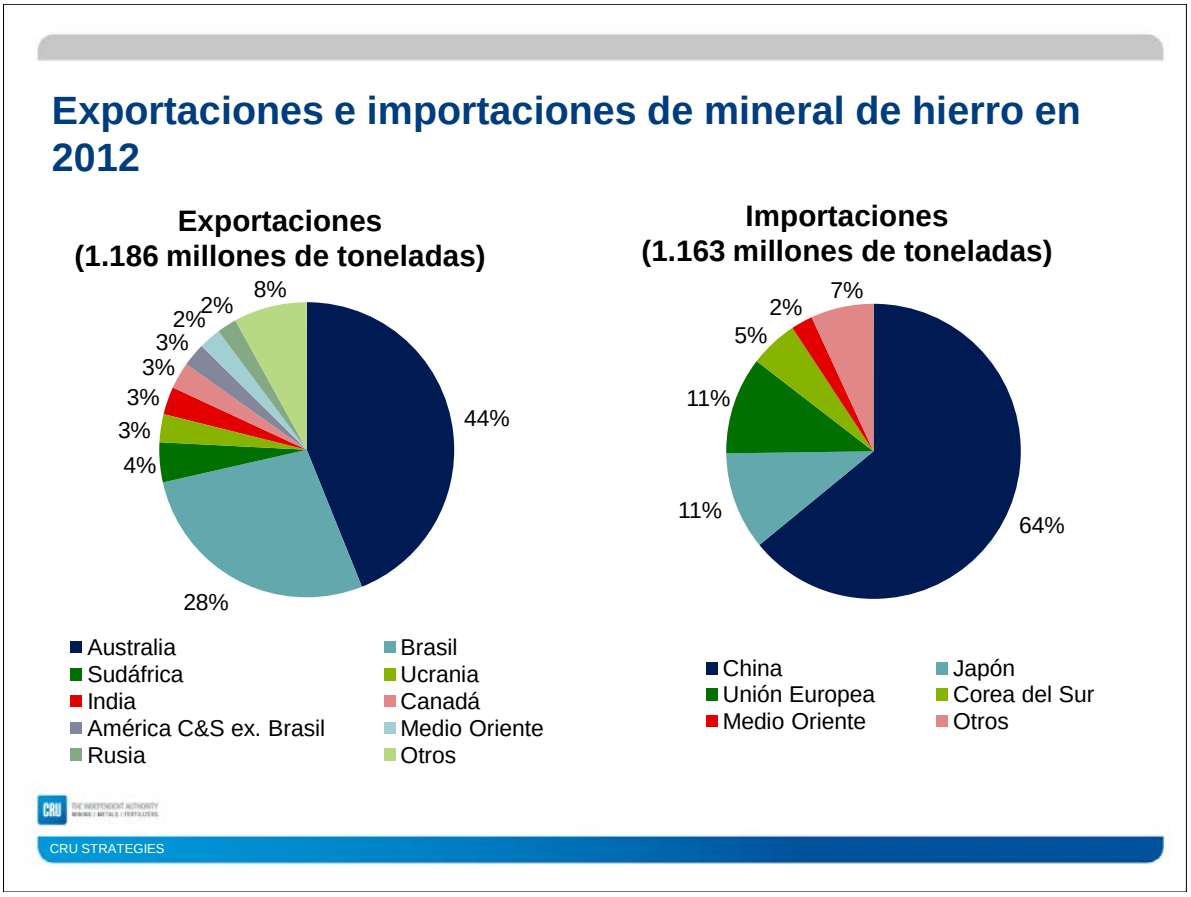
9.3.4 Comercialización (exportaciones e importaciones)

Cabe destacar que los valores de exportaciones e importaciones no coinciden. La diferencia es de carácter temporal y responde a cómo son reportadas las transacciones de comercio exterior: los exportadores declaran el material cuando es embarcado mientras que los países compradores informan las importaciones al momento de ingresar el material a su territorio. En el medio de este proceso está el tiempo de tránsito, por lo tanto siempre van a existir diferencias.

Los países productores de DRI/HBI y arrabio pueden obtener mineral de hierro desde su producción directa a través de la industria minera del país o a través de la importación. En este sentido, se espera que los grandes productores de DRI/HBI y arrabio sean también importadores de mineral de hierro en caso de no contar con suficiente producción propia como para alimentar sus procesos. Los mayores productores de DRI/HBI y arrabio, y los países con mayor demanda de mineral de hierro, son China, Japón, la Unión Europea, Rusia e India. El 64% de las importaciones mundiales de 2012 fueron de China, seguido por Japón y Europa, ambos con un 11%.

Desde el punto de vista de la producción, los mayores productores de mineral son Australia, Brasil y China. China destina su producción al consumo interno por la gran demanda que tiene, dejando a Australia y a Brasil como los mayores exportadores con un 44% y un 28% de las exportaciones de 2012. Como es de esperarse, gran parte de estas exportaciones se dirigen a China.

Figura 9.13: Exportaciones e importaciones de mineral de hierro en 2012



De las exportaciones australianas, en 2012 un 33% fueron realizadas por la empresa BHP Billiton Iron Ore, un 27% por Hamersley Iron (100% de Río Tinto), 12% por Fortescue Metals Group (FMG) y un 11% por Robe River (53% Río Tinto). En el caso de Brasil el 83% de las exportaciones fueron de Vale, y el 7% de Samarco (propiedad en partes iguales de Vale y BHP Billiton). Dado que un 72% de las exportaciones a nivel mundial provienen de Australia y Brasil, la mayor parte de la comercialización de mineral de hierro es controlada por los "Tres Grandes": Vale, Rio Tinto y BHP Billiton, con FMG como un actor relevante que ha surgido en los últimos años.

9.3.4.1 Asia

Asia reúne a los países con mayores importaciones de mineral de hierro: China, Japón, Corea del Sur y Taiwán. Sólo Taiwán, el país de los mencionados con menores importaciones, importó en 2012 la misma cantidad de mineral de hierro que todos los países de América juntos.

Históricamente China ha representado siempre más del 60% de las importaciones del continente, y desde 2007 hasta 2012 aumentó en más de un 50 % sus importaciones anuales.

Tabla 9.11: Comportamiento histórico del mercado de mineral de hierro en Asia (millones de toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**623**	**690**	**821**	**863**	**928**	**977**
China	383	444	628	618	686	744
Japón	139	140	105	134	128	131
Corea del Sur	46	50	42	56	65	66
Taiwán	16	16	12	19	21	18
Turquía	7	5	8	7	7	8
Otros	32	36	27	28	22	10

Fuente: GTIS, CRU Analysis

Los países asiáticos compran todos principalmente a Australia y Brasil. China y Japón, al tener un mayor número de importaciones, compran también en menor medida a Sudáfrica e India.

Desde 2011 en India se han ido implementando una serie de limitaciones a la exportación por parte de los gobiernos locales. La producción también se ha visto afectada por la paralización de varias operaciones por incumplimientos de normas medioambientales, lo que en algunos estados ha traído una prohibición temporal sobre la producción de mineral de hierro. Como consecuencia, en 2012 la exportación de mineral de India disminuyó drásticamente.

En el caso de China, esta baja en las exportaciones indias ha sido aprovechada casi en su totalidad por Australia, dada su ventaja geográfica para suplir al país de mineral con respecto a Brasil. En 2011 un 43% de las importaciones provino de Australia y un 11% de India, mientras que en 2012 un 47% vino de Australia y sólo un 4% de India.

Figura 9.14: Importaciones de mineral de hierro de los países más relevantes de Asia en 2012

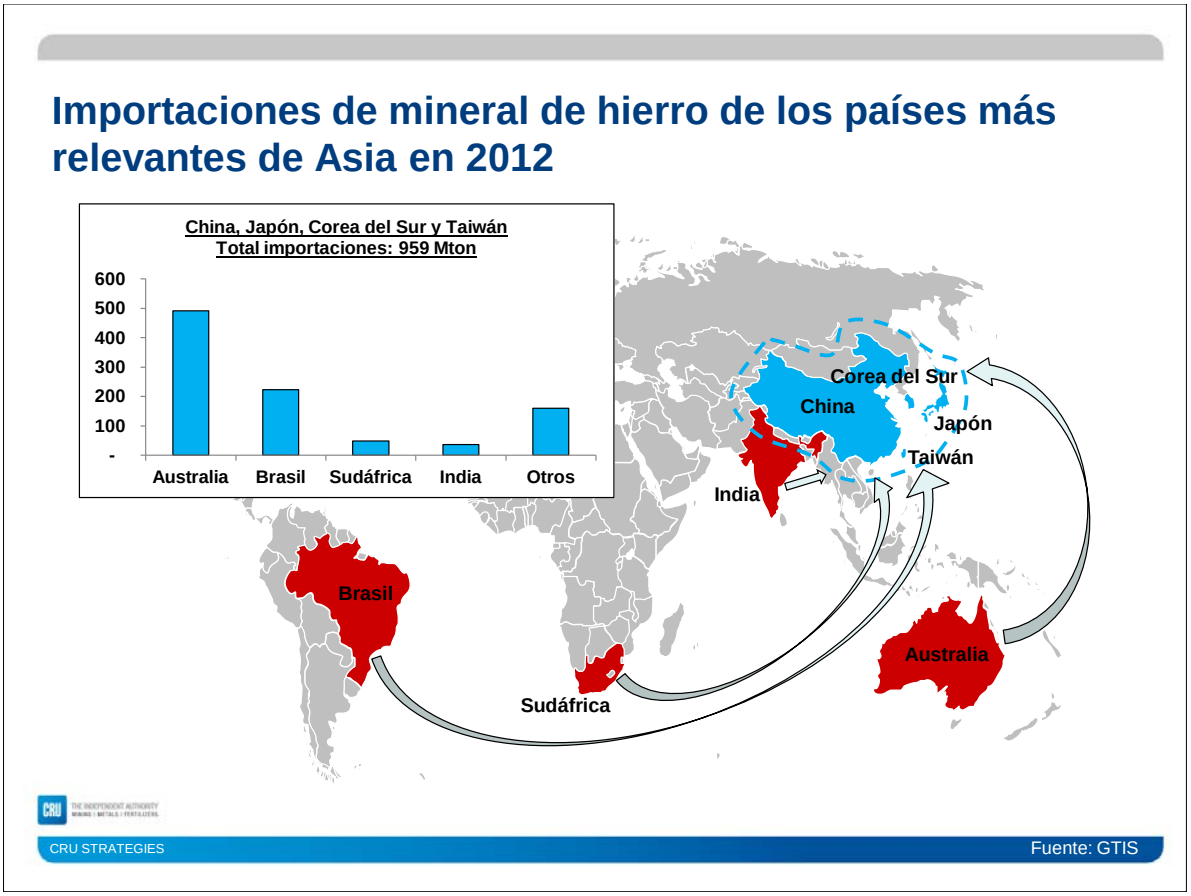


Tabla 9.12: Importaciones de mineral de hierro de China por país de origen, 2007-2012 (millones de toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**383**	**444**	**628**	**618**	**686**	**744**
Australia	146	183	262	265	297	351
Brasil	98	101	142	131	143	164
Sudáfrica	12	15	34	30	36	41
India	79	91	107	97	73	33
Canadá	6	4	9	4	12	16
Otros	42	50	73	92	125	138
Total Exportaciones	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

Fuente: GTIS, CRU Analysis

Tabla 9.13: Importaciones de mineral de hierro de Japón por país de origen, 2007-2012 (millones de toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**139**	**140**	**105**	**134**	**128**	**131**
Australia	83	82	65	80	80	81
Brasil	31	40	29	40	37	38
Sudáfrica	6	7	4	6	5	6
India	8	7	5	5	3	3
Canadá	2	1	1	1	1	1
Otros	9	3	2	2	2	3
Total Exportaciones	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

Fuente: GTIS, CRU Analysis

Tabla 9.14: Importaciones de mineral de hierro de Corea del Sur por país de origen, 2007-2012 (millones de toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**46**	**50**	**42**	**56**	**65**	**66**
Australia	31	34	27	39	44	46
Brasil	10	12	12	13	16	17
Sudáfrica	2	2	1	3	3	2
India	2	1	1	1	1	0
Canadá	0	0	0	1	0	0
Otros	0	0	0	0	0	0
Total Exportaciones	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

Fuente: GTIS, CRU Analysis

Tabla 9.15: Importaciones de mineral de hierro de Taiwán por país de origen, 2007-2012 (millones de toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**16**	**16**	**12**	**19**	**21**	**18**
Australia	10	11	9	13	13	13
Brasil	4	4	3	5	6	5
Sudáfrica	-	-	-	-	-	-
India	-	-	-	-	-	-
Canadá	1	0	0	1	1	1
Otros	0	0	0	0	0	0
Total Exportaciones	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

Fuente: GTIS, CRU Analysis

9.3.4.2 Europa

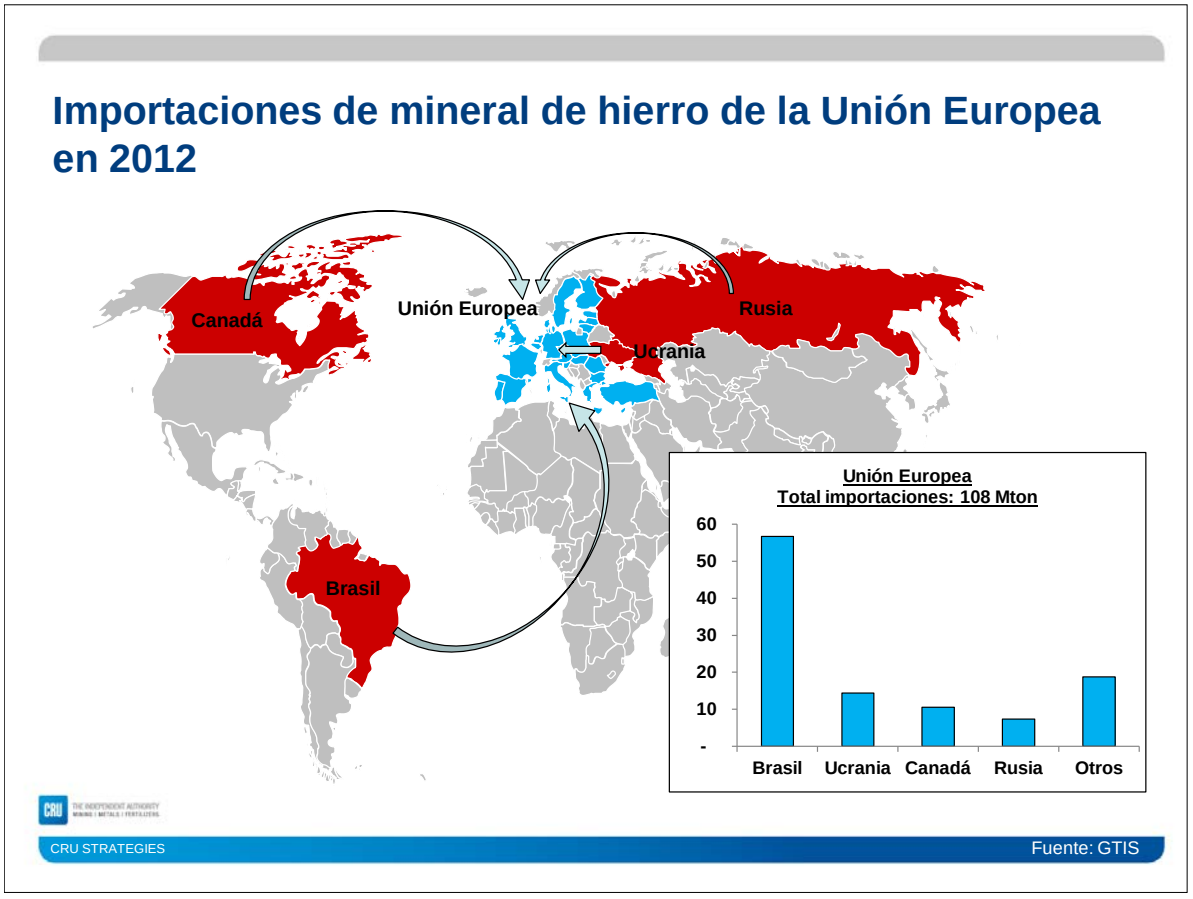
La Unión Europea es el tercer mayor importador de mineral de hierro después de China y Japón. En 2012 sus importaciones fueron de 208 millones de toneladas, un 7% menor que las 116 millones de toneladas de 2011 y un 11% menor que las 121 millones de toneladas de 2010. En general las importaciones de la Unión Europea han seguido una tendencia a la baja.

Tabla 9.16: Comportamiento histórico del mercado de mineral de hierro en la Unión Europea (millones de toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**149**	**150**	**80**	**121**	**116**	**108**
Holanda	30	36	20	32	31	27
Francia	20	18	10	15	13	14
Alemania	17	16	10	14	15	14
Italia	17	16	8	13	15	13
Otros	66	64	32	46	42	40

Fuente: GTIS, CRU Analysis

Figura 9.15: Importaciones de mineral de hierro de la Unión Europea en 2012



La mayor parte de mineral importado por la Unión Europea proviene de Brasil, seguido en menor medida por Ucrania, Canadá y Rusia. La gran producción de mineral de Brasil le permite a este país

generar economías de escala y tener un costo por tonelada bajo. Esto le permite exportar a regiones más lejanas a pesar del costo de transporte relativamente alto que esto trae consigo. En el caso de Ucrania y Rusia es su cercanía a la Unión Europea, y el menor costo de transporte, lo que les permite exportar su producción.

Tabla 9.17: Importaciones de mineral de hierro de la Unión Europea por país de origen, 2007-2012 (millones de toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**149**	**150**	**80**	**121**	**116**	**108**
Brasil	76	81	40	61	62	57
Ucrania	11	11	9	15	15	14
Canadá	12	14	13	16	11	11
Rusia	13	11	7	9	8	7
Sudáfrica	8	7	3	6	5	6
Otros	29	26	8	14	15	13
Total Exportaciones	**5**	**4**	**5**	**6**	**6**	**4**

Fuente: GTIS, CRU Analysis

9.3.4.3 Las Américas y el Caribe

Las Américas importan una cantidad muy pequeña de mineral de hierro en comparación con Asia y Europa. En 2012 el total importado llegó a un total de 18 millones de toneladas, muy por debajo de los 108 millones de la Unión Europea y los 959 millones de Asia.

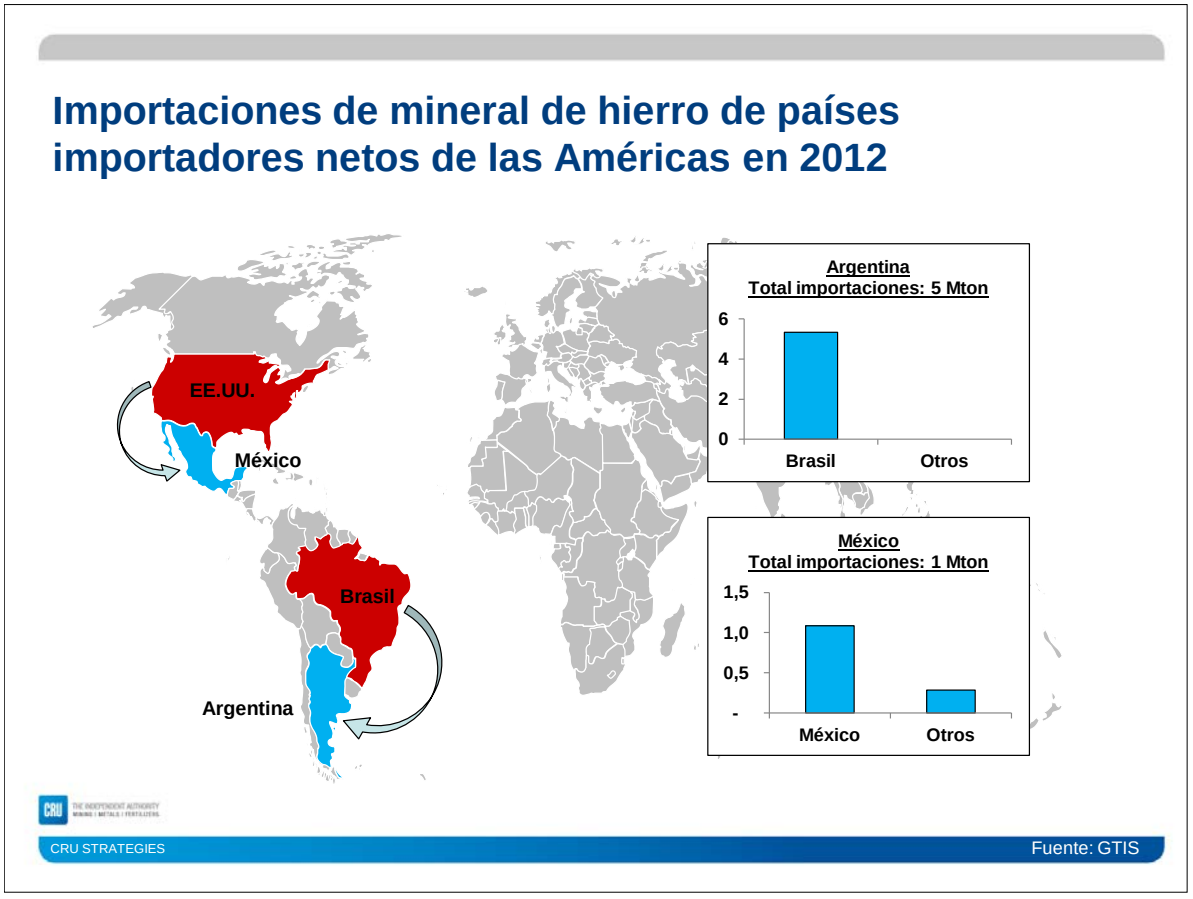
Tabla 9.18: Comportamiento histórico del mercado de mineral de hierro en las Américas (millones de toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Importaciones	**30**	**33**	**13**	**23**	**21**	**18**
Canadá	7	9	3	8	7	6
Argentina	6	7	3	6	7	5
EEUU	9	9	4	6	5	5
México	3	4	1	1	1	1
Otros	5	4	1	1	0	0

Fuente: GTIS, CRU Analysis

Argentina y México son los únicos importadores netos importantes de América, mientras que Canadá y Estados Unidos son exportadores. Argentina importa prácticamente sólo de Brasil, y México sólo de Estados Unidos.

Figura 9.16: Importaciones de mineral de hierro de países importadores netos de las Américas en 2012



9.3.5 Evolución histórica de la oferta

En el periodo entre 2005 y 2012 la producción mundial de mineral de hierro ha visto un aumento del 4,7% anual, pasando de una producción total de 1.297 a 1.786 millones de toneladas anuales. Gran parte de este aumento de 489 millones de toneladas fue gracias al importante crecimiento de producción de 254 millones de toneladas de Australia (54% del crecimiento mundial). Otros países que contribuyeron de forma importante son Brasil y China, con el Medio Oriente (principalmente Irán) y Sudáfrica aportando en menor medida.

El principal país productor de mineral de hierro es Australia, con un 29% de la producción mundial de 2012 equivalente a 525 millones de toneladas. En 2005 Australia contaba con un 20% del mercado, con producciones mucho más cercanas a la de Brasil y China (segundo y tercer país productor). El fuerte crecimiento que mostró la producción australiana se debe en parte a la puesta en marcha de las operaciones de Fortescue Metals Group (FMG) en 2008, inexistentes en 2005 y

que en 2012 ya habían posicionado a FMG como el tercer productor del país luego de BHP Billiton Iron Ore y Hamersley Iron (100% operada por Río Tinto). BHP Billiton y Hamersley Iron disminuyeron considerablemente su participación dentro del mercado australiano debido al ingreso de FMG. El resto del mercado australiano está compuesto por una serie de empresas *junior*, entre las que se encuentran Atlas Iron, Arrium, Mineral Resources, Cliffs, Mount Gibson y BC Iron.

El segundo país productor de mineral de hierro es Brasil, con un 18% de la producción mundial de 2012 equivalente a 322 millones de toneladas. En 2005 Brasil produjo 250 millones de toneladas de mineral, mostrando un aumento anual del 3,7% en el periodo establecido. En 2012 se mostró una caída del 4,6% en la producción en comparación al año anterior, debido en parte a las fuertes lluvias que afectaron al país a principios de ese año. Las complicaciones climáticas tuvieron un efecto limitante en la producción y en la actividad logística de las empresas brasileras, que mostraron una lenta recuperación a medida que avanzó al año. Más del 90% de la producción de mineral de hierro de Brasil proviene de las operaciones de la empresa Vale. Esta posición estratégica en Brasil convierte a Vale en la primera productora de mineral de hierro a nivel mundial, seguida por Rio Tinto, BHP Billiton y FMG (todas fuertemente posicionadas en Australia, como se mencionó previamente).

El tercer país productor de mineral de hierro es China, país que ha mostrado un crecimiento del 3,1% anual en su producción desde 2005 y que en 2012 representó un 16% de la producción mundial con 292 millones de toneladas. El crecimiento del país ha sido inestable, con años de grandes aumentos y otros de fuertes disminuciones. En 2012 específicamente, la producción alcanzada fue un 8,5% menor a la del año anterior. Esta baja se dio principalmente a fines de año y fue el resultado de los bajos precios del mineral de hierro en combinación con el clima extremadamente frío que se dio en las zonas productoras. A diferencia de Australia y Brasil, China es un importador neto de mineral de hierro.

India, el cuarto mayor productor de mineral de hierro, venía mostrando un crecimiento sostenido en su producción desde 2005 hasta 2009. En los años siguientes fue disminuyendo su producción a tasas cada vez mayores, mostrando en 2012 un impactante disminución del 28% en comparación con el año anterior. Esta marcada baja se debe a que durante los últimos años se llevaron a cabo acciones legislativas que dificultaron la producción y sobre todo la exportación de mineral de hierro, debido a problemas medioambientales y de salud de la población. En septiembre de 2012 se cancelaron los permisos para operar de todas las minas en el estado de Goa, el principal exportador

de mineral de hierro de India. Gran parte de las exportaciones de India van a China por lo que la baja en la producción de 2012 abrió una oportunidad para otros exportadores, especialmente Australia por su cercanía al continente asiático.

Figura 9.17: Oferta histórica de mineral de hierro, 2005-2012

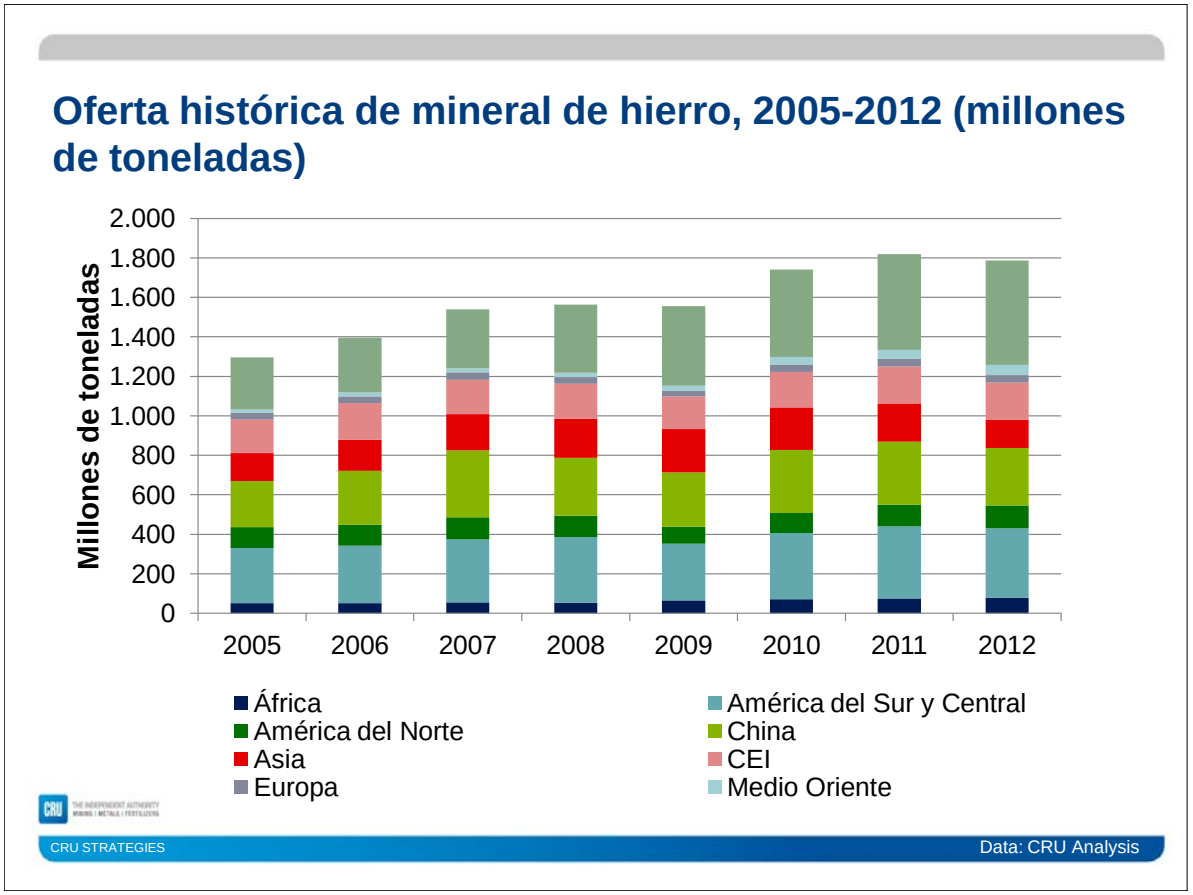


Tabla 9.19: Oferta histórica de mineral de hierro, 2005-2012 (millones de toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
Australia	262	275	297	344	401	441	485	525	10,5%
Brasil	250	264	292	305	268	313	338	322	3,7%
China	235	273	340	293	276	320	319	292	3,1%
India	137	150	172	187	203	197	172	124	-1,4%
América del Norte	104	107	111	108	85	103	110	115	1,5%
Rusia	98	108	93	106	100	107	111	112	1,9%
Sudáfrica	36	37	40	41	53	57	61	60	7,5%
Ucrania	54	57	61	54	48	52	55	57	0,7%
Medio Oriente	18	20	21	22	26	38	45	51	16,2%
Europa	35	34	38	35	29	38	38	39	1,7%
América C&S ex. Brasil	31	27	28	27	20	22	26	29	-1,0%
Total mundial	**1.297**	**1.395**	**1.539**	**1.564**	**1.555**	**1.740**	**1.819**	**1.786**	**4,7%**
% cambio anual		*7,6%*	*10,3%*	*1,6%*	*-0,6%*	*11,9%*	*4,5%*	*-1,8%*	
...de los cuales									
Lump	*200*	*201*	*210*	*221*	*228*	*236*	*237*	*240*	2,6%
Pellet	*336*	*361*	*396*	*390*	*346*	*425*	*449*	*470*	4,9%
Fino	*761*	*833*	*934*	*952*	*981*	*1.079*	*1.134*	*1.076*	5,1%

Data: CRU Analysis

9.3.5.1 Asia

Dentro de Asia, China e India son los actores más relevantes desde el punto de vista de la producción de mineral de hierro. Entre los dos lograron una producción de 416 millones de toneladas en 2012, equivalente al 23% de la producción mundial y al 96% de la producción del continente. A pesar de la disminución de producción que ha mostrado India desde 2005, el crecimiento por parte de China ha sido suficiente como para que el continente presente un crecimiento positivo.

En 2005 la producción de mineral de hierro en Asia estaba compuesta por un 15% *lump*, 19% *pellet* y 66% fino. En 2012, 10% de la producción fue de *lump*, 39% *pellet* y 51% *fino*. La producción de *pellet* es la única que ha aumentado en el tiempo, quitándole protagonismo al *lump* y al fino que han ido disminuyendo a distintas tasas.

Tabla 9.20: Oferta histórica de mineral de hierro en Asia, 2005-2012 (millones de toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
China	235	273	340	293	276	320	319	292	3,1%
India	137	150	172	187	203	197	172	124	-1,4%
Indonesia	1	2	5	7	6	9	12	10	43,0%
Malasia	0	0	1	0	2	2	2	2	38,5%
Japón	2	2	1	0	3	2	1	2	-2,7%
Otros	2	2	4	5	5	7	8	4	14,1%
Total Asia	**377**	**429**	**523**	**492**	**494**	**535**	**513**	**434**	**2,0%**
% cambio anual		*13,9%*	*21,9%*	*-6,0%*	*0,5%*	*8,2%*	*-4,1%*	*-15,5%*	
...de los cuales									
Lump	*56*	*66*	*58*	*60*	*63*	*61*	*48*	*44*	-3,4%
Pellet	*72*	*87*	*108*	*121*	*136*	*152*	*159*	*169*	13,0%
Fino	*248*	*276*	*358*	*312*	*296*	*322*	*306*	*220*	-1,7%

Data: CRU Analysis

9.3.5.2 Europa

Dentro del continente europeo y considerando los países de la CEI, la producción de mineral de hierro llegó a ser de 228 millones de toneladas (a modo de comparación, 64 millones de toneladas menos que el tercer país productor, China). Rusia es el primer productor de la región seguido por Ucrania. Rusia tiene una producción similar a la de toda América del Norte, con 112 millones de toneladas producidas en 2012 (6% de la producción mundial del año). Entre 2005 y 2012 el país tuvo un aumento de casi un 2% anual en su producción de mineral. Ucrania, por su parte, produjo 57 millones de toneladas en 2012 y ha mostrado un leve crecimiento del 0,7% anual desde 2005. Otro país importante de la región, y el único productor relevante de la zona occidental de Europa, es Suecia. Con 26 millones de toneladas producidas en 2012, este país ha mostrado un crecimiento del 2% anual desde 2005. A nivel mundial, sin embargo, la producción de Suecia no alcanza a ser significativa.

En los países de la CEI la producción de mineral de hierro está compuesta por *pellet* y fino en proporciones parecidas (46% y 53% respectivamente en 2012), mientras que en el resto de Europa el *pellet* tiene más protagonismo que el fino (72% y 26% respectivamente en 2012). En ambos casos la producción de *lump* es poco importante y se ha visto una tendencia al aumento del *pellet* por sobre el fino.

Tabla 9.21: Oferta histórica de mineral de hierro en Europa, 2005-2012 (millones de toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
Rusia	98	108	93	106	100	107	111	112	1,9%
Ucrania	54	57	61	54	48	52	55	57	0,7%
Otros CEI	16	20	19	17	18	20	20	20	2,9%
Total CEI	**168**	**186**	**173**	**176**	**166**	**179**	**186**	**188**	**1,6%**
% cambio anual		*10,4%*	*-7,0%*	*1,9%*	*-6,0%*	*8,1%*	*4,1%*	*1,0%*	
...de los cuales									
Lump	*1*	*1*	*1*	*1*	*1*	*1*	*1*	*1*	-1,5%
Pellet	*71*	*81*	*83*	*68*	*64*	*70*	*77*	*87*	3,0%
Fino	*96*	*103*	*88*	*107*	*101*	*108*	*108*	*100*	0,6%
Austria	2	2	2	2	1	1	1	1	-5,3%
Países Bajos	4	3	5	4	3	4	4	4	2,5%
Suecia	23	24	25	23	19	26	26	26	2,0%
Turquía	5	4	5	5	4	5	5	5	2,2%
Otros países europeos	2	2	2	1	1	1	2	2	0,3%
Total Europa	**35**	**34**	**38**	**35**	**29**	**38**	**38**	**39**	**1,7%**
% cambio anual		*-1,9%*	*10,4%*	*-8,3%*	*-15,7%*	*29,2%*	*1,5%*	*2,2%*	
...de los cuales									
Lump	*1*	*0*	*0*	*0*	*1*	*1*	*1*	*1*	-0,8%
Pellet	*20*	*20*	*24*	*24*	*20*	*27*	*27*	*28*	4,9%
Fino	*14*	*14*	*14*	*11*	*9*	*10*	*10*	*10*	-4,3%

Data: CRU Analysis

9.3.5.3 Las Américas y el Caribe

En 2012 América Central y del Sur produjo un total de 351 millones de toneladas. De estos 351 millones, 322 fueron producidos en Brasil, el segundo productor del mundo después de Australia. La diferencia de 29 millones de toneladas fue producida en su mayoría por Venezuela, con un menor aporte de Chile y Perú. Desde 2005 la producción en la región ha aumentado a una tasa del 3,3% anual, tasa levemente menor a la tasa de crecimiento de Brasil.

La producción de América del Norte en 2012 alcanzó los 115 millones de toneladas, con Estados Unidos, Canadá y México aportando en 50, 40 y 26 millones de toneladas respectivamente. Desde 2005 Estados Unidos ha disminuido su producción anual en 11 millones de toneladas, mientras que Canadá la ha aumentado en el mismo monto. México, por su parte, ha aumentado levemente su producción anual desde 2005 en 3 millones de toneladas.

En términos de los productos extraídos, en América del Norte un 75% fue *pellet*, 24% fino y tan sólo un 1% *lump* en 2012. Desde 2005 la producción de *pellet* ha ido disminuyendo y la de fino aumentando, mientras el *lump* se ha mantenido estable. En América Central y del Sur la producción de fino supera a la de *pellet*, con un 74% y 19% cada una. Desde 2005 la producción de *pellet* ha ido disminuyendo y la de fino aumentando. Con respecto al *lump*, en 2012 fue un 7% de la producción total y desde 2005 ha ido disminuyendo.

Tabla 9.22: Oferta histórica de hierro en las Américas, 2005-2012 (millones de toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
Canadá	29	33	34	32	35	36	38	40	4,5%
México	23	23	24	25	22	24	25	26	1,6%
Estados Unidos	52	51	53	51	28	42	47	50	-0,6%
Total América del Norte	104	107	111	108	85	103	110	115	**1,5%**
% cambio anual		*3%*	*4%*	*-3%*	*-21%*	*21%*	*8%*	*4%*	
...de los cuales									
Lump	*1*	*1*	*1*	*1*	*1*	*1*	*1*	*1*	9,9%
Pellet	*88*	*91*	*92*	*91*	*63*	*81*	*82*	*86*	-0,3%
Fino	*15*	*16*	*19*	*16*	*21*	*21*	*28*	*28*	9,0%
Brasil	250	264	292	305	268	313	338	322	3,7%
Venezuela	19	16	16	16	12	11	14	15	-3,6%
Chile	6	5	6	5	4	6	6	7	1,8%
Perú	5	6	6	6	4	5	6	6	3,8%
Otros países de Am. C&S	1	1	1	0	0	0	0	0	-3,3%
Total América C&S	280	291	320	332	288	335	364	351	**3,2%**
% cambio anual		*4%*	*10%*	*4%*	*-13%*	*17%*	*9%*	*-4%*	
...de los cuales									
Lump	*42*	*36*	*44*	*40*	*25*	*27*	*29*	*25*	-7,2%
Pellet	*69*	*65*	*72*	*69*	*44*	*70*	*74*	*66*	-0,6%
Fino	*169*	*190*	*204*	*222*	*218*	*238*	*261*	*260*	6,3%

Data: CRU Analysis

9.3.6 Evolución pronosticada de la oferta en el corto plazo

Para pronosticar la oferta futura de mineral de hierro, CRU cuenta con una extensa base de datos tanto de las operaciones existentes como de los proyectos futuros. Cada uno de dichos proyectos es catalogado según su nivel de avance en una de las siguientes categorías:

- **Especulativos:** el proyecto está en etapa de exploración, con los fondos necesarios par a llevar a cabo un programa de sondeo especulativo que busca conocer los recursos geológicos con los que se espera trabajar.
- **Posibles:** se están evaluando una serie de escenarios en términos de escala, tiempo, infraestructura, tecnología, etc. Se cuenta con el financiamiento necesario para llevar a cabo mayor exploración, pruebas metalúrgicas y para terminar el estudio de pre-factibilidad.
- **Probables:** estudio de factibilidad final (con ingeniería de detalle), Evaluación de Impacto Ambiental y otros permisos en proceso. Se cuenta con suficiente financiamiento como para terminar el estudio de factibilidad.
- **Firmes:** el proyecto ya se encuentra en construcción, con todos los permisos gubernamentales y de cualquier otro tipo al día. Desde el punto de vista financiero, se cuenta con los fondos necesarios para completar la construcción y con el capital de trabajo suficiente como para mantener la operación hasta que comience la producción.

Los proyectos posibles, probables y firmes componen la producción potencial, dejándose de lado los proyectos especulativos por el alto grado de incertidumbre (tanto geológica como económica) que los rodea. Al mismo tiempo se ajusta la producción por un factor que refleja las posibles demoras por imprevistos como huelgas, condiciones climáticas, problemas tecnológicos o en temas de licencias y permisos, entre otras eventualidades.

Basándonos en una base de datos de 312 proyectos futuros y considerando su nivel de avance, año de entrada y capacidad de producción, así como las expansiones de proyectos actualmente en operación, CRU considera que 2013 y 2014 serán los años en los que se verá el mayor aumento de la producción mundial. Al igual que en los últimos años, Australia será el principal impulsor del crecimiento en la producción de mineral de hierro. Se espera que Rio Tinto, BHP Billiton y FMG agreguen en conjunto 54 millones de toneladas en 2013 y 58 millones de toneladas en 2014 como parte de sus planes de expansión. Esto considera los posibles retrasos y cancelaciones a los que están sujetas estas nuevas expansiones. Como dato, sólo un 30% de las expansiones esperadas para el período 2008-2010 efectivamente entraron en producción en el tiempo establecido. Por el lado de Brasil, no se espera que existan expansiones o proyectos que aumenten significativamente la producción hasta finales del periodo, donde entraría en producción el proyecto de Vale S11D que funcionando a su total capacidad debería lograr una producción de 90 millones de toneladas anuales.

En el caso de China, la estructura de costos de la industria en el país posiciona a sus minas en el grupo de las menos competitivas de la industria, por lo que se espera que estas minas marginales vayan cerrando a medida que aparecen en el mercado proyectos con menores costos. Por lo tanto, la producción china iría disminuyendo en términos de volumen extraído anualmente. La producción de mineral en India debería mostrar una disminución en 2013, sin embargo se espera en los años siguientes se levanten algunas de las restricciones actuales.

Desde el punto de vista global, la producción de mineral de hierro debería continuar su crecimiento durante los próximos años, sin riesgo de escasez en el futuro cercano. Los tres productos de mineral de hierro aumentarán su producción entre 2012 y 2017. El *pellet* será el con mayor crecimiento, principalmente por aumentos en su producción desde China, India y Brasil. El fino continuará siendo el producto con mayor porcentaje de mercado, con Australia y Brasil como los mayores productores. La producción de *lump* crecerá a un ritmo menor que el *pellet* y el fino, con India y Australia como los principales productores mientras en Brasil y Sudáfrica se espera una disminución de proyectos con *lump* de calidad.

Figura 9.18: Oferta pronosticada de mineral de hierro, 2005-2017

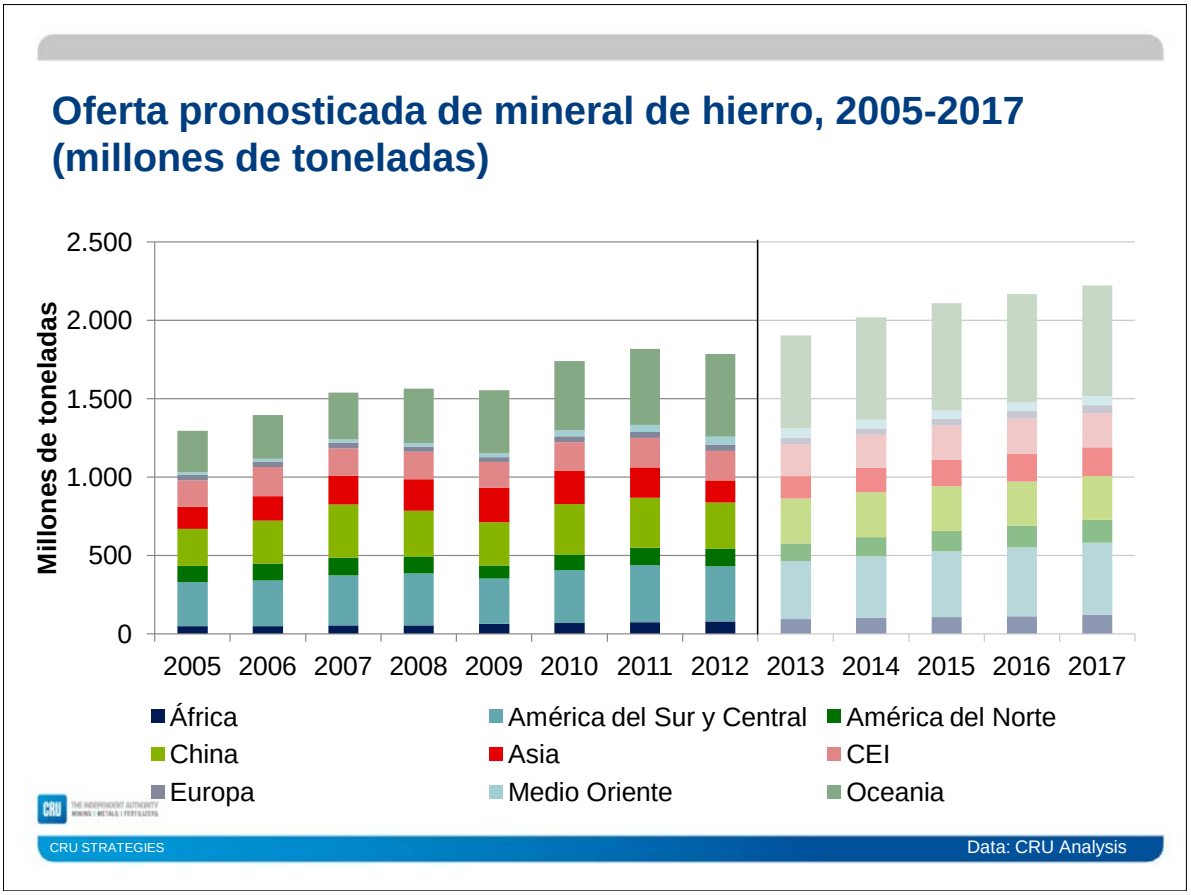


Tabla 9.23: Oferta pronosticada de mineral de hierro, 2012-2017 (millones de toneladas)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
Australia	525	591	651	681	689	703	6,0%
Brasil	322	336	356	380	399	419	5,4%
China	292	288	287	283	281	278	-0,9%
India	124	122	134	145	151	158	5,0%
América del Norte	115	112	123	131	139	145	4,7%
Rusia	112	104	109	115	118	115	0,5%
Sudáfrica	60	67	66	71	72	75	4,4%
Ucrania	57	79	81	83	85	82	7,5%
Medio Oriente	51	59	56	54	55	58	2,4%
Europa	39	40	42	43	46	51	5,5%
América C&S ex. Brasil	29	33	36	39	41	42	8,0%
Total mundial	**1.786**	**1.904**	**2.020**	**2.110**	**2.167**	**2.222**	**4,5%**
% cambio anual	*-1,8%*	*6,6%*	*6,1%*	*4,5%*	*2,7%*	*2,5%*	
...de los cuales							
Lump	*240*	*239*	*249*	*256*	*257*	*259*	1,5%
Pellet	*470*	*492*	*531*	*566*	*592*	*619*	5,6%
Fino	*1.076*	*1.172*	*1.240*	*1.288*	*1.318*	*1.344*	4,6%

Data: CRU Analysis

9.3.6.1 Asia

Las minas de hierro chinas han visto un aumento en sus costos de producción debido a la disminución de sus leyes promedio y a los crecientes costos de la mano de obra y combustibles. Esta tendencia se seguirá mostrando en años venideros. Sin embargo, aquellas minas operadas por el estado cuentan con una serie de beneficios en términos de financiamiento, por lo que han logrado manejar este aumento de costos de forma eficiente. Se espera que las la producción de mineral de hierro vaya disminuyendo por el cierre de pequeñas mineras privadas que no logren generar economías de escala y que no cuenten con beneficios por parte del Estado. Así, se estima que la producción china irá disminuyendo lentamente a un ritmo de entre el 0,6 y el 1,1% anual, para alcanzar en 2017 una producción 14 millones de toneladas menor a la de 2012.

En el caso de India, desde 2011 se han estado implementando una serie de medidas para controlar la exportación y la producción de mineral de hierro, medias que varían según el estado. Para 2013 se espera que se empiecen a levantar estas prohibiciones. Algunas de las minas clausuradas deberían volver a funcionar, al mismo tiempo que algunas de las prohibiciones actuales deberían flexibilizarse (por ejemplo, que se establezca un máximo de exportaciones en vez de prohibirlas

completamente). Se espera que la producción futura de India cuente con limitantes en cuanto a producción y/o exportaciones, aunque la naturaleza de estas no se conozca por ahora. Tomando esto en consideración, CRU espera que a partir de 2014 India vaya aumentando lentamente su producción de mineral de hierro hasta llegar a los 158 millones de toneladas en 2017, número que estaría lejos de su producción máximo de 202 millones de toneladas en 2009.

Asia en su totalidad presentaría una producción de 462 millones de toneladas en 2017, 28 millones mayor a la de 2012. En cuanto a la composición de esta producción, se espera que continúe la tendencia vista los años anteriores y que la producción de *pellet* aumente. El fino y el *lump* deberían disminuir en el tiempo, aunque a tasas que permiten que para 2017 la producción se fino siga siendo mayor a la de *pellet*.

Tabla 9.24: Oferta pronosticada de mineral de hierro en Asia, 2012-2017 (millones de toneladas)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
China	292	288	287	283	281	278	-0,9%
India	124	122	134	145	151	158	5,0%
Indonesia	10	11	11	11	12	12	3,6%
Malasia	2	4	4	4	5	5	16,0%
Japón	2	2	2	3	3	3	14,5%
Otros	4	5	5	5	5	5	6,6%
Total Asia	**434**	**431**	**443**	**451**	**457**	**462**	**1,3%**
% cambio anual	*-15,5%*	*-0,5%*	*2,6%*	*1,9%*	*1,3%*	*1,0%*	
...de los cuales							
Lump	*44*	*41*	*44*	*45*	*44*	*43*	-0,4%
Pellet	*169*	*184*	*205*	*222*	*235*	*248*	7,9%
Fino	*220*	*207*	*193*	*184*	*177*	*171*	-5,0%

Data: CRU Analysis

9.3.6.2 Europa

Dentro del continente europeo, Rusia, Ucrania y Suecia seguirán siendo los mayores productores de mineral de hierro en ese orden, con Ucrania produciendo más del doble de tonelaje que Suecia y acercándose rápidamente a Rusia.

En Rusia se espera un leve aumento de 3 millones de toneladas en la producción de 2017 con respecto a la de 2012, principalmente impulsado por la demanda interna de mineral de hierro y por la mejora gradual de la demanda de Europa (comprador histórico del mineral de hierro ruso).

Ucrania por otro lado presentará un aumento considerable en su producción, con una cantidad considerablemente mayor de proyectos que Rusia.

El fino seguirá siendo el principal producto extraído de la CEI, creciendo a tasas mayores que el *pellet*. En el resto de Europa el *lump* aumentará aunque manteniéndose muy por debajo de la producción de *pellet* y fino.

Tabla 9.25: Oferta pronosticada de mineral de hierro en Europa, 2012-2017 (millones de toneladas)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
Rusia	112	104	109	115	118	115	0,5%
Ucrania	57	79	81	83	85	82	7,5%
Otros CEI	20	20	21	21	22	21	1,6%
Total CEI	**188**	**203**	**211**	**220**	**225**	**218**	**2,9%**
% cambio anual	*1,0%*	*7,8%*	*3,8%*	*4,4%*	*2,5%*	*-3,5%*	
...de los cuales							
Lump	*1*	*1*	*1*	*1*	*1*	*1*	-1,3%
Pellet	*87*	*83*	*83*	*87*	*89*	*90*	0,8%
Fino	*100*	*119*	*126*	*132*	*135*	*126*	4,7%
Austria	1	1	1	1	1	2	2,0%
Países Bajos	4	4	4	4	5	5	1,0%
Suecia	26	28	29	30	33	38	7,6%
Turquía	5	6	6	6	6	6	1,0%
Otros países europeos	2	1	2	2	2	2	-2,0%
Total Europa	**39**	**40**	**42**	**43**	**46**	**51**	**5,5%**
% cambio anual	*2,2%*	*3,1%*	*2,9%*	*4,3%*	*6,3%*	*11,1%*	
...de los cuales							
Lump	*1*	*1*	*1*	*2*	*2*	*2*	22,7%
Pellet	*28*	*30*	*30*	*31*	*34*	*36*	5,0%
Fino	*10*	*10*	*10*	*10*	*10*	*13*	4,9%

Data: CRU Analysis

9.3.6.3 Las Américas y el Caribe

Por parte de Brasil, es segundo mayor productor de mineral de hierro, no se esperan grandes aumentos de producción hasta más adelante en el periodo establecido. Para 2013 se espera volver a los niveles de producción de 2011, si ningún aumento de capacidad o proyecto nuevo que genere

crecimiento. Entre 2014 y 2017 sí se pronostica un incremento de 84 millones de toneladas con respecto a 2013, con expansiones por parte de Vale y otros productores importantes. Si bien los demás productores de América Central y del Sur presentarán crecimientos en el periodo 2012-2017, las magnitudes producidas no son significativas en comparación con las de Brasil.

Por parte de América del Norte se espera que la producción total de la región aumente de 115 millones a 145 millones de toneladas anuales entre 2012 y 2017. La mayor parte de esta producción provendría de Canadá, gracias a expansiones de operaciones actuales e inversiones de empresas junior. Este país tiene una serie de proyectos catalogados por CRU como especulativos, por lo que su aporte a la producción no es considerado en el corto plazo. Sin embargo sí podrían serlo en el largo plazo, sobre todo si se invierte en eliminar limitantes como la poca infraestructura marítima disponible para exportaciones masivas de mineral. Estados Unidos presentaría un crecimiento bastante más moderado que el de Canadá, mientras que México disminuiría su producción.

En términos de la composición de la oferta de cada región, América Central y del Sur seguirá produciendo principalmente fino aunque este producto será el con menor crecimiento en la periodo. América del Norte se mantendrá produciendo principalmente *pellet*, con una producción de *lump* casi inexistente y con el fino creciendo a mayores tasas que los demás productos.

Tabla 9.26: Oferta pronosticada de hierro en las Américas, 2012-2017 (millones de toneladas)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
Canadá	40	42	47	53	57	61	8,9%
México	26	21	22	22	22	23	-2,4%
Estados Unidos	50	49	54	57	59	61	4,2%
Total América del Norte	**115**	**112**	**123**	**131**	**139**	**145**	**4,7%**
% cambio anual	*0*	*-3%*	*9%*	*7%*	*6%*	*5%*	
...de los cuales							
Lump	*1*	*1*	*2*	*2*	*2*	*2*	6,6%
Pellet	*86*	*88*	*94*	*98*	*101*	*104*	3,9%
Fino	*28*	*23*	*28*	*31*	*36*	*39*	7,1%
Brasil	322	336	356	380	399	419	5,4%
Venezuela	15	16	17	18	19	19	5,1%
Chile	7	8	9	11	11	12	11,7%
Perú	6	8	9	10	10	11	10,6%
Otros países de Am. C&S	0	0	0	1	1	1	2,9%
Total América C&S	351	369	392	419	439	461	**5,6%**
% cambio anual	*0*	*5%*	*6%*	*7%*	*5%*	*5%*	
...de los cuales							
Lump	*25*	*29*	*30*	*32*	*34*	*35*	6,8%
Pellet	*66*	*67*	*75*	*83*	*88*	*93*	7,1%
Fino	*260*	*272*	*287*	*304*	*318*	*334*	5,1%

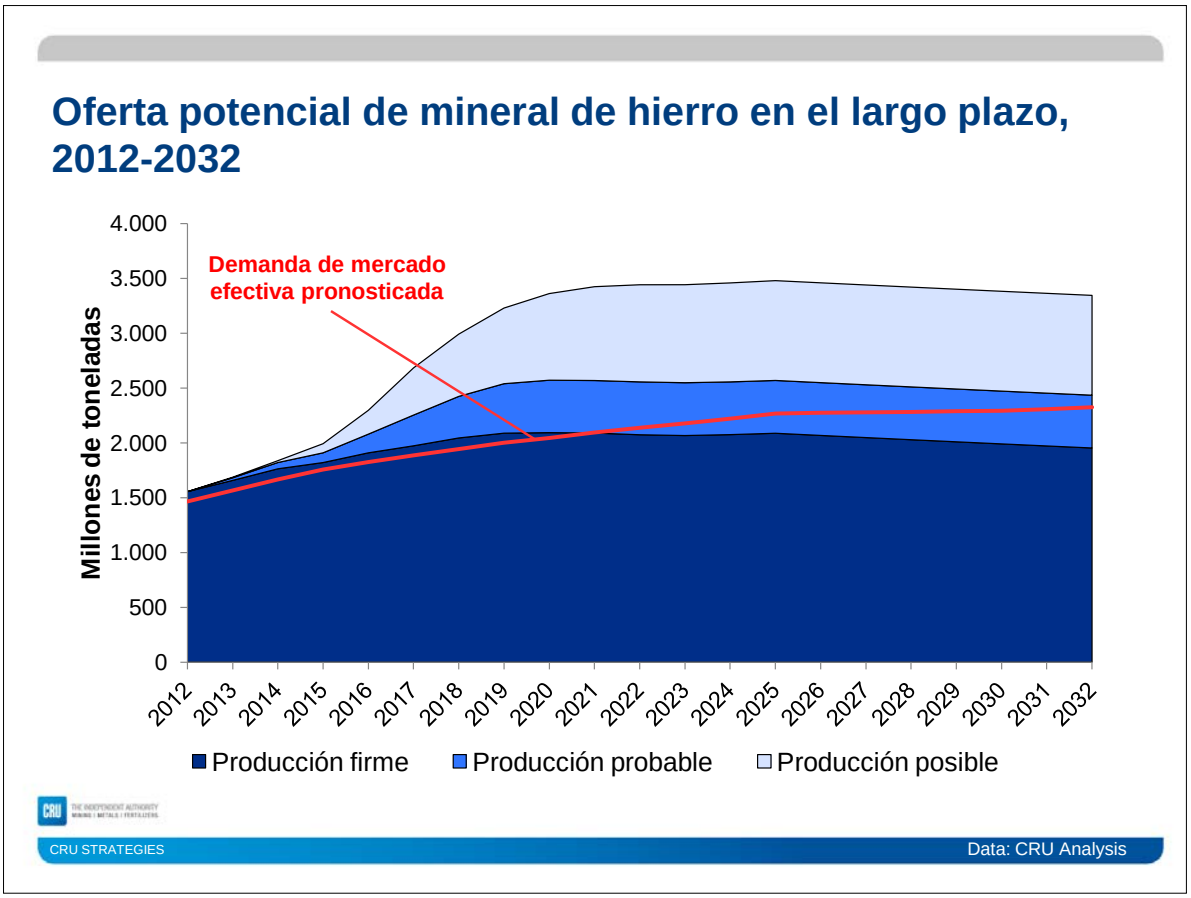
Data: CRU Analysis

9.3.7 Evolución pronosticada de la oferta en el largo plazo

En el largo plazo no se puede saber con certeza qué proyectos específicos entrarán en funcionamiento para satisfacer la demanda futura. El análisis que realiza CRU considera la oferta potencial a nivel global y su interacción con la demanda pronosticada, considerando que en el largo plazo la oferta se ajusta a la demanda. La oferta potencial considera la producción firme, probable y posible, dejando de lado los proyectos especulativos. Es importante mencionar que la oferta potencial considera la capacidad máxima de cada operación y proyecto, por lo que la producción firme en el pasado es mayor a la producción efectiva de cada año. Al mismo tiempo, debido a que China consume internamente toda su producción, no se considera la producción futura del país como parte de la oferta potencial a nivel mundial.

Para calcular el mercado efectivo de mineral de hierro, se considera que la demanda efectiva de China equivale a su demanda total menos su producción interna.

Figura 9.19: Oferta potencial de mineral de hierro en el largo plazo



Basándonos en la oferta potencial de mineral y en el mercado efectivo proyectado para el largo plazo, CRU estima que sólo un 27% del tonelaje de mineral aportado por los proyectos probables y posibles actuales será necesario para satisfacer el mercado pronosticado para 2032. En base a esto se determina el Costo Marginal de Largo Plazo, relevante para la estimación de precios en el largo plazo.

9.4 Balance de oferta y demanda

9.4.1 Descripción de la estructura y mecanismos de precios

Existen diferentes productos que componen el mineral de hierro, cada uno de los cuales tiene características que lo hacen más o menos valiosos por lo que difieren en su precio de venta. El fino es el producto base a partir del cual se valoran los demás productos. El *lump*, por no requerir ningún

proceso antes de ser cargado al Alto Horno o al Horno de Reducción Directa, tiene una prima por sobre el fino. El *pellet*, como ya ha sido procesado y también puede ser ingresado directamente a los hornos, también presenta una prima con respecto al fino.

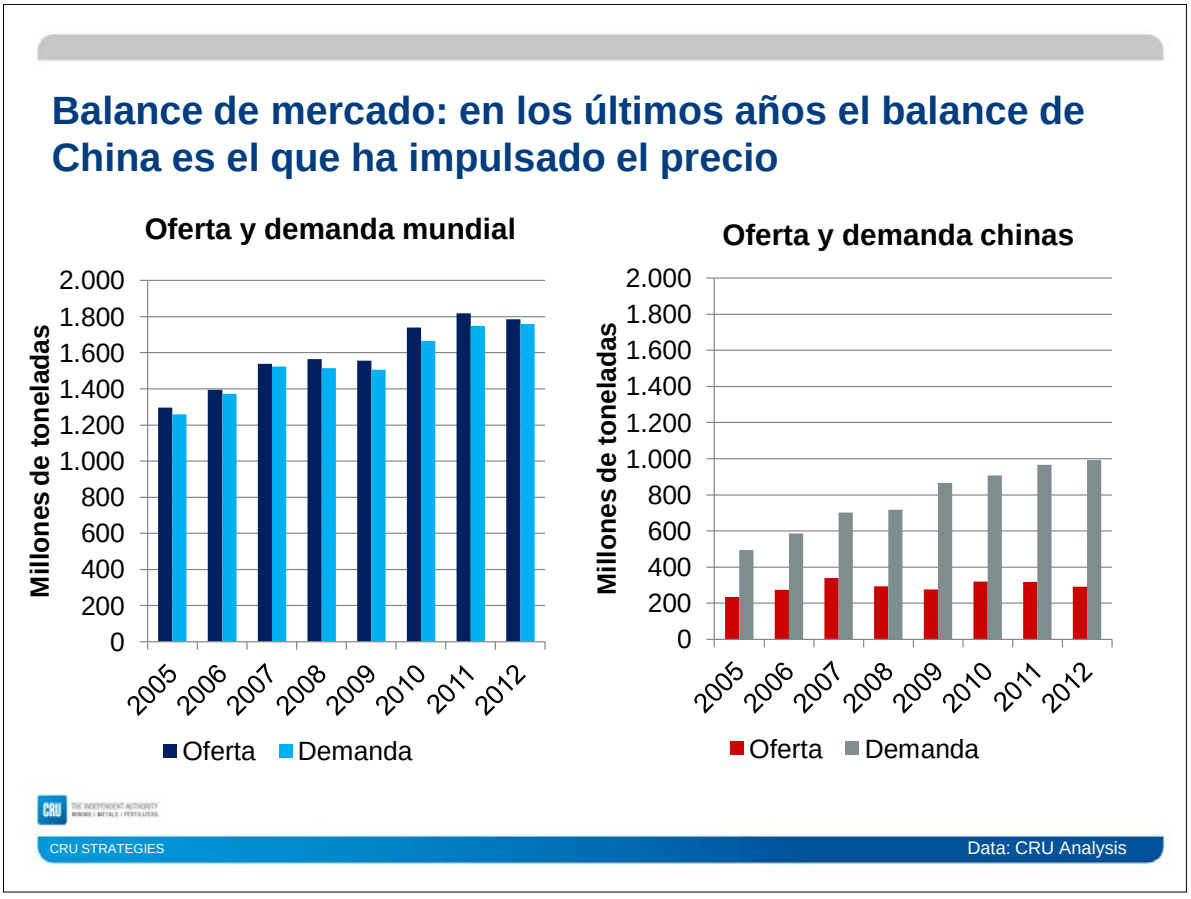
Hasta abril de 2010 el precio del mineral de hierro era determinando a través de contratos anuales negociados entre los principales productores (Vale, Rio Tinto y BHP Billiton) y las acerías japonesas y europeas. Estos contratos establecían un precio determinado para el siguiente año fiscal, medido en centavos por unidad de tonelada métrica seca (c/utms o c/dmtu por sus siglas en inglés) y considerando como punto de entrega el puerto de Dampier en Australia o el puerto de Turbarao en Brasil. Una utms equivale a un 1% de contenido de hierro en el mineral de hierro. Es decir, una tonelada de mineral con una ley de 62% Fe tiene 62 utms por tonelada de mineral, y si el precio de una tonelada de este mineral es de 100 c/utms, es lo mismo que decir que el precio es de 62 US$/ton mineral. Una vez establecidos los precios, el precio acordado era usado como punto de referencia para el resto de la industria.

Desde 2004 la demanda de mineral de hierro comenzó a aumentar por sobre la capacidad de producción, llevando a un aumento de precios que continuó hasta la crisis económica mundial de 2008. Durante estos años el aumento en el precio generó la aparición de un creciente mercado spot en el que pequeños productores lograban vender a precios más altos que los establecidos por los contratos de las grandes mineras. Como resultado de la crisis económica la demanda por mineral de hierro bajó, lo que se tradujo en una sobreoferta que bajó los precios del mercado spot a valores por debajo de los contratos negociados. Como resultado un gran número de plantas de acero recurrieron al mercado spot para satisfacer su demanda por mineral de hierro. En vista de esto, las grandes mineras decidieron que dada la nueva volatilidad del mercado y la exposición al riesgo que les daba el sistema de contratos, éste sistema no era aceptable y que debía cambiar. En abril de 2010 se adoptó oficialmente un sistema en el que se establece el precio del mineral de forma trimestral y en base a índices de precio spot del trimestre anterior. Esto sin duda ha causando que el precio de los contratos converja a los precios spot en el último tiempo. También se cambió la unidad de medida del precio de c/utms a US$/ton. El índice más aceptado es el de Platts, sigue el precio spot diariamente para fino con un 62% de hierro con China como destino (CFR o *Cost and Freight*, “costo y flete” con puerto de destino convenido).

9.4.2 Balance histórico de mercado y series de precios históricos

Históricamente, la producción y el consumo de mineral de hierro a nivel global han presentado una brecha muy pequeña entre ellos. Desde 2005 la oferta ha superado por poco a la demanda, con una diferencia equivalente al 1,5% de la oferta en 2012. Sin embargo, el transporte del mineral de hierro desde el lugar de producción hasta el mercado consumidor puede ser bastante alto y reducir significativamente el margen de ganancia de los productores. Esto incentiva la generación de mercados locales, dificultando la comercialización y haciendo que el mercado del mineral de hierro sea menos eficiente que otros mercados minerales al ajustar su oferta y demanda. Como consecuencia el precio del mineral de hierro no se relaciona directamente con el balance de mercado global. En los últimos años, ha sido el balance del mercado chino y su creciente demanda la que ha determinado en gran medida el precio.

Figura 9.20: Balance de mercado: en los últimos años el balance de China es el que ha impulsado el precio



En 2012 China representó un 16% de la oferta mundial de minerial de hierro (con 292 millones de toneladas) y un 57% del consumo mundial de hierro (con 993 millones de toneladas).

A continuación se muestran los precios spot del mineral fino 62% Fe CFR China y los precios en los contratos con embarques desde Australia y desde Brasil desde 2005 en adelante. Los datos se presentan en US$/ton y en c/utms, unidad que se puede utilizar para comparar precios de mineral con distintas leyes. Australia es el mayor exportador de *lump* y Brasil el mayor exportador de *pellet*, por lo que se han tomado estos dos países como ejemplo para visualizar los valores aproximados de las primas correspondientes a cada uno de estos productos. Estos precios son específicos para cada producto, contenido de hierro, lugar de producción y puerto de llegada.

Tabla 9.27: Precios nominales históricos de mineral de hierro, 2005-2012 (US$/ton, c/utms)

	Unidad	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
China									
China spot, 62% Fe	US$/ton CFR				143	78	143	166	129
% cambio anual	*%*					*-45,8%*	*84,0%*	*16,1%*	*-22,2%*
Embarques desde Australia									
Fino de Mezcla de Pilbara, 62% Fe	US$/ton FOB	37	44	48	87	58	111	161	124
Fino de Mezcla de Pilbara, 62% Fe	c/utms FOB	60	71	78	140	94	179	260	200
% cambio anual	*%*	*71,5%*	*19,0%*	*9,5%*	*79,9%*	*-33,0%*	*90,2%*	*45,6%*	*-23,1%*
Lump de Hamersley, 64% Fe	US$/ton FOB	50	60	66	129	72	131	178	134
Lump de Hamersley, 64% Fe	c/utms FOB	79	94	103	202	112	205	278	209
% cambio anual	*%*	*71,5%*	*19,0%*	*9,5%*	*96,5%*	*-44,5%*	*83,0%*	*35,7%*	*-25,0%*
Diferencial de lump	*US$/ton FOB*	*13*	*16*	*17*	*42*	*13*	*20*	*17*	*9*
Embarques desde Brasil									
Fino de Itabira, 65% Fe	US$/ton FOB			53	87	63	106	163	120
Fino de Itabira, 65% Fe	c/utms FOB	63	74	81	134	97	164	251	184
% cambio anual	*%*	*71,5%*	*19,0%*	*9,5%*	*65,0%*	*-28,2%*	*69,8%*	*53,0%*	*-26,6%*
Pellet de Tubarao, 65% Fe	US$/ton FOB			77	143	74	147	200	149
Pellet de Tubarao, 65% Fe	c/utms FOB	116	112	118	220	114	227	308	229
% cambio anual	*%*	*86,7%*	*-3,0%*	*5,3%*	*86,7%*	*-48,3%*	*99,3%*	*35,6%*	*-25,6%*
*Prima de pellet**	*US$/ton FOB*			*24*	*56*	*11*	*41*	*37*	*29*
Prima de pellet	*c/utms FOB*	*53*	*38*	*37*	*86*	*17*	*63*	*57*	*45*

Data: CRU Analysis

Se consideran años fiscales (Abril-Marzo) hasta 2009, desde 2010 en adelante año calendario.

*** Prima varía según el mercado. La calculada aquí excluye al mercado chino.**

El precio del mineral de hierro fue aumentando desde el año 2000 por el aumento considerable de la demanda de China, llegando a su punto máximo en 2008 antes de caer bruscamente en 2009 por causa de la crisis económica. Los grandes productores se vieron forzados a aceptar un precio bajo en sus contratos y el precio spot cayó a un mínimo de 78 US$/ton. En 2010, a medida que la economía china seguía creciendo y se adoptaba el nuevo sistema de precios, el precio del mineral de hierro volvió a aumentar. Esta tendencia se mantuvo hasta 2011, llegando a los 166 US$/ton en el mercado spot chino. En 2012 se evidenció una baja debido a la crisis de deuda europea y a la desaceleración de la economía china. Este año también se caracterizó por una muy alta volatilidad, cerrando en 129 US$/ton con máximos y mínimos de 145 US$/ton y 106 US$/ton.

9.4.3 Balance pronosticado de mercado y proyecciones de precios en el corto plazo

En el corto plazo, CRU espera que el precio aumente levemente en 2013 a 131 US$/ton y que luego vaya decayendo hasta llegar a los 104 US$/ton en 2017 en términos nominales. Esta disminución de precio se verá en gran parte impulsada por el aumento de oferta esperado para los próximos años, en combinación con la desaceleración de la demanda china. La prima del *pellet* debería presentar un leve aumento en el corto plazo, aunque manteniéndose relativamente estable gracias a un aumento de capacidad de procesamiento de *pellet feed*. La prima del *lump* debería aumentar drásticamente debido a la escasez de operaciones actuales y nuevos proyectos que puedan suplir al mercado de *lump* de calidad. Aún así la prima por *pellet* se mantendrá por sobre la de *lump*.

Tabla 9.28: Precios nominales pronosticados de mineral de hierro, 2012-2017 (US$/ton, c/utms)

	Unidad	2012	2013	2014	2015	2016	2017
China							
China spot, 62% Fe	US$/ton CFR	129	131	125	119	112	104
% cambio anual	*%*	*-22,2%*	*1,3%*	*-4,4%*	*-5,3%*	*-5,7%*	*-7,2%*
Embarques desde Australia							
Fino de Mezcla de Pilbara, 62% Fe	US$/ton FOB	124	124	116	108	100	91
Fino de Mezcla de Pilbara, 62% Fe	c/utms FOB	200	199	186	174	161	147
% cambio anual	*%*	*-23,1%*	*-0,4%*	*-6,5%*	*-6,9%*	*-7,5%*	*-8,6%*
Lump de Hamersley, 64% Fe	US$/ton FOB	134	135	131	126	119	110
Lump de Hamersley, 64% Fe	c/utms FOB	209	211	204	197	186	173
% cambio anual	*%*	*-25,0%*	*1,3%*	*-3,2%*	*-3,5%*	*-5,7%*	*-7,2%*
Diferencial de lump	*US$/ton FOB*	*9*	*12*	*15*	*19*	*19*	*19*
Embarques desde Brasil							
Fino de Itabira, 65% Fe	US$/ton FOB	120	119	114	107	98	89
Fino de Itabira, 65% Fe	c/utms FOB	184	182	176	165	151	136
% cambio anual	*%*	*-26,6%*	*-0,8%*	*-3,6%*	*-6,5%*	*-8,5%*	*-9,5%*
Pellet de Tubarao, 65% Fe	US$/ton FOB	149	147	143	137	129	121
Pellet de Tubarao, 65% Fe	c/utms FOB	229	227	220	211	199	186
% cambio anual	*%*	*-25,6%*	*-1,0%*	*-3,0%*	*-3,7%*	*-5,9%*	*-6,4%*
Prima de pellet	*US$/ton FOB*	*29*	*29*	*28*	*31*	*31*	*32*
Prima de pellet	*c/utms FOB*	*45*	*44*	*44*	*47*	*48*	*50*

Data: CRU Analysis

9.4.4 Balance pronosticado de mercado y proyecciones de precios en el largo plazo

En el largo plazo se espera que le precio del mineral de hierro se estabilice alrededor del Costo Marginal de Largo Plazo de la industria (CMLP), es decir, el costo de producción del último productor que entra a satisfacer la demanda (productor marginal). Considerando el precio CRF China del fino con un 62% de hierro, CRU estima que el CMLP debería ser de alrededor de 127 c/utms. Dentro de los próximos años el precio debería ir descendiendo hasta estabilizarse alrededor de los 86 US$/ton en términos reales con base 2012 en el año 2021. A partir de esta fecha el precio empezaría a aumentar, convergiendo al CMLP.

Figura 9.21: Precio histórico y pronosticado de mineral de hierro en el largo plazo, 2008-2032

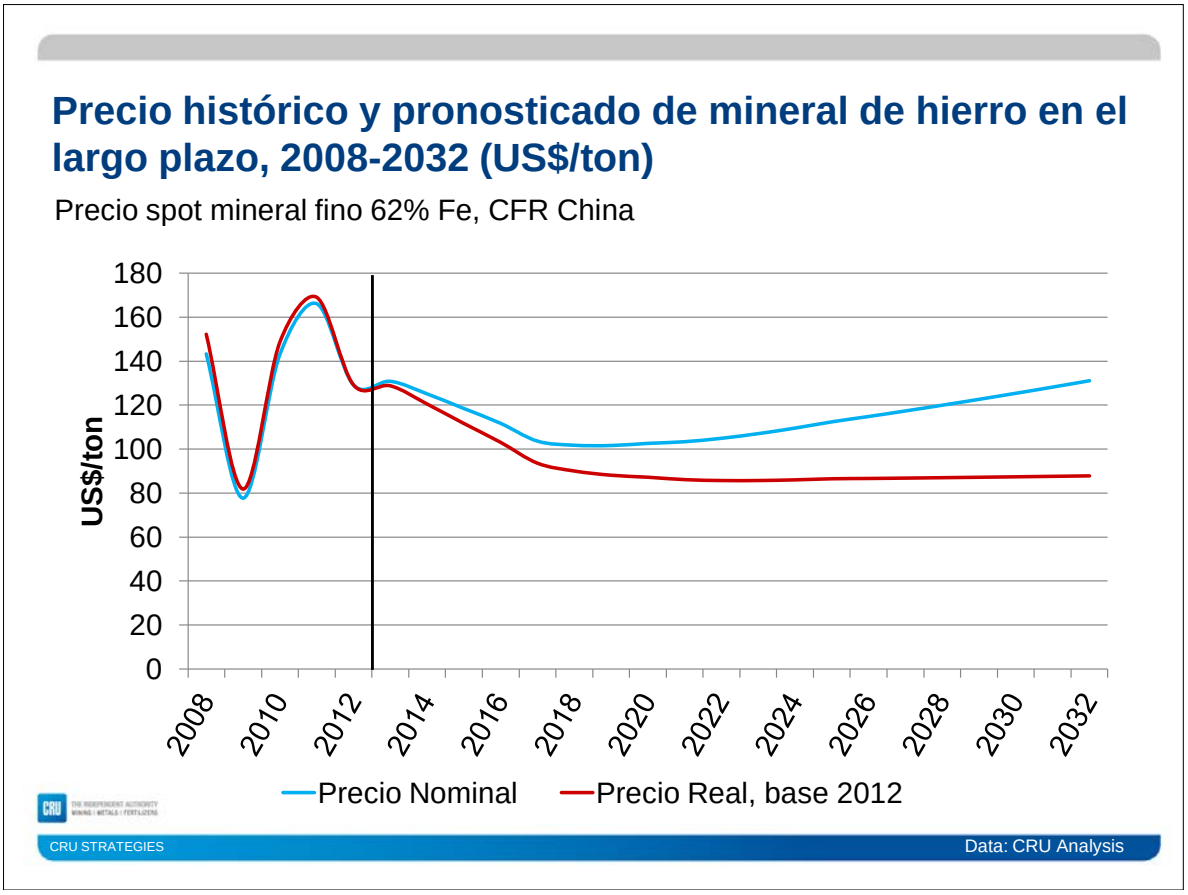


Tabla 9.29: Precio pronosticado de mineral de hierro en el largo plazo, 2012-2032 (US$/ton)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Nominal	129	131	125	119	112	104	102	102	103
Real, base 2012	129	129	121	112	103	94	90	88	87

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Nominal	103	105	107	110	112	115	119	122	125
Real, base 2012	86	86	86	86	87	87	88	88	89

	2030	2031	2032
Nominal	129	132	136
Real, base 2012	90	90	91

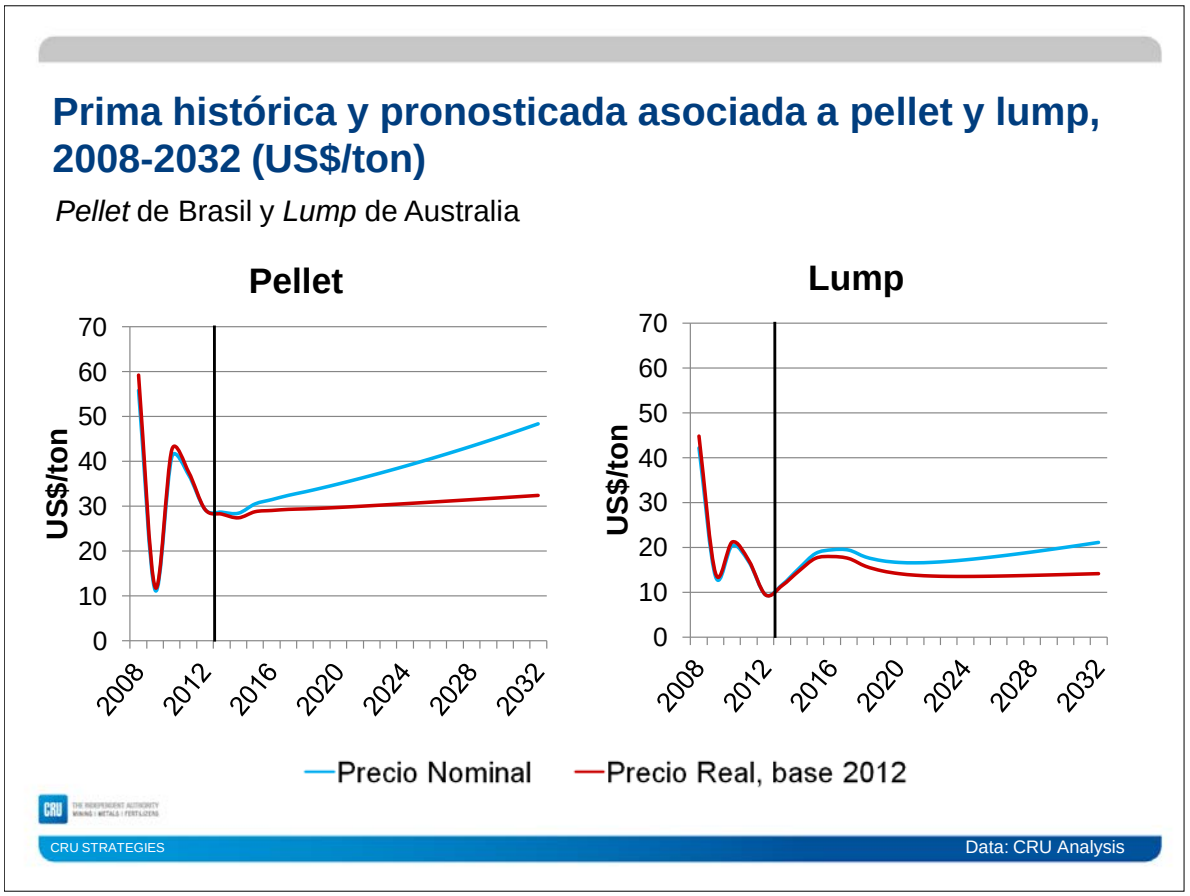
Data: CRU Analysis

Fino 62% Fe CFR China

Con respecto a las primas del *pellet* y el *lump*, la del *pellet* se debería mantener constantemente por sobre la del *lump* (dado que requiere un mayor nivel de procesamiento). La prima del *pellet* se

debería estabilizar alrededor de los 30 US$/ton y el *lump* en 14 US$/ton en términos reales del 2012.

Figura 9.22: Prima histórica y pronosticada asociada a pellet y lump



9.4.5 Márgenes y rentabilidad

Entre 2000 y 2005 el fuerte crecimiento económico mundial impulsado por China vino acompañado por una gran demanda de *commodities*, especialmente acero y, por lo tanto, mineral de hierro para su producción. Esto trajo consigo un considerable aumento de costos en las principales regiones productoras. A nivel global, el precio del petróleo y la energía han aumentado significativamente en los últimos años, así como el costo de capital.

A nivel regional, las regiones con menores costos de producción son Australasia y América Central y del Sur (con Australia representando un 95% de la producción de Australasia y Brasil un 74% de la producción de América Central y del Sur). Una de las ventajas importantes con las que cuentan estas regiones son el porte de los yacimientos de hierro, que permiten su explotación masiva y la

generación de economías de escala. En el caso de Australia la ley promedio de los depósitos es de 60% Fe, lo que permite que el mineral requiera poco procesamiento. La ley promedio en China sólo alcanza el 20% Fe, por lo que se deben utilizar una serie de tecnologías antes de ingresar el mineral al Alto Horno. Un tercer punto que influye en gran medida en los costos de producción es el acceso a infraestructura que permita un traslado a puerto más eficiente y controlable. A modo de ejemplo, la distancia promedio que recorre el mineral hasta el puerto en América Central y del Sur es de 480 kilómetros, mientras que en Australasia es de 370 kilómetros.

En 2012 el costo promedio de producción de Australasia fue de 46 c/ton, lo que significó un margen del 65% sobre las ventas considerando un precio anual promedio de 129 c/ton. América Central y del Sur tuvo un costo promedio de 47 c/ton, con un margen del 64% sobre las ventas. En el otro extremo de la curva, China se posiciona como la región con mayores costos con un costo promedio de 117 c/ton, dejando un margen de tan sólo el 9% sobre las ventas.

Un costo que no se consideró dentro del costo de producción calculado es el flete desde los puertos respectivos hasta el lugar de procesamiento. Este costo puede ser bastante significativo y variar mucho dependiendo del destino final y de la ruta utilizada. Considerando que Australia y Brasil son los principales productores y exportadores de mineral de hierro, y que China es el principal consumidor, en el pasado el costo de flete ha afectado negativamente la competitividad de Brasil con respecto a Australia. En 2008 la diferencia entre las rutas Australia-China y Brasil-China fue en promedio de 36 c/ton de mineral de hierro transportada, alcanzando en su punto máximo los 71 c/ton. Debido a la crisis económica mundial que se desató en octubre de ese año los costos de flete disminuyeron drásticamente, reduciéndose la diferencia entre rutas y manteniéndose menos volátiles.

Figura 9.23: Costo de flete histórico según ruta



Con respecto al costo de capital (CAPEX), éste ha aumentado considerablemente en los últimos años. El costo de los equipos ha aumentado, al mismo tiempo que ha aumentado la tendencia de utilizar mineral de hierro cada vez más procesado. Esto requiere más tecnología y por lo tanto una mayor inversión. Ente 2006 y 2012, con el aumento significativo que se vio en la demanda gracias al crecimiento de China, operaciones en Brasil y Australia se vieron en la necesidad de mejorar su infraestructura para aumentar su producción, lo que también contribuyó al alza de los costos de capital en general. Como resultado de este aumento, la intensidad de capital (inversión realizada por cada tonelada producida) creció en más del doble entre 2006 y 2012, de un promedio de 70 c/ton a 200 c/ton.

9.5 Análisis competitivo de la industria en Colombia

9.5.1 Modelamiento de las cinco fuerzas de Porter y atractivo de la industria

A través del análisis de las cinco fuerzas de Porter se busca determinar qué tan atractiva es una industria, siendo este el paso inicial para determinar si es atractiva para Colombia en particular. A continuación se muestra el modelamiento de las cinco fuerzas para la industria del mineral de hierro.

Tabla 9.30: Modelo de las cinco fuerzas de Porter

Fuerza	Observaciones
Riesgo de sustitución MEDIO-BAJO	• El mineral de hierro compite con la chatarra, aunque ésta sólo está disponible en grandes cantidades en economías desarrolladas. • Las aplicaciones del acero sí tienen riesgos de sustitución, aunque son muy variados en cada una de las industrias en las que se utiliza.
Barreras de entrada ALTAS	• Dado su bajo valor relativo al volumen, se necesitan escalas gigantes de operación minera para lograr costos que permitan explotar. • Se requieren altísimos niveles de calidad de mineral. • Dado los grandes volúmenes que se necesita explotar para que valga la pena exportar, se requieren altísimas inversiones de capital en infraestructura para transportar el mineral hacia los mercados consumidores. • Los costos de fletes marítimos y por lo tanto la ubicación relativa del exportador con respecto al mercado consumidor son cruciales, pues pueden alcanzar valores cercanos al costo de producción del mineral mismo. • En el caso de operaciones que sean para producir acero localmente, las escalas son mucho menores y la inversión de capital mucho más baja.
Poder proveedores MEDIO-BAJO	• No hay mucha diferencia con la minería en general.
Poder clientes BAJO	• Los productores de acero son muchísimos a nivel global y están bastante fragmentados.
Rivalidad de la industria MEDIA - ALTA	• El mercado actúa bajo un establecido oligopolio con 3 compañías dominando el 70% del mercado global de mineral de hierro transable. • Los principales rivales son los operadores de Australia y Brasil, donde cada uno cuenta con ventajas no alcanzables por el otro. Brasil tiene mejor calidad de mineral y Australia está más cerca de los mercados asiáticos.

Data: CRU

Dado el bajo precio del mineral de hierro, para que el negocio valga la pena debe lograrse una producción enorme que permita crear economías de escala que disminuyan los costos. Esto trae consigo una gran inversión en equipos e infraestructura para la explotación y sobre todo para el transporte, lo que representa una de las mayores barreras actuales para ingresar a la industria. Otra barrera importante y que caracteriza a la mayor parte de las industrias minerales es el acceso a depósitos de calidad. Ya que el hierro es un elemento abundante en la corteza terrestre y que no

existe escasez ni disminución de depósitos de calidad disponible para ser explotados, en este caso una característica importante del yacimiento es su ubicación geográfica y las facilidades logísticas que pueda presentar. Si a esto se le suma que el mercado internacional está en gran medida controlado por tres empresas establecidas mayoritariamente en dos países, cuyas cualidades competitivas se han ido estableciendo durante décadas, se puede concluir que la industria del mineral de hierro tiene un atractivo medio-bajo para un potencial nuevo participante.

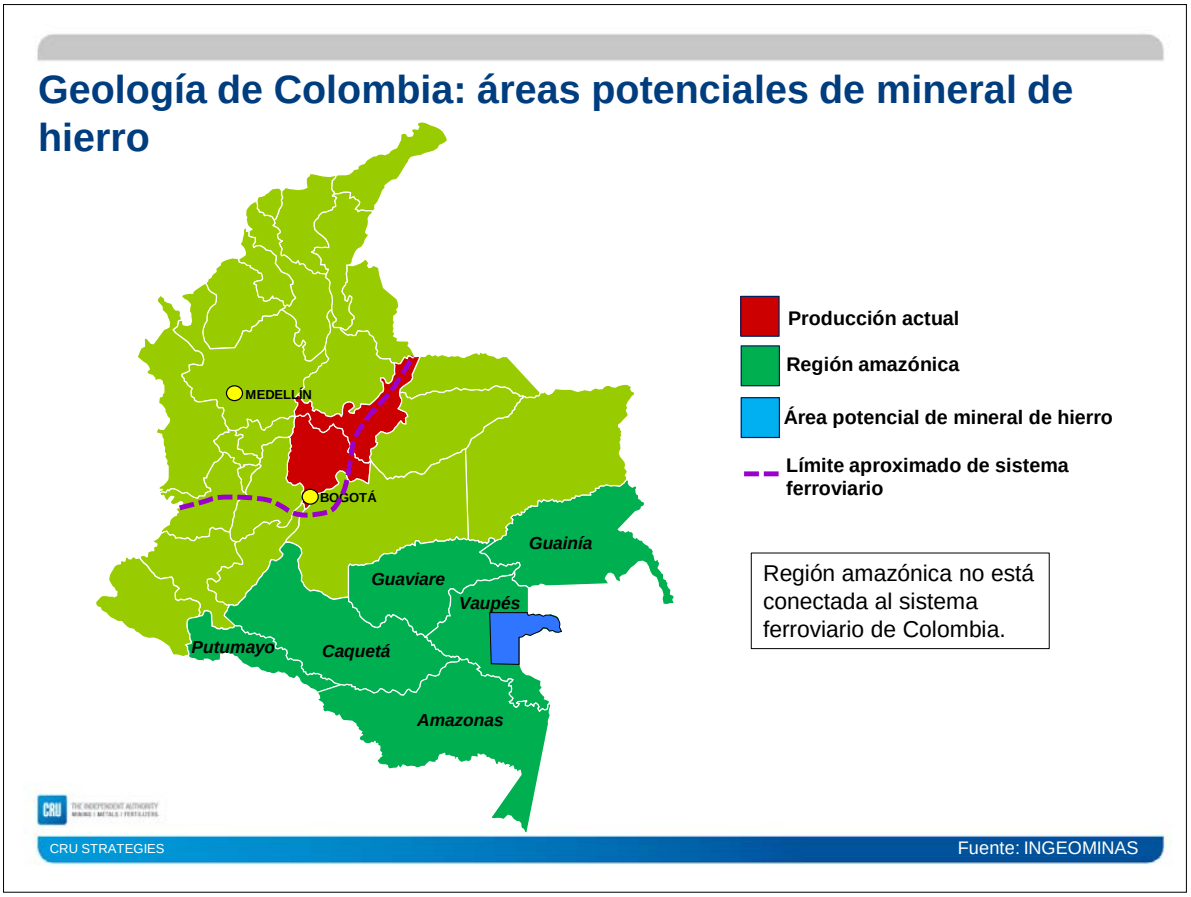
Ahora, en caso de que se considere llevar a cabo una explotación de menores dimensiones, con un costo de capital más bajo y con la intención de destinar el mineral a consumo interno, se debe realizar un análisis más detallado que dependerá de las condiciones locales.

9.5.2 Dotación de recursos de Colombia

Actualmente el poco mineral extraído de los depósitos de hierro colombianos se destina directamente a alimentar la demanda de las empresas siderúrgicas de Colombia, específicamente Acerías Paz del Río, la única siderúrgica integrada del país. Acerías Paz del Río cuenta con tres minas: El Uvo, Pírgua y Ubalá. Estas minas son de mediano tamaño y cuentan con recursos limitados que han disminuido notablemente en los últimos años. El mineral explotado es utilizado por la misma empresa en la fabricación de acero crudo y finalmente productos terminados de acero.

En general no se han llevado a cabo exploraciones que entreguen resultados concretos sobre los recursos de mineral de hierro en Colombia. Existen algunos prospectos que no se han continuado desarrollando, los que indicarían la posible existencia de yacimientos en el sector amazónico de Colombia. Estos yacimientos estarían en la plancha de Mitú y presentaría leyes de hierro muy bajas, además de encontrarse en una zona lejana a los sistemas ferroviarios actuales.

Figura 9.24: Geología de Colombia: áreas potenciales de mineral de hierro

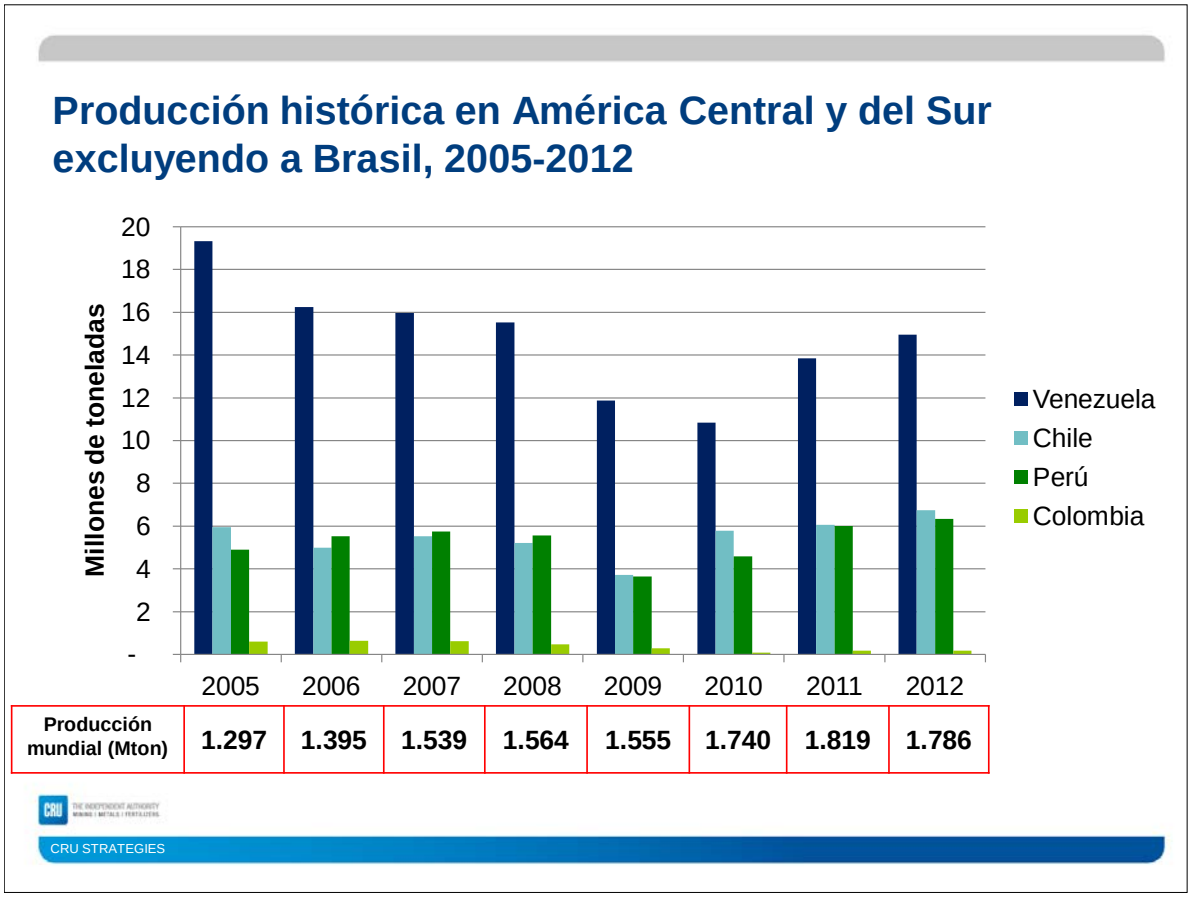


9.5.3 Principales competidores y posición competitiva de Colombia

Como se ha establecido a lo largo del reporte, la producción de mineral de hierro está dominada por tres empresas productoras: Vale, Río Tinto y BHP Billiton. Estas empresas cuentan con las mayores operaciones en Australia y Brasil, los dos países con mayores niveles de reservas de mineral de hierro en el mundo. El mercado de mineral de hierro vio en 2012 una producción de 1.786 millones de toneladas, con Australia y Brasil representando un 47% de esa producción. América Central y del Sur, sin considerar a Brasil, representó sólo un 1,6%, equivalente a 29 millones de toneladas. De esos 29 millones de toneladas de mineral, Colombia produjo tan sólo 173 mil toneladas, las cuales

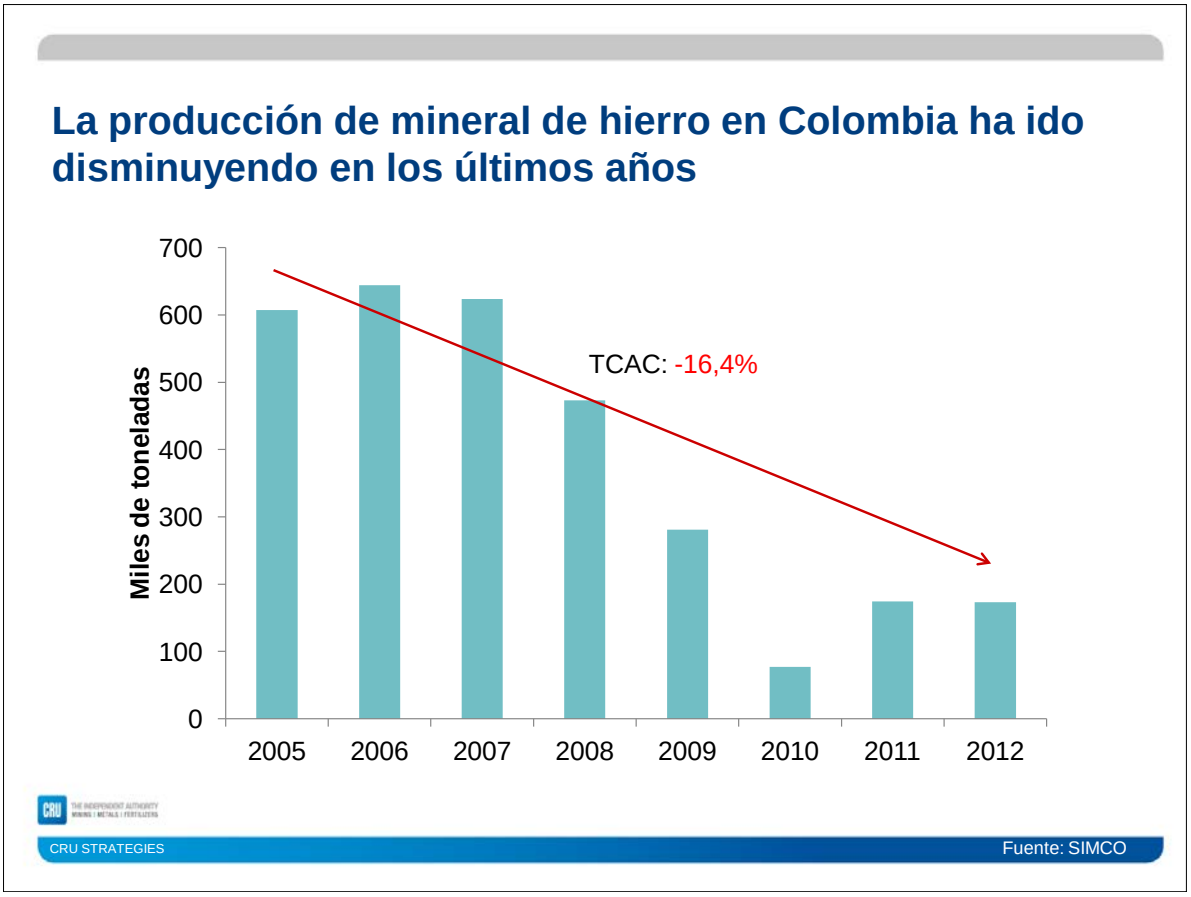
fueron ingresadas directamente como alimentación al proceso integrado de fabricación de acero de Acerías Paz del Río.

Figura 9.25: Producción histórica en América Central y del Sur excluyendo a Brasil



En los últimos años la producción de Colombia ha disminuido considerablemente. La estructura de consumo se ha mantenido, siendo destinada la totalidad de la producción doméstica de mineral de hierro al a producción de acero en el país. La disminución de la producción de mineral de hierro ha forzado a la industria local de acero a depender más y más de las importaciones.

Figura 9.26: Producción histórica de mineral de hierro en Colombia



A continuación se establecen las ventajas y desventajas competitivas de Colombia dentro de la industria del mineral de hierro:

Tabla 9.31: Ventajas y desventajas competitivas de Colombia

Ventajas	• Existen algunas minas y prospectos de tamaño pequeño que podrían ser de interés para empresas que quieran fabricar acero o productos intermedios de hierro para exportación.
Desventajas	• Apenas existe información geológica sobre los recursos de mineral de hierro del país y no parece haber interés por explorar por parte de ninguna de las empresas relevantes. • Los tamaños de la mayor mina de hierro y otros prospectos no alcanzarían la escala mínima para que sean operaciones viables para exportación. • Las actuales explotaciones y proespectos están ubicados en el centro del país y en zonas montañosas, lo que implicaría altísimos costos de infraestructura y altos costos de transporte hacia puertos. • Si se llegaran a encontrar yacimientos lo suficientemente grandes como para permitir la exportación, se tendría que mejorar la infraestructura portuaria del país. Esto nuevamente requieriría una gran inversión.

Data: CRU Strategies

RESUMEN

- Colombia no compite en el mercado de mineral de hierro. Las únicas minas de hierro en explotación se encuentran integradas al proceso de Acerías Paz del Río.
- Además, no cuenta con yacimientos de magnitud y calidad suficiente como para competir con los grandes productores, e incluso si los tuviera, no posee la infraestructura necesaria para poder explotar y transportar los volúmenes necesarios para generar un negocio rentable. La infraestructura tanto ferroviaria como portuaria de Colombia se ha desarrollado en base a la exportación de carbón, y su capacidad es utilizada para este fin.
- En caso de encontrarse yacimientos importantes de hierro que fueran rentables dadas las condiciones geográficas de Colombia (tanto internas como con respecto a los grandes mercados consumidores), de todas maneras se tendría que llevar a cabo una importante inversión para posibilitar el transporte y exportación del mineral, siendo la industria del mineral de hierro reconocida por sus altos costos de capital.
- Una posible oportunidad para Colombia en caso de encontrar depósitos de hierro pequeños o medianos, es aumentar la integración dentro de la industria siderúrgica. Actualmente Colombia importa chatarra para suplir las necesidades de las acerías del país, material que podría ser sustituido en parte por mineral de hierro si se encontraran yacimientos rentables y la tecnología utilizada lo permite.

Capítulo 10 – Mercado de Magnesio

10.1 Resumen general del mercado

RESUMEN DEL MERCADO

- **Características clave del mercado**

  El mercado mundial de magnesia alcanzó alrededor de US$3.250 millones en el año 2012, equivalentes a 10,1 millones de toneladas producidas.

  Por parte de la demanda, la producción de refractarios para su posterior uso en la producción de materiales como metales, cementos, cerámicas y vidrio es el mayor determinante de la demanda de magnesia – donde el acero es el determinante primordial dentro de ellos. Por este motivo, la industria acerera, y su consumo de material refractario, es el mayor consumidor de magnesia representando un 70% de la demanda total de refractarios en el mundo – pero su importancia a nivel de consumo de magnesia llega a ser de 90%. China es el principal país consumidor de magnesia, resultado natural de su importante industria de acero y el alto consumo de magnesia que presentan por unidad de acero producido. Otros usos de la magnesia se ven en los sectores industrial, alimentación, ambiental y de fertilizantes.

  Por el lado de la oferta, la magnesia puede ser producida en operaciones mineras donde se concentra el producto y luego se calcina para extraerle el dióxido de carbono, o bien se puede recuperar del agua de mar o de salmueras ricas en magnesia. Por lo general, dado que la magnesia es efectivamente consumida en los distintos usos que se le da, no existe espacio para el reciclaje y reutilización de los productos de magnesia. La producción de magnesia es liderada, sin lugar a dudas, por China, quien en 2012 cubrió un 68% de la producción global. A China le siguen Rusia, Turquía y Austria, sin embargo todos ellos sólo cubren un 15% del total mundial.

  En términos de precio, el promedio para 2012 se estima en 310 US$/ton para DBM y 230 US$/ton para CCM. Estos precios reflejan una importante diferencia con respecto a los precios históricos observados en la década de 1990. Una vez que China era el claro

dominador de la industria, la estabilidad de los precios se quebró a partir de 2006, cuando China comenzó a imponer restricciones a la exportación y aumentar los costos respectivos.

A pesar que se espera que estas restricciones sean anuladas prontamente (dado que no están alineadas con las normas de la OMC), CRU estima que China puede imponer nuevos impuestos que igualmente mantendrían altos los costos de exportación.

- **Cambios recientes y en desarrollo en el mercado**

  Las compañías productoras y consumidoras participantes del mercado han tendido a integrarse verticalmente aguas arriba y/o aguas abajo – cubriendo desde magnetita hasta la producción de refractarios. Esto hace que muchos participantes de la industria se están mayormente autoabasteciendo y quede una menor porción de productos disponibles en el mercado abierto.

  Por otra parte, es importante mencionar el dominio de China en la industria. La información sobre esta industria local es escasa y poco transparente, por lo que no es claro conocer el verdadero valor de su producción o la capacidad que está efectivamente disponible (y no cerrada o sobrevalorada); de igual forma se estima que existe una alta capacidad ociosa en el país. Asimismo, las tarifas de exportación e impuestos han sido un factor gatillante en el aumento de los precios observados. No obstante, dado que la OMC no está de acuerdo con estos gravámenes, es posible que se anulen prontamente – a pesar que es igualmente posible la aplicación de nuevos impuestos posterior a esto.

- **Oportunidades / Riesgos**

  El principal riesgo es el nivel de sobrecapacidad existente en China. Esto presenta una amenaza a cualquier potencial nuevo actor. Asimismo, los costos de producción en China son notoriamente más bajos que los del mundo occidental (de hecho terminaron por dejar fuera de la industria a muchos productores occidentales desde hace más de una década), por lo que muchos productores han tenido que cerrar debido a que presentan menor competitividad. Así y todo, las tarifas de exportación en China han permitido reconsiderar operaciones antes no competitivas.

- **Acceso al mercado / Barreras de entrada**

  Debido a que existen muchas variedades de calidad y ley de MgO entre los diferentes productos de magnesia, acceder al mercado puede ser complejo debido a que los consumidores evitan el riesgo de cambiar de proveedor y con esto variar la calidad del insumo. Asimismo, la sobrecapacidad china, de menor costo, es una constante amenaza.

10.2 Estructura y caracterización de la demanda en Europa, Asia y las Américas y el Caribe

10.2.1 Determinantes de demanda

Cada año se producen grandes volúmenes de magnesita ($MgCO_3$ o carbonato de magnesio) y prácticamente todos se convierten en magnesia (MgO u óxido de magnesio) en la misma operación. Existe un mercado muy limitado para la magnesita natural. Además de la producción de magnesia a partir de la magnesita extraída de mina, existe también la producción de magnesia en ciertas regiones proveniente tanto de agua de mar como de salmueras. Dado a que CO2 se disipa en la calcinación de la magnesita, no resulta económico transportar magnesita natural para la posterior calcinación en el punto de consumo, pero sí existe un vasto comercio de magnesita alrededor el mundo.

El consumo mundial de magnesia en 2012 se estimó en alrededor de 10,1 millones de toneladas, de las cuales 8,1 millones correspondieron a DBM y EFM, y los restantes 2,0 millones a CCM.

Existen tres variedades principales de magnesia en el mercado.

- Magnesia calcinada (DBM, por su nombre en inglés "*dead burned magnesia*"): se utiliza casi exclusivamente en la industria de materiales refractarios.
- Magnesia electrofusionada (EFM, por su nombre en inglés "*electro-fused magnesia*"): se utiliza principalmente en materiales refractarios, pero también para aislamiento eléctrico y en cerámicas.
- Magnesia calcinada cáustica (CCM, por su nombre en inglés "*caustic calcined magnesia*"): se calienta a una temperatura menor y se utiliza en la alimentación de animales y fertilizantes y en una gama de aplicaciones industriales y ambientales.

En el caso de las leyes de magnesia en el DBM y EFM, se ha detectado una tendencia hacia el uso de material de mayores leyes para la fabricación de material refractario. El mercado de CCM cuenta con una diversificación mucho más amplia que abarca desde una ley mínima de 80% de magnesia o menos, hasta más del 99%; además, este mercado es más estable pues depende en mayor medida de la agricultura y de una gama completa de mercados nicho con menores factores que impactan en las fluctuaciones de corto plazo.

En cuanto al acceso al mercado y ventas, existe un amplio comercio de magnesia alrededor del mundo. El acceso a los diferentes mercados internacionales requiere de una red de ventas, a pesar de que para una nueva operación generalmente se recomienda realizar las gestiones necesarias a través de un *trader* específico. Es muy poco común que grandes consumidores de gran tamaño – como fabricantes de materiales refractarios – cierren un contrato de *off-take* de relevancia. Obtener aceptación en un mercado donde los consumidores prioritariamente evitan variar las calidades de la magnesia en productos como materiales refractarios o alimento para animales puede tomar tiempo, además que se debe demostrar constancia en las calidades y especificaciones acordadas – y a precios competitivos. Existe una cierta cantidad de *traders* en el negocio que pueden manejar y gestionar volúmenes de ventas en mercados como Norteamérica y Europa en competencia con los proveedores locales. Puede pasar algún tiempo antes de que se acepte un nuevo producto y que los consumidores principales aprueben la calidad, y el *ramp-up* de producción puede tardar un año o dos, donde a menudo se comienza aplicando descuentos en los precios de venta para así incentivar a las empresas a cambiar de proveedor de magnesia.

En general, existen diversos determinantes de la demanda de magnesia dependiendo del producto. Por lo general, la demanda de DBM y EFM se abarca conjuntamente dado que ambos están directamente ligados a la demanda por el uso de refractarios. Por el otro lado, la demanda de CCM se trata, por lo normal, de forma separada e independiente.

10.2.2 Demanda en base a usos finales

10.2.2.1 DBM y EFM

Prácticamente toda la magnesia DBM y EFM se utiliza en la producción material refractario. El material refractario se utiliza para revestir los hornos ya sea en forma de ladrillos o en lo que se conoce como monolíticos térmicos (esencialmente concreto refractario). Puede soportar temperaturas extremas y ataques químicos y físicos, incluido el contacto con material fundido como el acero. No es posible fabricar materiales con altas temperaturas, incluidos todos los metales, cementos, cerámicas y vidrio, sin el uso de materiales refractarios.

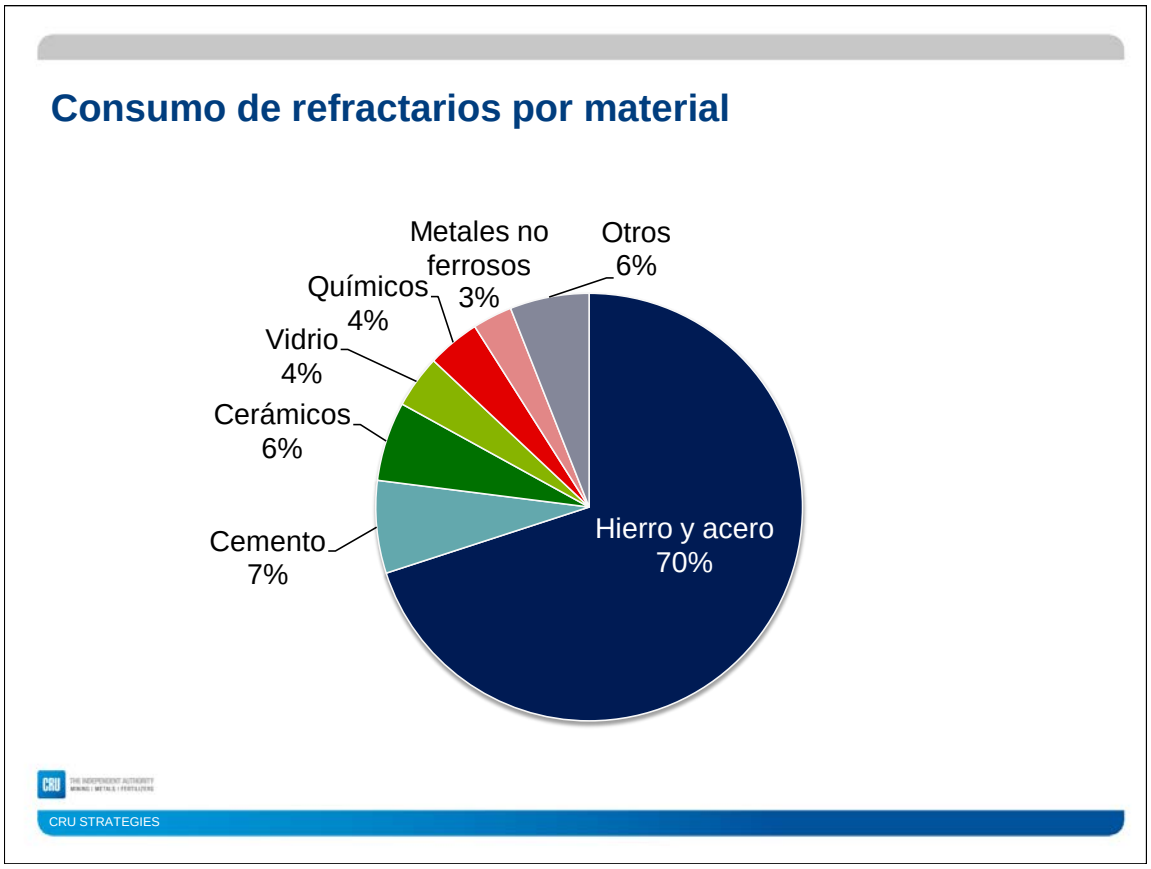
El principal motor para la industria del material refractario es la producción de acero crudo, el cual representa alrededor del 70% de la demanda total, pero que tiene una porción mayor de consumo de magnesia estimada en alrededor de un 90%. Se estima que la demanda total actual de magnesia de

leyes para refractarios es de 8,1 millones de toneladas en productos DBM y EFM conjuntamente (aunque mayoritariamente en DBM).

Como variación en la comparación directa entre la producción del acero y el consumo de material refractario, se han observado reducciones en el consumo unitario de material refractario por tonelada de acero. A nivel mundial, se utilizan alrededor de 15 kg de material refractario por tonelada de acero. En los países con una industria de acero avanzada y con mayor madurez esa cifra es considerablemente menor, llegando a alrededor de 7,8 kg por tonelada de acero en Japón, país que encabeza la tecnología en la industria, apenas 10 kg por tonelada en Europa y Norteamérica, pero aún más de 20 kg por tonelada en China. El uso de la magnesia, lógicamente, representa sólo una proporción de eso, donde se estima que constituye alrededor de 4,4 kg por tonelada de acero en Norteamérica, disminuyendo a 4 kg por tonelada en Japón dado que se utilizan mayores leyes con una mayor duración, y finalmente alrededor de 6-8 kg por tonelada en China. Cabe notar que alrededor de un 90% del material de ley para refractarios es utilizado en la industria acerera. También se presenta un uso considerable de magnesia en la industria del cemento. Si bien la producción de cemento es cuantiosa, el consumo de material refractario es mucho menor y llega a alrededor de solo 1 kg por tonelada de cemento y, en cuanto a la magnesia representa sólo alrededor de 0,2 kg por tonelada de cemento. La magnesia se utiliza en estas dos aplicaciones principalmente, con cantidades limitadas en metales no ferrosos e incluso menos concentración en la cerámica, vidrio, químicos, energía e incineración pues principalmente utilizan otros materiales refractarios. El acero y el cemento representan casi toda la demanda, a excepción de un pequeño porcentaje, de la magnesia para material refractario.

Cabe notar que el material refractario utilizado, por ejemplo, para la producción de acero, posee una vida útil. Esta vida útil del material refractario varía, pero tiende a ser relativamente corta, medida en meses o incluso en horas en el caso de algunos materiales refractarios de fundición continua. Los materiales refractarios se consumen en el proceso y necesitan de un constante reemplazo.

Figura 10.01: Composición general de la demanda de refractarios por material



10.2.2.2 CCM

Se estima que el mercado mundial de CCM es de alrededor de 2 millones de toneladas/año, los cuales se dividen en:

- Alrededor de 100.000-150.000 toneladas/año de productos especiales tales como alimentos, elementos farmacéuticos, goma de nutracéuticos, plásticos, metalurgia, cerámica y compuestos de magnesio de alta pureza.
- Alrededor de 500.000 toneladas/año de químicos de magnesio de alta pureza y de productos de leyes para fines ambientales y químicos.
- Alrededor de 1.300.000-1.600.000 toneladas/año en aplicaciones de construcción y fines agrícolas.

Sin embargo, existen informes con cifras mucho más altas en cuanto a la demanda de CCM, debido principalmente a la sobrestimación bruta de la demanda en China por el doble recuento de la

magnesia CCM como producto intermedio en la producción de ciertos volúmenes de DBM y el total de EFM – donde el producto final no es CCM.

En el caso de las leyes naturales de magnesia extraída de mina, básicamente son sólo relevantes en los mercados agrícolas, ambientales y de construcción. Las 100.000 a 150.000 toneladas en las leyes asociadas a especialidades y todas menos aproximadamente 150.000 toneladas de leyes para fines ambientales se obtienen sólo a partir de minerales de magnesia sintética de alta pureza producidas a partir de salmueras o agua de mar. Se estima que la demanda total de CCM derivada de la magnesita natural explotada en mina es de alrededor de 1,5 millones de toneladas.

Los prospectos para el crecimiento del mercado del CCM se limitan al mercado agrícola (alimento para animales y fertilizantes). Por ejemplo, se espera que la demanda mundial de la magnesia para alimento para animales crezca de 450.000 a 600.000 toneladas/año en 2020. Las aplicaciones ambientales se cumplirán ampliamente con el $Mg(OH)_2$ debido a que su costo inicial se compensa con su mayor efectividad (se utiliza menos y se genera menos lodo) y además es seguro. El $Mg(OH)_2$ es un producto intermedio en la fabricación de magnesia sintética a partir de salmueras, pero también se puede producir por la hidratación de CCM en aplicaciones donde las especificaciones exigidas son menores. El $Mg(OH)_2$ en contadas ocasiones se transporta en grandes distancias dado que generalmente se suministra como pulpa, donde el contenido de agua implica que el transporte en largas distancias no es económico; por esto, el CCM se transporta y se hidrata en o cerca del punto de uso.

A nivel regional, la demanda en EE.UU. y Japón está aumentando, pero en la Unión Europea el consumo se ve limitado por una falta de normativas adecuadas. El principal crecimiento se ha producido en el tratamiento de aguas y efluentes donde el hidróxido de magnesio ha reemplazado a la cal y a la soda cáustica en muchos casos.

En el mercado de la construcción, los cementos ambientales (llamados "*enviro-cements*" en inglés) contienen mayores proporciones de magnesia que el cemento hidráulico y son química y físicamente más adecuados para la inmovilización de residuos tóxicos y peligrosos, siendo más durables que la cal, el cemento Portland o las mezclas de cal y cemento portland. También son homogéneos y no purgan agua, no sufren del ataque de sales en la tierra o agua salada y son dimensionalmente más estables con un menor agrietamiento. El concreto de este cemento también es en cierta medida reciclable y puede tener hasta alrededor de 90% de materiales reciclados, como

cenizas incluidas en su formulación y, por lo tanto, tiene la probabilidad de convertirse en el material de construcción favorito en el futuro. Los usos de importancia incluirán el suministro de un material sustentable y de bajo costo, con una amplia capacidad térmica, baja energía contenida y buenas propiedades de aislamiento para la construcción en productos como ladrillos, bloques, bloques de tierra estabilizados (ladrillos de barro), empedradores y mezclas, pavimentos porosos y, en combinación con residuos de madera, para *packaging*. Las formulaciones del *enviro-cement* carbonatado para la construcción también son fuertes y resistentes a los químicos que atacan al cemento Portland.

Otras aplicaciones con un gran potencial de crecimiento incluyen a los revestimientos de acero de CCM, pero éste es un nicho de mercado de alto valor y bajo volumen que crece a partir de una base de volumen pequeña.

El magnesio que se entrega a través de alimentos y productos farmacéuticos utiliza CCM de alta ley, $Mg(OH)_2$ y otros componentes de magnesio conocidos como suplementos alimenticios, los cuales son importantes para la dieta humana. Se ha demostrado que el magnesio está involucrado en más de 350 procesos bioquímicos en el cuerpo humano. Estos productos son de calidad muy superior y con un alto rango de control de calidad, están sujetos a normativas muy estrictas y, por lo tanto, tienen barreras de entrada extremadamente altas. A pesar de que es un mercado en crecimiento, lo está haciendo a partir de una base muy pequeña y permanecerá siendo un nicho de mercado o de especialidad controlado por relativamente pocos proveedores.

10.2.3 Intensidad de uso & el ciclo de desarrollo

En términos del ciclo de vida de esta industria, ésta es esencialmente madura con muy pocos cambios esperados en la tecnología que efectivamente pudiera tener una influencia en la oferta y demanda. No obstante, en cuanto al uso de DBM y EFM, han ocurrido cambios en la tecnología de la industria acerera durante los últimos 50 años que han generado un impacto en el consumo de material refractario.

Específicamente, el cambio en la producción de acero desde el horno abierto (*open hearth furnace*) al horno de oxígeno básico (*basic oxygen furnace*) o a la producción en el horno de arco eléctrico (*electric arc furnace*), dio como resultado una disminución en el consumo de material refractario por tonelada de acero de alrededor de 60 kg. por tonelada a solo 7,5 kg. por tonelada de acero crudo en los países productores de acero más avanzados. Si bien algunos países, incluyendo a China, aún

están retrasados en la tecnología más avanzada de materiales refractarios, no se espera que los cambios influencien el consumo de magnesia (aunque éstos serían cambios evolucionarios en vez de revolucionarios), y los países con tecnología de material refractario menos desarrollada simplemente debieran alcanzar los niveles de los más avanzados.

Para el CCM el uso en el alimento para animales representa un negocio bastante estable en Europa y Norteamérica, con oportunidades de desarrollo en los mercados emergentes a medida que aumenta la intensidad agrícola y también lo hace el uso de compuestos y suplementos alimenticios. Del mismo modo, no se espera que existan mayores cambios tecnológicos en otros usos como el medioambiente y la construcción, y es probable que la industria en estos sectores evolucione a paso modesto.

10.2.4 Evolución histórica de la demanda

En general, la demanda de DBM y EFM a nivel global crecerá a una tasa compuesta anual de crecimiento (TCAC) de 5,2% en el periodo 2005-2012, un crecimiento significativamente mayor al que se pronostica que tendrá la demanda de magnesia en CCM, de sólo un 1,2%. D

Dentro del consumo de magnesia en DBM y EFM, China es sin dudas el mayor consumidor en el mundo. Este país ha presentado una TCAC de 10,5% en el periodo analizado, lo que definitivamente ha sido el mayor factor de impulso de la demanda global. El consumo chino de magnesia, dentro del área de DBM y EFM, significó en 2012 tres cuartas partes del consumo de Asia (sin incluir Medio Oriente), así como también más de la mitad de la demanda mundial del *commodity* (53%).

Dentro del sector de CCM, Asia es igualmente la mayor región consumidora en el mundo. Este continente representó en 2012 un 39% de la demanda mundial de magnesia.

Tabla 10.01: Demanda de magnesia por tipo y región, 2005-2012 ('000 toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
DBM y EFM									
África	108	112	112	102	92	100	94	93	-2,1%
América Central y del Sur	184	184	196	192	153	178	197	191	0,5%
América del Norte	506	522	525	494	326	442	470	481	-0,7%
Asia	3.240	3.693	4.183	4.331	4.582	5.146	5.486	5.705	8,4%
China	*2.132*	*2.526*	*2.942*	*3.067*	*3.462*	*3.832*	*4.103*	*4.299*	*10,5%*
Ex-Unión Soviética	679	719	745	697	586	649	676	666	-0,3%
Europa	882	941	962	919	673	826	867	833	-0,8%
Medio Oriente	82	87	93	94	100	112	127	135	7,3%
Oceanía	9	9	9	8	6	8	7	6	-5,5%
Total DBM y EFM	**5.689**	**6.266**	**6.825**	**6.837**	**6.519**	**7.461**	**7.924**	**8.109**	**5,2%**
% cambio anual		*10,1%*	*8,9%*	*0,2%*	*-4,6%*	*14,4%*	*6,2%*	*2,3%*	
CCM									
América Central y del Sur	40	40	40	40	40	40	40	40	0,0%
América del Norte	340	340	345	360	325	340	345	350	0,4%
Asia	480	480	499	519	525	546	568	580	2,7%
Europa	450	450	495	510	475	495	500	500	1,5%
Resto del mundo	30	30	30	30	30	30	30	30	0,0%
Total CCM	**1.340**	**1.340**	**1.409**	**1.459**	**1.395**	**1.451**	**1.483**	**1.500**	**1,6%**
CCM alta ley de salmueras	*499*	*500*	*500*	*500*	*500*	*500*	*500*	*500*	0,0%
Total CCM + CCM alta ley	**1.839**	**1.840**	**1.909**	**1.959**	**1.895**	**1.951**	**1.983**	**2.000**	**1,2%**
% cambio anual		*0,1%*	*3,8%*	*2,6%*	*-3,3%*	*3,0%*	*1,6%*	*0,9%*	
Total	**7.528**	**8.106**	**8.734**	**8.796**	**8.414**	**9.412**	**9.907**	**10.109**	**4,3%**
% cambio anual		*7,7%*	*7,7%*	*0,7%*	*-4,3%*	*11,9%*	*5,3%*	*2,0%*	

Data: CRU International

10.2.4.1 Asia

Según se muestra en la tabla siguiente, la demanda asiática (sin considerar a Medio Oriente) por DBM y EFM combinados ha crecido de 3,2 millones de toneladas en 2005 a 5,7 millones en 2012 sin presentar baja alguna de un año a otro, a pesar de una desaceleración en la recesión. Esto se debe principalmente al crecimiento en la producción del acero en China – y en un menor grado a la producción del cemento – donde dicho país es sin duda el mayor consumidor de Asia. Esto influenció las exportaciones de China, que estuvieron restringidas durante el período debido a la imposición de cuotas de exportación.

La demanda india también continuó aumentando, pero en un orden de magnitud inferior al de China, pues su producción de acero representa alrededor del 10% del total de China. La demanda japonesa estaba aumentando modestamente antes de la recesión, pero su demanda disminuyó significativamente en 2009 debido a la recesión y aún no alcanza los niveles previos a ésta.

Es mucho más difícil hacer un seguimiento de la demanda de CCM y ha habido algunas cifras muy infladas provenientes de algunas fuentes de información de demanda en China. Sin embargo, en algunos procesos el CCM es simplemente un paso intermedio en la producción de DBM, además de ser generalmente la materia prima para la EFM, por lo que existe un doble conteo; asimismo, también existen condiciones de mercado poco transparentes en China, las que llevan a la sobrestimación de demanda. En la tabla siguiente se presentan estimaciones razonables del consumo en Asia y se estima que el crecimiento pasará de 480.000 toneladas a 580.00 toneladas en el período 2005-2012.

Tabla 10.02 Demanda histórica de magnesia en Asia, 2005-2012 ('000 toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
DBM y EFM									
China	2.132	2.526	2.942	3.067	3.462	3.832	4.103	4.299	10,5%
India	275	297	321	347	381	414	442	460	7,7%
Japón	450	465	481	475	350	438	430	429	-0,7%
Corea del Sur	191	194	206	215	194	236	274	276	5,4%
Taiwán	76	80	84	80	63	79	81	83	1,2%
Otros	116	132	149	148	131	147	156	157	4,4%
Asia	**3.240**	**3.693**	**4.183**	**4.331**	**4.582**	**5.146**	**5.486**	**5.705**	**8,4%**
Medio Oriente	82	87	93	94	100	112	127	135	7,3%
Asia + Medio Oriente	**3.322**	**3.780**	**4.276**	**4.425**	**4.682**	**5.258**	**5.613**	**5.839**	**8,4%**
% cambio anual		*13,8%*	*13,1%*	*3,5%*	*5,8%*	*12,3%*	*6,7%*	*4,0%*	
CCM									
Asia	**480**	**480**	**499**	**519**	**525**	**546**	**568**	**580**	**2,7%**
% cambio anual		*0,0%*	*4,0%*	*4,0%*	*1,1%*	*4,0%*	*4,0%*	*2,1%*	

Data: CRU International

10.2.4.2 Europa

Se estima que la demanda de DBM y EFM en Europa (incluyendo Turquía) en 2005 fue de 0,88 millones de toneladas, y aumentó a un pico de 0,96 millones de toneladas en 2007, bajando levemente en 2008 y luego experimentando una drástica reducción y llegando a 673.000 toneladas en 2009 durante la recesión. Hubo una cierta recuperación en la demanda a hasta 0,78 millones de toneladas en 2011, pero esa cifra disminuyó en 2012 dado que la recuperación se estancó dejando una demanda total de alrededor de 90.000 toneladas menor a la de 2005.

La demanda de CCM es menos susceptible que la de DBM a las fuerzas de la recesión, pues se utiliza en la alimentación de animales y en el tratamiento de aguas municipales. Se estima que la demanda en 2005 fue de 450.000 toneladas, aumentando a 510.000 toneladas antes de la recesión,

pero luego disminuyó durante ésta y apenas se ha recuperado desde entonces – a pesar que se espera que alcance los niveles previos a la recesión en 2013.

Tabla 10.03: Demanda histórica de magnesia en Europa y ex-Unión Soviética, 2005-2012 ('000 toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
DBM y EFM									
Rusia	397	425	434	423	360	402	413	423	0,9%
Ucrania	232	245	257	223	179	201	212	198	-2,2%
Francia	78	79	77	72	51	62	63	62	-3,1%
Alemania	178	189	194	183	131	175	177	171	-0,6%
Italia	117	127	126	122	79	103	115	109	-1,1%
Turquía	84	93	103	107	101	117	136	144	8,0%
Otros (Europa + Ex-US)	475	502	516	486	357	416	426	393	-2,7%
Europa	**882**	**941**	**962**	**919**	**673**	**826**	**867**	**833**	**-0,8%**
% cambio anual		*6,7%*	*2,3%*	*-4,5%*	*-26,7%*	*22,6%*	*5,0%*	*-3,9%*	
Ex-Unión Soviética	**679**	**719**	**745**	**697**	**586**	**649**	**676**	**666**	**-0,3%**
% cambio anual		*5,9%*	*3,6%*	*-6,4%*	*-15,9%*	*10,8%*	*4,1%*	*-1,5%*	
CCM									
Asia	**450**	**450**	**495**	**510**	**475**	**495**	**500**	**500**	**1,5%**
% cambio anual		*0,0%*	*10,0%*	*3,0%*	*-6,9%*	*4,2%*	*1,0%*	*0,0%*	

Data: CRU International

10.2.4.3 Las Américas y el Caribe

Se estima que la demanda norteamericana de DBM y EFM (incluyendo a México) fue de alrededor de 506.000 toneladas en 2005, aumentando a un *peak* en 2007, pero cayendo significativamente durante la recesión. La región aún no se ha recuperado de los todos los efectos de la recesión y se estima que la demanda sea de 481.000 toneladas.

La demanda de CCM ha sido mucho más estable, aumentando de 340.000 toneladas en 2005 a un pico de 360.000 toneladas en 2008, con un declive en la recesión y luego una recuperación en 2012 a niveles cercanos a los previos a la recesión.

Se estima que la demanda latinoamericana de DBM y EFM, dominada por Brasil, fue de 189.000 toneladas en 2005, llegando a un peak de más de 200.000 toneladas antes de la recesión, que luego disminuyó a 166.000 toneladas durante ésta, pero que se recuperó en 2011 a los niveles previos – a pesar de que sufrió una leve disminución en 2012.

La demanda de CCM en Latinoamérica es modesta y se estima que sólo alcanza las 40.000 toneladas durante todo el período 2005-2012. El uso de alimentos compuestos para animales con

suplementos minerales que incluyen magnesia es limitada, y se estima que existe un uso muy bajo de magnesia en aplicaciones ambientales – incluyendo el tratamiento de aguas residuales. Se estima que existe el potencial para un futuro desarrollo mientras se desarrollan estos sistemas.

Tabla 10.04: Demanda histórica de magnesia en América, 2005-2012 ('000 toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
DBM y EFM									
EE.UU.	380	394	392	365	233	322	346	355	-1,0%
Brasil	124	121	133	133	104	130	139	138	1,5%
México	65	66	70	69	57	67	72	72	1,6%
Canadá	61	62	62	59	37	52	52	54	-1,8%
Otros	60	63	63	59	49	49	58	53	-1,8%
América	**689**	**706**	**721**	**686**	**479**	**620**	**667**	**672**	**-0,4%**
% cambio anual		*2,4%*	*2,1%*	*-4,9%*	*-30,1%*	*29,3%*	*7,6%*	*0,8%*	
CCM									
América del Norte	**340**	**340**	**345**	**360**	**325**	**340**	**345**	**350**	**0,4%**
% cambio anual		*0,0%*	*1,5%*	*4,3%*	*-9,7%*	*4,6%*	*1,5%*	*1,4%*	
América Cent. y del Sur	**40**	**40**	**40**	**40**	**40**	**40**	**40**	**40**	**0,0%**
% cambio anual		*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	

Data: CRU International

10.2.5 Evolución pronosticada de la demanda en el corto plazo

10.2.5.1 Asia

Se espera que la demanda de Asia continúe creciendo a un paso más acelerado que en el resto del mundo, principalmente debido al crecimiento en China y en menor grado a otras economías en países como India, a pesar de que se espera que el crecimiento japonés sea en el mejor de los casos modesto – e incluso se presente a la baja. Se espera que la demanda total de Asia por DBM y EFM para materiales refractarios crezca a 7,1 millones de toneladas en 2017 de 5,7 millones de toneladas en 2012, donde China representa 5,3 millones de toneladas de la demanda en 2017, alcanzando la demanda total de Asia correspondiente a 2012. Se espera que el consumo en Japón disminuya en ese período con el desplazamiento de una cierta cantidad de producción de acero fuera del país.

Se espera que la demanda de CCM aumente a más de 700.000 toneladas debido al aumento del uso de suplementos minerales en los alimentos para animales junto con el continuo aumento en la producción lácteos de ganado y en la población. También se espera que se experimenten aumentos

en aplicaciones ambientales, así como en la posibilidad de un mayor uso de CCM en el procesamiento de minerales lateríticos de níquel que se encuentran principalmente en Caledonia, Australia, Indonesia y Filipinas.

Tabla 10.05: Demanda pronosticada de magnesia en Asia, 2012-2017 ('000 toneladas)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2005-2012
DBM y EFM							
China	4.299	4.606	4.816	5.004	5.174	5.329	4,4%
India	460	473	508	540	574	608	5,7%
Japón	429	441	446	454	463	466	1,7%
Corea del Sur	276	269	283	297	306	311	2,4%
Taiwán	83	95	101	104	107	109	5,8%
Otros	157	170	190	204	223	243	9,1%
Asia	**5.705**	**6.054**	**6.344**	**6.604**	**6.847**	**7.066**	**4,4%**
Medio Oriente	135	141	157	171	180	190	7,1%
Asia + Medio Oriente	**5.839**	**6.196**	**6.501**	**6.775**	**7.028**	**7.256**	**4,4%**
% cambio anual		*6,1%*	*4,9%*	*4,2%*	*3,7%*	*3,2%*	
CCM							
Asia	**580**	**603**	**627**	**652**	**679**	**706**	**4,0%**
% cambio anual		*4,0%*	*4,0%*	*4,0%*	*4,0%*	*4,0%*	

Data: CRU International

10.2.5.2 Europa

Se espera que la demanda europea (incluida Turquía) alcance las 906.000 toneladas en 2017 en comparación con las 833.000 toneladas observadas el año 2012, presentando una modesta tasa de crecimiento, donde se espera que el crecimiento en la producción de acero se encuentre a un nivel bajo.

Se espera que la demanda de CCM aumente de alrededor de 500.000 a 563.000 toneladas en el periodo. También que la mayor parte provenga del sector ambiental, y que posiblemente se experimente un crecimiento en el sector de la construcción.

Tabla 10.06: Demanda pronosticada de magnesia en Europa y ex-Unión Soviética, 2012-2017 ('000 toneladas)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
DBM y EFM							
Rusia	423	419	431	446	459	470	2,2%
Ucrania	198	210	217	221	223	226	2,7%
Francia	62	63	63	65	65	66	1,0%
Alemania	171	172	172	175	176	177	0,7%
Italia	109	99	101	105	109	112	0,5%
Turquía	144	144	151	158	163	168	3,2%
Otros (Europa + Ex-US)	393	385	405	419	428	437	2,1%
Europa	**833**	**822**	**846**	**869**	**890**	**906**	**1,7%**
% cambio anual		*-1,3%*	*2,9%*	*2,8%*	*2,3%*	*1,8%*	
Ex-Unión Soviética	**666**	**670**	**696**	**718**	**734**	**749**	**2,4%**
% cambio anual		*0,6%*	*3,9%*	*3,2%*	*2,3%*	*2,0%*	
CCM							
Asia	**500**	**510**	**520**	**531**	**541**	**552**	**2,0%**
% cambio anual		*2,0%*	*2,0%*	*2,0%*	*2,0%*	*2,0%*	

Data: CRU International

10.2.5.3 Las Américas y el Caribe

Se espera que la demanda de DBM y EFM en Norteamérica (incluido México) aumente a 551.000 toneladas en 2017 en comparación con las 481.000 toneladas de 2012, lo que refleja un continuo pero modesto crecimiento en la industria acerera. En cuanto al crecimiento en la demanda en Latinoamérica, la cual se observará principalmente en Brasil, se espera que alcance niveles de demanda de 226.000 toneladas en 2017 a partir de 191.000 toneladas en 2012.

Se pronostica que la demanda de CCM en Norteamérica alcance las 386.000 toneladas en 2017 en comparación con los niveles actuales de aproximadamente 350.000 toneladas. Además, la modesta demanda de CCM por parte de Latinoamérica de 40.000 toneladas en 2012 se espera que aumente a 57.000 toneladas en 2017.

Tabla 10.07: Demanda pronosticada de magnesia en América, 2012-2017 ('000 toneladas)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
DBM y EFM							
EE.UU.	355	351	365	379	395	409	2,9%
Brasil	138	141	149	155	160	165	3,6%
México	72	71	75	79	82	85	3,4%
Canadá	54	49	51	54	55	57	1,0%
Otros	53	51	54	57	59	61	2,9%
América	**672**	**664**	**694**	**725**	**752**	**777**	**3,0%**
% cambio anual		*-1,2%*	*4,6%*	*4,4%*	*3,7%*	*3,4%*	
CCM							
América del Norte	**350**	**357**	**364**	**371**	**379**	**386**	**2,0%**
% cambio anual		*2,0%*	*2,0%*	*2,0%*	*2,0%*	*2,0%*	
América Cent. y del Sur	**40**	**42**	**45**	**48**	**50**	**54**	**6,0%**
% cambio anual		*6,0%*	*6,0%*	*6,0%*	*6,0%*	*6,0%*	

Data: CRU International

10.2.6 Evolución pronosticada de la demanda en el largo plazo

Como es de esperar, y dado que existe un alto nivel de incertidumbre en cualquier pronóstico a largo plazo, las proyecciones para la demanda de magnesia en el futuro a largo plazo también implican un gran desafío. De todas formas, nuestras estimaciones indican que la demanda total de DBM y EFM aumente a más de 13 millones de toneladas hacia 2032. Se espera que este crecimiento, según se describe en la tabla siguiente, siga encabezado por Asia, con un crecimiento mucho más modesto en las economías maduras de Europa y Norteamérica. Es posible que Latinoamérica experimente tasas de crecimiento promedio más altas que las de las economías desarrolladas.

Se pronostica, por otro lado, que la demanda de CCM aumente a aproximadamente 3,4 millones de toneladas hacia 2032, liderada nuevamente por el crecimiento en Asia y los países emergentes en general.

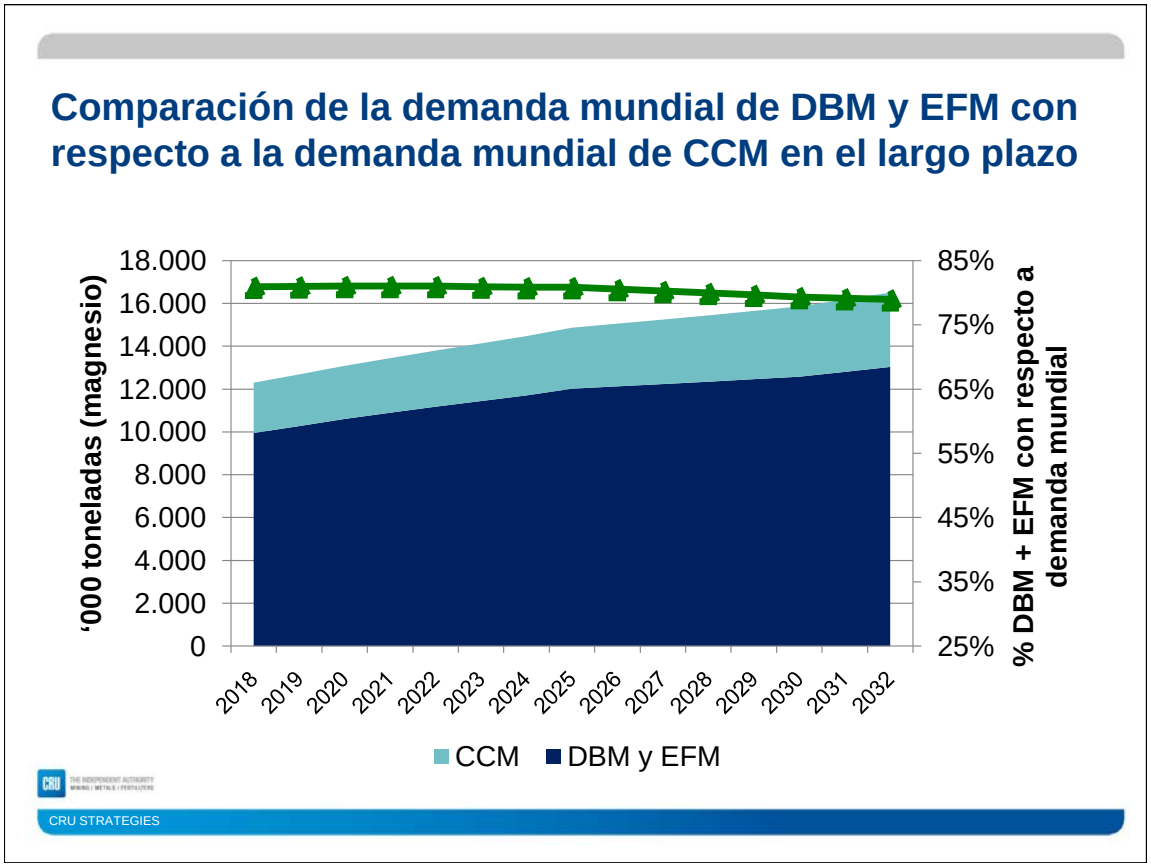
Tabla 10.08: Demanda pronosticada de magnesia por tipo de producto y región en el largo plazo, 2018 - 2032 (millones de toneladas)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
DBM y EFM															
África	132	145	158	173	190	207	227	248	268	290	313	337	363	391	422
América Central y del Sur	346	367	389	412	436	459	484	509	529	551	571	593	614	638	663
América del Norte	461	458	455	460	464	468	473	477	481	486	491	496	501	507	513
Asia-Pacífico (desarrollados)	886	875	865	854	844	836	830	825	825	824	822	820	819	818	818
Asia-Pacífico (en desarrollo)	242	255	269	288	309	330	354	379	399	420	442	465	490	505	521
China	5.293	5.452	5.608	5.725	5.824	5.891	5.946	6.036	5.968	5.887	5.800	5.712	5.609	5.614	5.617
India	679	735	796	859	925	995	1.070	1.149	1.241	1.339	1.444	1.557	1.678	1.802	1.933
Ex-Unión Soviética	803	837	874	921	971	1.023	1.078	1.137	1.158	1.179	1.203	1.226	1.249	1.267	1.284
Europa	873	885	899	885	869	853	837	820	800	779	758	737	716	702	688
Medio Oriente	238	266	295	322	350	379	409	441	461	482	502	522	542	560	577
Total DBM y EFM	**9.953**	**10.275**	**10.608**	**10.898**	**11.181**	**11.443**	**11.708**	**12.021**	**12.130**	**12.237**	**12.347**	**12.466**	**12.581**	**12.805**	**13.037**
% cambio anual		*3,2%*	*3,2%*	*2,7%*	*2,6%*	*2,4%*	*2,3%*	*2,7%*	*0,9%*	*0,9%*	*0,9%*	*1,0%*	*0,9%*	*1,8%*	*1,8%*
CCM															
América Central y del Sur	57	60	64	68	72	76	80	85	90	96	102	108	114	121	128
América del Norte	394	402	410	418	427	435	444	453	462	471	480	490	500	510	520
Asia	734	763	794	826	859	893	929	966	1.004	1.045	1.086	1.130	1.175	1.222	1.271
Europa	563	574	586	598	609	622	634	647	660	673	686	700	714	728	743
Resto del mundo	38	39	41	43	44	46	48	50	52	54	56	58	61	63	66
Total CCM	**1.786**	**1.839**	**1.894**	**1.952**	**2.011**	**2.072**	**2.135**	**2.201**	**2.268**	**2.338**	**2.411**	**2.486**	**2.564**	**2.644**	**2.728**
CCM alta ley de salmueras	563	574	586	598	609	622	634	647	660	673	686	700	714	728	743
Total CCM + CCM alta ley	**2.349**	**2.414**	**2.480**	**2.549**	**2.620**	**2.694**	**2.769**	**2.847**	**2.928**	**3.011**	**3.097**	**3.186**	**3.278**	**3.373**	**3.471**
% cambio anual		*2,8%*	*2,8%*	*2,8%*	*2,8%*	*2,8%*	*2,8%*	*2,8%*	*2,8%*	*2,8%*	*2,9%*	*2,9%*	*2,9%*	*2,9%*	*2,9%*

Data: CRU International

Es claro que en el futuro el consumo de magnesia en productos DBM y EFM para refractarios seguirá dominando el mercado mundial de consumo de magnesia. A pesar que la participación de consumo de DBM y EFM del total de la demanda mundial de magnesia disminuirá levemente en el largo plazo, se espera igualmente que alrededor del 80% del consumo provenga de estos usos en el periodo 2018-2032.

Figura 10.02: Comparación de la demanda mundial de DBM y EFM con respecto a la demanda mundial de CCM en el largo plazo



10.3 Dimensionamiento y caracterización de la oferta

10.3.1 Características generales

La magnesia, que es el principal producto de magnesio comercializado, puede ser producida en operaciones mineras donde se concentra el producto y luego se calcina para extraerle el dióxido de carbono, o bien se puede recuperar del agua de mar o de salmueras ricas en magnesia. La producción a partir de salmueras da como resultado un material con mayores y mejores especificaciones químicas, el cual compite en el sector más avanzado del mercado.

Así, el magnesio metálico por lo general se produce directamente a partir de salmueras de cloruro de magnesio en vez de depósitos minerales de magnesita. También existe una cierta cantidad de producción de kieserita, un mineral de sulfato de magnesio que se utiliza principalmente para aplicaciones de fertilizantes, así como también para aplicaciones químicas y farmacéuticas – a pesar de que los volúmenes son mucho más bajos que la magnesita.

China es el principal productor de magnesia, quien además se ha convertido en el mayor productor y exportador del *commodity*. En la década de los 80 y 90 se le conocía como un proveedor de magnesia de bajo costo, la mayor parte de su producción se regía por especificaciones muy inferiores que permitían bajar los precios en el mundo occidental. No obstante, la estrategia económica china ha cambiado considerablemente desde entonces. Con el crecimiento de la industria acerera y del cemento, que han llegado a representar casi la mitad de toda la producción mundial, la demanda local por magnesia en materiales refractarios ha aumentado significativamente. El país además ha establecido controles de exportación que requieren el pago de una tarifa por licencia y de impuestos por exportación y al valor agregado (IVA). China aún exporta material con las más bajas leyes, pero una proporción mayor es de magnesia de alta calidad – incluyendo la magnesia fusionada. Los precios han aumentado considerablemente debido a los controles de exportación chinos, los cuales están en disputa en la Organización Mundial de Comercio (OMC) y, con la restricción de este suministro, se ha experimentado una recuperación de la producción fuera de China con la adición de nueva capacidad.

Los recientes recortes en las exportaciones chinas dieron pie a nuevos proyectos que podrían añadir 1,36 millones de toneladas a la capacidad mundial durante los próximos tres años: 790.000 toneladas de DBM y EFM y 560.000 de CCM, las que provienen de Arabia Saudita, Rusia, Eslovaquia, Serbia, Australia, India, Brasil, Canadá, Turquía, Grecia, Noruega y Holanda.

En cuanto a la potencial entrada de nuevas operaciones mineras, éstas siempre presentan riesgos. En el caso de los minerales industriales – como la magnesia – existen riesgos adicionales en los que el producto debe poder cumplir con las especificaciones estándar de la industria de manera constante. Es difícil vender cualquier tipo de material que no cumpla con las especificaciones y simplemente se rechaza en vez de aplicársele multas económicas. Además se requiere un buen control de calidad pues la reputación de calidad constante es tan importante como la ley del producto vendido. Como parte de cualquier tipo de desarrollo de proyecto, se debe realizar una gran cantidad de trabajos y procedimientos en etapas tempranas para asegurarse de que se pueda diseñar un flujo correcto del proceso y así producir un producto que sea al menos tan bueno, si no mejor, que los productos que se encuentran actualmente en el mercado. No existen normas específicas para los productos y cada productor puede comercializar decenas de distintas leyes con diferentes niveles de calcinación, contenido de magnesia, granulometría, etc. y, a pesar de que existen numerosos requerimientos se debe demostrar que las propiedades químicas y físicas del producto pueden cumplir con las

necesidades de la industria. La puesta en marcha de una operación con un producto que no cumple en la práctica resultará rápidamente en un fracaso. No existe un precio final para los productos de magnesia, lo que dificulta tanto en la determinación de una estructura de precios para una nueva operación como en el dónde sus leyes podrían entrar en el mercado. Existe una amplia gama de precios que abarcan desde una ley agrícola baja (incluso tan baja como $250 por tonelada), hasta varios miles de dólares para las leyes de alta pureza producidas de manera sintética a partir de salmueras. En el pasado, los precios han sido susceptibles a la fluctuación – lo que está ligado a las políticas de gobierno de China (considerando que éste es el principal productor y exportador del mundo).

10.3.2 Geología

La magnesita ($MgCO_3$) en su forma pura es en teoría 47,8% MgO y 52.2% CO_2. Debido a que casi siempre se vende en forma de óxido, pierde más del 50% de su peso en la calcinación. Se presenta principalmente de dos formas en la naturaleza: calcita espática y calcita criptocristalina. Se puede encontrar como un mineral de relleno en rocas carbonatadas, un material de relleno filoniano en rocas ultrabásicas y en rocas sedimentarias.

Los yacimientos de relleno son los más importantes en cuanto a toneladas que se producen en el mercado actual. Por lo general son relativamente grandes y con alta pureza, a pesar de que puede haber relleno de impurezas como hierro, calcio o sílice en el mineral cristalizado. Los yacimientos típicos se encuentran en Austria, China, Brasil, España, EE.UU. y República Checa. Los yacimientos a menudo se fusionan en una franja dolomítica en vez de estar en contacto con piedra caliza circundante. Si existe la presencia de cuarzo en la roca huésped original es posible que se forme talco y que se exploten comercialmente varios yacimientos de magnesita-talco.

La magnesita criptocristalina generalmente se encuentra en rocas ultrabásicas donde se forma con la alteración de serpentina. Los yacimientos más comunes se encuentran en Grecia, Turquía e India. La magnesita se presenta más frecuentemente como yacimiento fisural en la serpentina. Es posible que existan sistemas filonianos más amplios dentro de estos yacimientos, pero generalmente las vetas son demasiado pequeñas como para convertirse en yacimientos comerciales por sí mismas, aunque pueden mejorar las leyes que se derivan de la serpentinita.

También se presentan en yacimientos sedimentarios, sin embargo existen varias especulaciones acerca de su formación. Se cree que algunos de los yacimientos australianos se pueden haber

formado de esta manera y que existen yacimientos rudimentarios alrededor del lago Salda en Turquía.

El magnesio es el octavo elemento más abundante de la corteza terrestre y es el elemento más cuantioso en el agua de mar. Se encuentra en más de sesenta minerales, de los cuales los que cuentan con una mayor importancia comercial son la magnesita, la dolomita, la kieserita, la carnalita, el talco y el olivino – y forma parte de salmueras y del agua de mar. El presente análisis se centrará en la magnesita y en la magnesia, esta última siendo el nombre dado al óxido de magnesio (MgO).

En el aspecto mineralógico de la magnesia (también conocida como periclasa en estado natural), ésta tiene una densidad de 3,55 a 3,65 g/cm^3 y una dureza de 5,5 en la escala de Mohs. El poder de aislamiento eléctrico de la magnesia es alto, lo que la convierte en un excelente aislante eléctrico de alta temperatura. El hecho de contar con un punto de fundición de 2.800 °C y una alta resistencia a la oxidación y a los ataques de óxido de hierro, álcalis y elementos fundentes con alto contenido de cal, lo convierte en un excelente material refractario. Sin embargo, su expansión térmica es la mayor de todos los óxidos de material refractario puro.

En cuanto a las fuentes de la magnesia, ésta se obtiene comercialmente del carbonato de magnesio (magnesita) o del hidróxido de magnesio o cloruro de magnesio precipitado del agua de mar y salmueras (incluyendo salmueras de carnalita). La magnesia también se puede preparar mediante rutas químicas bastante complejas de magnesita impura y dolomita.

En resumen, la magnesia comercial deriva de las siguientes fuentes:

- Calcinación de magnesita (conocida como magnesia natural)
- Extracción de agua salada más dolomita (magnesia de agua de mar)
- Extracción de salmueras subterráneas y superficiales (magnesia sintética)
- Magnesita (magnesia natural)

La magnesia natural se produce a partir de la magnesita mineral, $MgCO_3$, que es el mineral de magnesio de ley más alta.

La magnesita se presenta en diversos entornos geológicos, pero como mineral forma tres tipos principales de depósitos: magnesita espática (gruesa o cristalina) alojada en rocas carbonatadas (tipo

Veitsch), magnesita criptocristalina alojada en rocas ultramáficas (tipo Kraubath) y precipitaciones criptocristalinas en sedimentos clásticos de agua dulce con pocos años (tipo Bela Stena). Difieren en el modo de cristalización, en los ensamblajes de roca específicos y en los entornos geológicos – donde sus nombres provienen de lugares comunes.

Por el lado de recursos y reservas de magnesio y sus minerales, el USGS estima que las reservas mundiales de magnesita equivalen a alrededor de 8,3 millones de toneladas, que en teoría equivalen a 4 mil millones de toneladas de MgO y 2,4 mil millones de toneladas de Mg. Las mayores reservas de magnesita natural se encuentran en los países con mayor producción, es decir, Rusia con 2,2 mil millones de toneladas de MgO, Corea del Norte con 1,5 mil millones de toneladas y China con 1,3 mil millones de toneladas, las cuales representan alrededor del 70% de las reservas en todo el mundo. Los propietarios de reservas de segundo nivel también actúan como proveedores importantes, como es el caso de Brasil y Australia con un 4% cada uno y Turquía con un 2%, seguidos de Eslovaquia, Grecia y Austria con un 1% cada uno.

Los datos de variadas fuentes ubican a los recursos identificados de magnesita en el mundo en 13 mil millones de toneladas, e incluyen a seis países: China con 26%, Corea del Norte con 23%, Rusia con 21%, Eslovaquia con 10%, Brasil con 7% y Australia con 5% – todos estos representando un 92% del total mundial. Son más de 30 países lo que abarcan el 8% restante de recursos de magnesita. Alrededor del 93% de los recursos mundiales de magnesita son del tipo espática y sólo el 7% del tipo criptocristalina (fina).

Las reservas de magnesia en agua de mar son, para casi todos los fines prácticos, ilimitadas – al igual que los minerales en aguas saladas y salmueras. El Gran Lago Salado de Utah contiene aproximadamente 630 millones de toneladas de cloruro de magnesio. Las cantidades existentes salmueras brindan recursos teóricos que son mucho mayores que las cantidades que jamás se podrían llegar a utilizar. Se estima que las reservas de brucita en EE.UU. alcanzan un total de 3 millones de toneladas en Nevada (asociadas al yacimiento de magnesita en Gabbs) y más de 2 millones en el área de Marble Canyon, en el condado de Culbertson, Texas.

10.3.3 Extracción y procesamiento

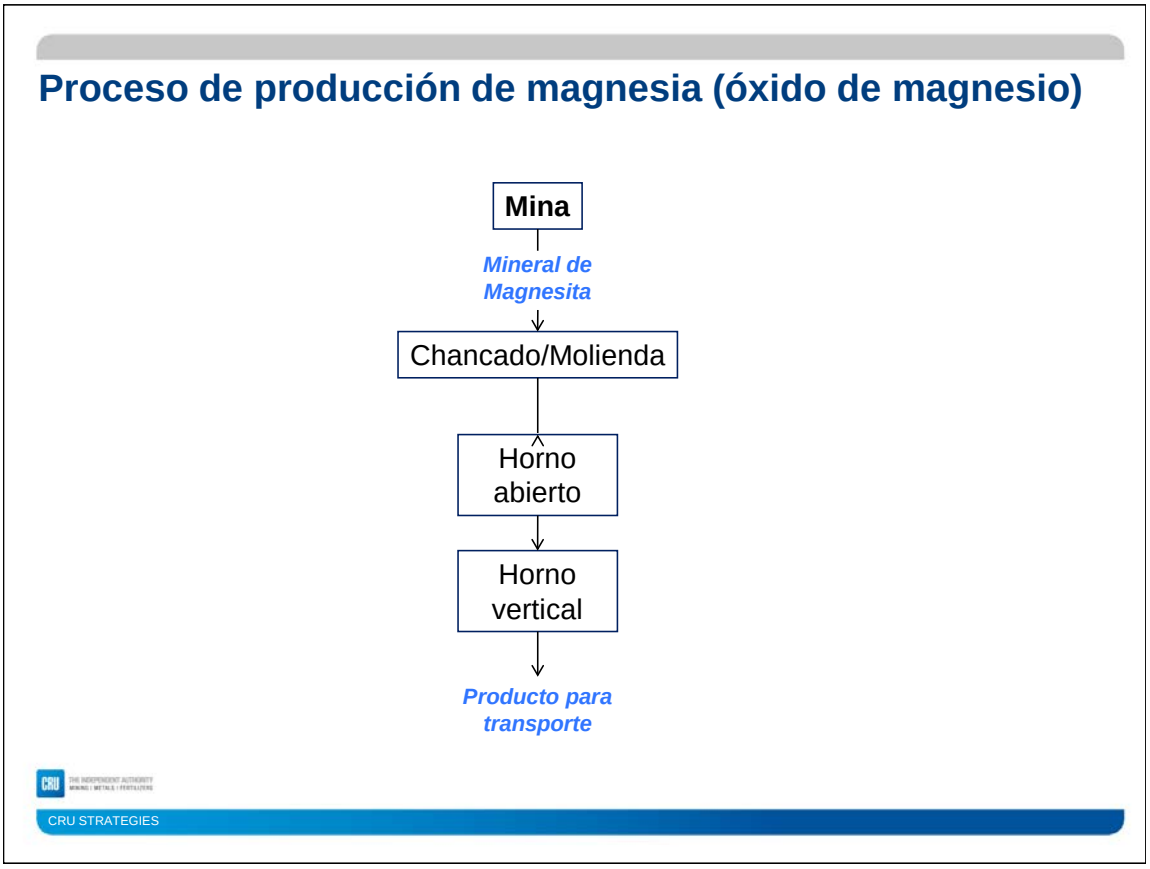
10.3.3.1 Rutas de procesamiento

La magnesita de uso más comercial proviene de grandes yacimientos masivos y generalmente se trabaja con métodos a cielo abierto, como en China, Corea del Norte, Rusia, España, EE.UU. y

Canadá. No obstante, se considera el método de minería subterránea a gran escala más adecuado para algunos de los yacimientos austríacos y eslovacos, pues se ubican en entornos montañosos y a menudo cubiertos de nieve.

A modo de ejemplo general, el siguiente diagrama resume el método de procesamiento de la mina Brumando en Brasil, la más grande de Latinoamérica y una de las más grandes del mundo. El mismo proceso se utiliza para la producción de CCM, con la diferencia de que no pasa por la segunda fase de calcinación.

Figura 10.03: Proceso de producción de magnesia (óxido de magnesio)



Cada yacimiento es distinto y los métodos seleccionados para la explotación y la concentración pueden variar.

El primer proceso consiste en explotar la roca, a menudo a través de la perforación y tronadura, seguido de una fase inicial de chancado. La magnesita se puede separar de los minerales residuales mediante diversos métodos o combinaciones de métodos. Los más básicos son la selección manual,

que aún se utiliza en países como China y Turquía. Se puede avanzar más con maquinaria de clasificación óptica y con la separación magnética. En el caso de operaciones de talco/magnesita, se puede realizar el proceso de flotación, el cual generalmente proporciona un subproducto del talco.

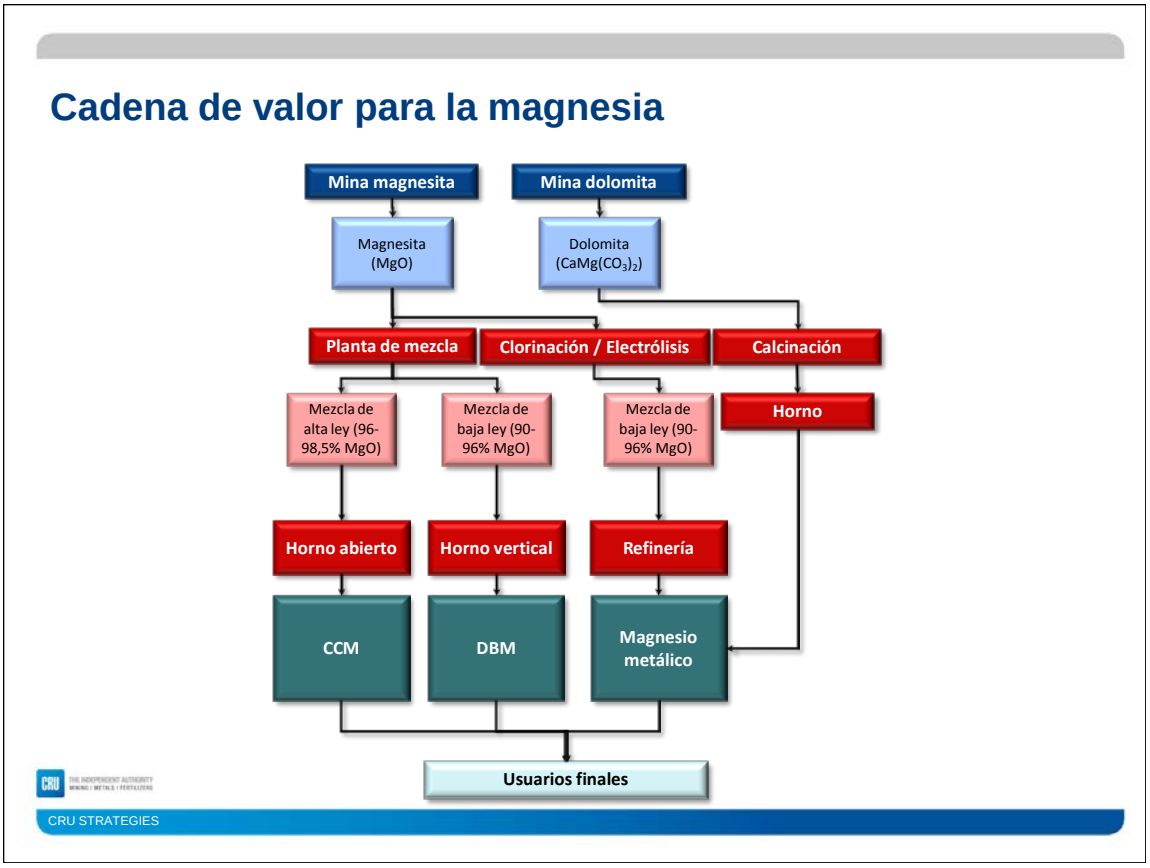
Luego, el mineral a procesar se calcina. En el caso de la magnesia CCM, el proceso se realiza a una temperatura de entre 900 y 1.000 °C, ya sea en un horno vertical o en un horno abierto. Se puede transportar y comercializar como producto por sus propias características. En el caso de la magnesia DBM, algunos yacimientos aprovechan el material que se puede calcinar directamente en el horno vertical o en un horno giratorio a temperaturas que alcanzan hasta los 1.700 °C. Sin embargo, para lograr la alta densidad necesaria para usos en material refractario, algunos yacimientos deben calcinar el concentrado en dos fases. La primera es la misma que para la magnesia CCM, con la diferencia de que luego el producto se briqueta y calcina, ya sea en el horno vertical o giratorio, a hasta 1.700 °C. El CCM también puede actuar como materia prima para la fabricación de EFM, el cual se fusiona en un horno de arco eléctrico a una temperatura de aproximadamente 2.200 °C.

10.3.3.2 Cadena de valor

La cadena de valor para la producción de magnesita es relativamente sencilla. El concentrado de mineral tiene poco valor comercial, pues los volúmenes de magnesita natural que se venden son muy bajos y se utilizan sólo para unas cuantas aplicaciones en los mercados locales – y a veces en los regionales. Por lo general, los concentrados de mineral no se pueden transportar en grandes distancias, ya que el producto de mayor venta es la magnesia y la calcinación de concentrados a magnesia genera la pérdida de CO_2, el que representa casi la mitad del peso.

Mundialmente la calcinación se realiza en o cerca de la mina. El CCM es el siguiente producto en la cadena de valor y se calcina a una temperatura menor que el DBM y que, por lo tanto, involucra un menor costo de producción. El CCM producido se puede vender en su estado original o se puede calcinar más a una mayor temperatura a DBM o fusionar para elaborar EFM. Se pueden producir varias leyes en función de la calidad del mineral original, la eficiencia del procesamiento y el nivel de calcinación. También es posible ajustar el tamaño de la molienda a las especificaciones de un cliente en particular para agregar valor.

Figura 10.04: Cadena de valor para la magnesia y sus productos



Con respecto a la evolución de la cadena de valor en la industria del magnesio, es importante resaltar que se ha producido una tendencia a la integración en el mercado de los refractarios. Los cinco principales productores de refractarios, Vesuvius, RHI, Magnesita, Krosaki y Shinagawa, representan alrededor de un tercio de los $26 mil millones de ingresos totales en la industria. Muchas de estas empresas tienen plantas en China, quien es el mayor consumidor.

Otra tendencia en la industria del magnesio ha sido la creciente racionalización e integración hacia empresas más grandes – productores de refractarios que se integran hacia atrás abarcando el negocio de las materias primas, productores de mineral que se integran verticalmente hacia el negocio de refractarios, productores de magnesio que se diversifican a activos que no son de magnesio, y productores de mineral que se diversifican hacia materias primas para refractarios. La integración del negocio ha creado empresas más grandes y con bases más amplias, muchas de las cuales están integradas verticalmente y son ahora casi independientes del suministro de las materias primas que requieren.

10.3.4 Comercialización (exportaciones e importaciones)

Más de la mitad de la magnesia DBM producida en el mundo se comercializa a nivel internacional y la mayor parte de ella se origina en solo siete países; es más, la mayoría de las exportaciones de Holanda provienen originalmente de China. Este puñado de proveedores presta servicios al negocio mundial de material refractario y, en consecuencia, a las necesidades de las industrias del acero y cemento. En algunos casos, los productores de magnesia han pasado de la comercialización de DBM y EFM a la fabricación y comercialización de material refractario basado en magnesia, ya sea en la forma de ladrillos de magnesia-carbono o como mezclas monolíticas.

En contraste, sólo alrededor del 20% de la magnesia CCM producida a nivel global se comercializa internacionalmente. Es un material de menor valor que tiene menos probabilidades de resistir el costo del transporte. Además, una parte considerable de las necesidades europeas y de la demanda norteamericana se puede satisfacer con la producción local que ha aprobado las normativas para la producción de alimento para animales.

Los principales flujos en el comercio de magnesia se presentan desde Asia (China) a Europa (Holanda y Bélgica y luego a otros lugares, en especial a Alemania) y a Norteamérica (EE.UU.). Dentro de la región asiática, China exporta grandes cantidades a centros industriales en Japón, Corea del Sur y Taiwán. India es un gran importador en crecimiento de magnesia. El desglose de las exportaciones de magnesia de China es 52% de DBM, 33% de EFM y 15% de CCM. En otros lugares, existe un comercio intrarregional activo, como dentro de Europa Occidental, donde el producto originado en Grecia, Austria, España y Turquía alimenta a centros industriales como Alemania; asimismo, las exportaciones de Rusia y Eslovaquia se dirigen a Ucrania y a otros consumidores de Europa Oriental. Las exportaciones de Brasil y Australia tienen como destino principal a Europa.

Existe una amplia comercialización mundial de magnesia, pero la poca comercialización que existe de la magnesia natural no calcinada se realiza a nivel local o regional. En este sentido, las estadísticas del comercio de magnesia pueden ser confusas y no entregar información sensata sobre lo que realmente ocurre en el comercio mundial del *commodity*.

En cuanto a los datos disponibles de comercio, las exportaciones de magnesia de China se clasifican bajo encabezados de DBM, EFM y CCM, con una categoría “otros” que incluye principalmente materiales de bajo precio con menos de un 70% de magnesia, algunos de los cuales se utilizan

posiblemente como acondicionadores de escoria en molinos de acero, pero también puede incluir algunas mezclas refractarias que contienen magnesia y que se mantienen deliberadamente bajo la marca del 70% para evitar las licencias de exportación y los aranceles.

En Europa, las categorías también resultan un poco confusas, con una de ellas definida como “óxido de magnesio que no proviene del carbonato de magnesio natural”, que podría indicar que es de leyes de agua de mar/salmueras; también existe una categoría para la magnesia “sinterizada" calcinada y una para EFM, pero no hay una para CCM – la que muy probablemente termina en la categoría de sinterizados. En EE.UU. las leyes de magnesia calcinada y fusión (DBM y EFM) se incluyen en una sola categoría.

A pesar de la falta de claridad y coherencia en las clasificaciones de los distintos países, aún es posible determinar las tendencias generales y los patrones del comercio para la magnesia a partir de estas estadísticas – no obstante se hace complejo y engañoso desagregar las exportaciones e importaciones en base a origen-destino como normalmente se hace.

Existe una gran cantidad de comercialización de CCM y DBM, en particular dada la multitud de leyes que se suministran y utilizan. Las dos figuras siguientes muestran los principales exportadores e importadores de magnesia de todas las leyes (combinadas), donde la mayor parte del comercio corresponde a DBM y EFM para el uso refractario. El volumen total de exportaciones llega a 4,64 millones de toneladas en 2012, mientras que las importaciones alcanzaron las 4,54 millones de toneladas, con algunas discrepancias debido a las reexportaciones, en particular a través de Holanda, donde llega la mayor parte de las importaciones chinas a Europa para su distribución por todo el norte del continente – a pesar de que también existen exportaciones de magnesia derivada de salmueras en Holanda.

China es sin duda alguna el mayor exportador a nivel global, con un 52% de todas las exportaciones de magnesia. La mayor parte del resto del comercio se realiza dentro de Europa (incluida Turquía y Rusia), a pesar de que se realiza el comercio de las leyes más altas tanto entre Japón y Europa como entre Australia y Europa. Alemania. es el mayor importador, principalmente importando material desde China. EE.UU. es el segundo mayor importador, siendo también varios otros países europeos importantes importadores, importando tanto desde China como desde los principales productores de la región (como Eslovaquia, Turquía y Rusia).

Como se mencionó anteriormente, Holanda es una anomalía, pues la mayor parte de lo que exportan es una mezcla de reexportaciones de material importado en gran medida de China, así como también de Grecia y otros países, junto con exportaciones de magnesia provenientes de salmueras de Nedmag. Japón es un gran productor de acero, pero un pequeño productor del mineral, por lo tanto es un gran importador de magnesia – principalmente proveniente de China.

Ucrania sorprendentemente puede parecer un gran importador, pero es un país que aún cuenta con cantidades considerables de su producción de acero en hornos abiertos, que utilizan grandes volúmenes de magnesia de costo relativamente bajo.

Figura 10.05: Exportaciones totales de magnesia por país exportador, 2012

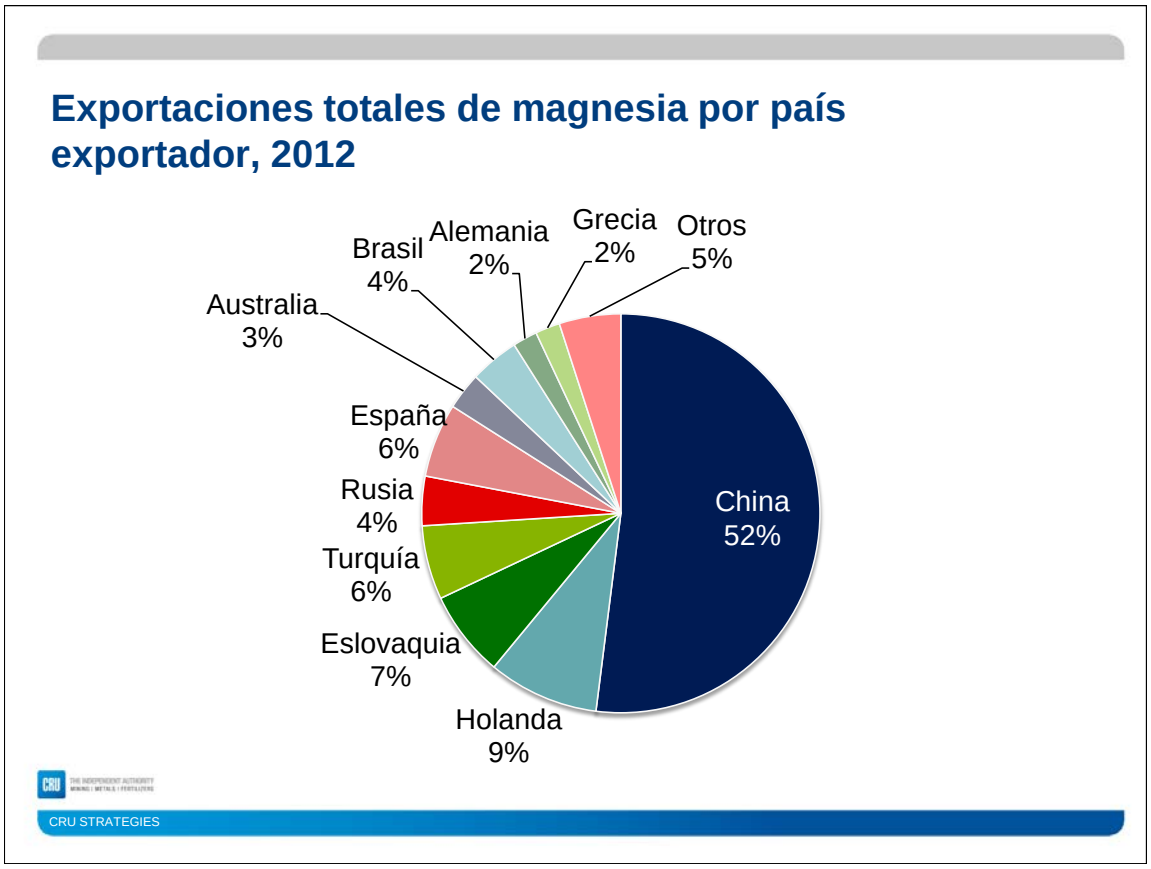
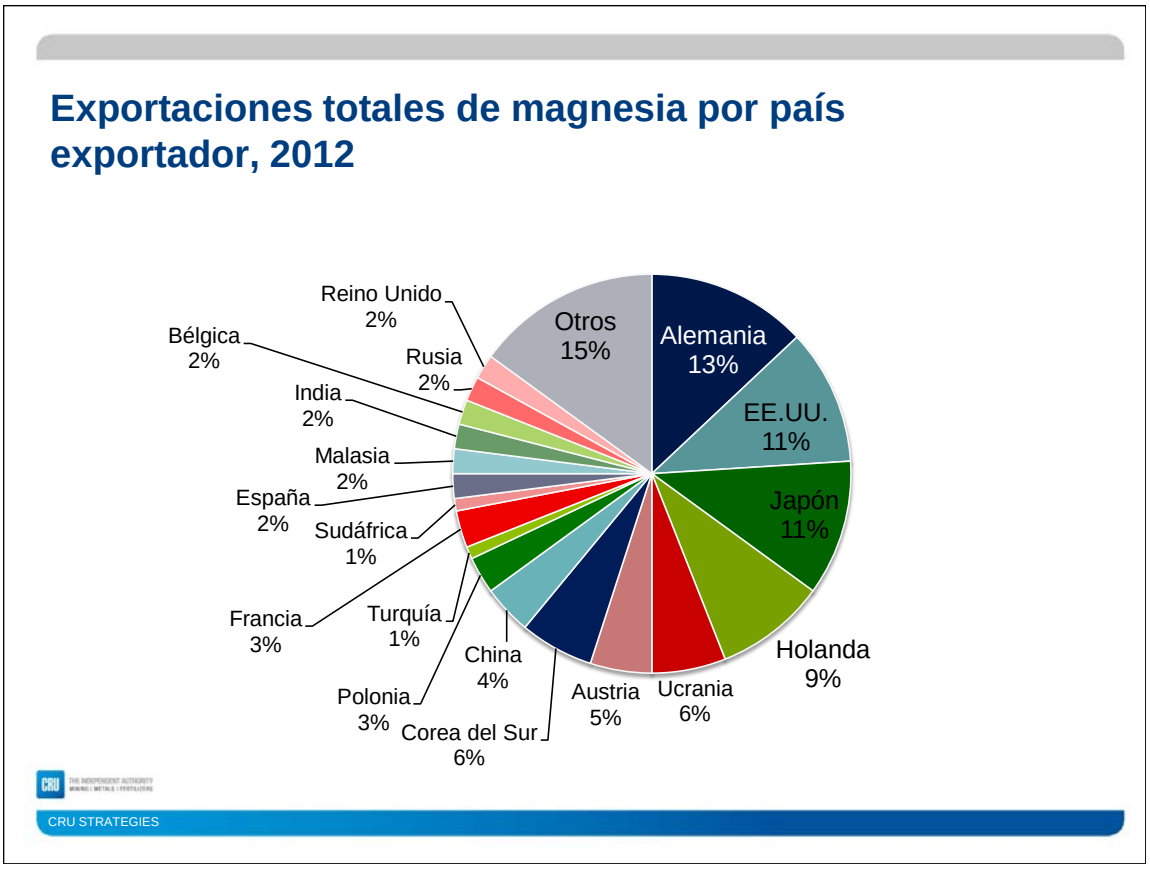


Figura 10.06: Importaciones totales de magnesia por país importador, 2012



10.3.5 Evolución histórica de la oferta

Se debe tener precaución en cuanto a cómo se interpretan las cifras oficiales de producción de magnesia. Algunas fuentes cotizan la producción de magnesita en vez de magnesia, lo que da como resultado una alta cifra, sobre las 20 millones de toneladas de producción, pero que se traduce en un contenido real de MgO de sólo un poco más de 9,5 millones de toneladas. A lo largo de este informe, sólo se considera la magnesia al calcular los niveles de producción.

Comenzando alrededor del año 2000, la producción global de magnesita (la materia prima, en oposición al producto calcinado, que es magnesia) comenzó a aumentar después de la disminuida producción de la década de los 90, duplicándose hasta alcanzar un techo de más de 21 millones de toneladas hacia 2008. Los efectos de la desaceleración económica mundial que comenzó en 2008 disminuyeron la demanda, a pesar de que la producción se recuperó a niveles sobre los 20 millones de toneladas en 2010-2011 con una MgO equivalente de alrededor de 10 millones de toneladas.

Junto con esto, existe una producción de aproximadamente medio millón de toneladas de agua de mar/salmueras de magnesia, a pesar de que las operaciones de aguas saladas de Martin Marietta se incluyen en las cifras de EE.UU. Este aumento en la producción se vio impulsado por una mayor industrialización en el mundo, en especial en Asia, que fomentó la necesidad de contar con y, también de producir, acero, cemento, cal y otros productos manufacturados.

Las estadísticas demuestran que la producción de magnesita de China subió a más del doble entre 2001 y 2006, y luego se duplicó nuevamente entre 2006 y 2012, para alcanzar los 14,5 millones de toneladas – justo bajo el 70% de la oferta total mundial. A China la siguen Rusia, Turquía, Austria, Eslovaquia, España, Brasil e India. Los datos de producción derivados del USGS que se muestran en la tabla incluyen todos los tipos de productos que contienen magnesita (ya sea de la mina, molida, calcinada o beneficiada). No obstante, como se ha mencionado anteriormente, prácticamente toda la magnesita explotada se convierte en magnesia en el país de origen, con una muy pequeña cantidad que se envía por tierra o barco como magnesita natural o semi-procesada.

Gracias a la mayor capacidad fuera de China, ha habido una reducción en la proporción de la producción derivada de China. Esto se debe en parte a los mayores precios y a la oferta restringida de China en los últimos años, lo que alentó tanto a los productores como a los consumidores a investigar y desarrollar recursos que no provinieran exclusivamente de China.

Tabla 10.09: Oferta histórica de magnesita por región, 2005-2012 ('000 toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
China	4.700	6.700	14.000	15.600	13.000	14.000	14.500	14.500	17,5%
Rusia	1.100	1.200	1.200	1.200	1.000	1.200	1.200	1.300	2,4%
Turquía	1.700	2.088	802	678	86	1.000	1.000	1.200	-4,9%
Austria	1	769	812	837	545	757	1	1	1,3%
Eslovaquia	397	1	1	1	0	7	1	1	-60,5%
Brasil	387	383	399	421	410	484	0	0	-61,4%
España	5	539	462	0	0	0	0	0	-28,6%
Grecia	5	463	351	361	250	0	0	0	-32,6%
Irán	0	0	112	116	0	0	0	0	3,9%
Resto del mundo	3.881	2.696	2.599	2.506	3.185	2.850	4.108	4.184	1,1%
Total	**12.176**	**14.839**	**20.738**	**21.721**	**18.477**	**20.298**	**20.810**	**21.187**	**8,2%**
% cambio anual		*21,9%*	*39,8%*	*4,7%*	*-14,9%*	*9,9%*	*2,5%*	*1,8%*	

Data: CRU

Figura 10.07: Producción histórica mundial de magnesio y principales productores en 2012

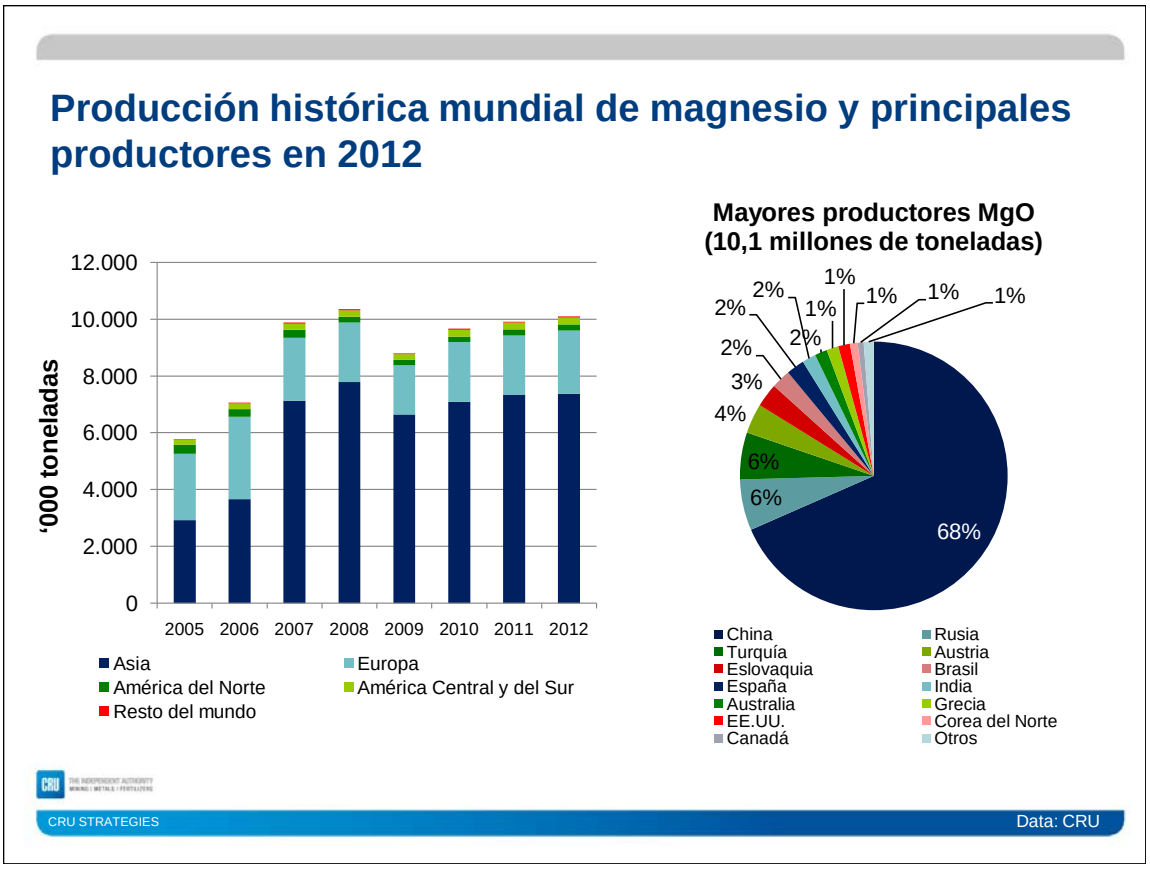


Tabla 10.10: Oferta histórica de magnesia (MgO) por región, 2005-2012 ('000 toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
China	2.238	3.190	6.667	7.429	6.190	6.667	6.905	6.905	17,5%
Rusia	52	571	571	571	48	571	571	619	42,3%
Turquía	810	994	382	323	410	48	48	571	-4,9%
Austria	330	37	386	399	259	361	362	362	1,3%
Eslovaquia	189	448	456	384	228	310	286	286	6,1%
Brasil	184	182	19	201	195	23	230	233	3,4%
España	231	26	220	219	219	219	219	219	-0,8%
India	181	18	171	167	162	164	167	167	-1,2%
Australia	226	212	213	0	16	131	143	152	-5,5%
Grecia	227	221	17	172	119	143	143	143	-6,4%
EE.UU.	238	205	0	131	114	12	143	143	-7,0%
Corea del Norte	238	29	3	71	71	71	71	95	-12,3%
Canadá	86	67	67	67	67	71	71	71	-2,6%
Irán	42	52	53	55	55	55	55	55	3,9%
Sudáfrica	26	35	38	40	36	38	33	33	3,6%
Polonia	10	30	31	29	22	2	2	2	-18,0%
Resto del mundo	466	750	581	87	586	779	460	32	-31,9%
Total	**5.774**	**7.066**	**9.875**	**10.344**	**8.798**	**9.666**	**9.910**	**10.089**	**8,3%**
% cambio anual		*22,4%*	*39,8%*	*4,7%*	*-14,9%*	*9,9%*	*2,5%*	*1,8%*	
Por región									
Asia	2.926	3.661	7.132	7.784	6.644	7.090	7.342	7.376	14,1%
Europa	2.332	2.897	2.214	2.097	1.734	2.103	2.081	2.224	-0,7%
América del Norte	324	271	277	198	181	195	214	214	-5,7%
América Central y del Sur	189	202	214	224	203	239	239	241	3,5%
Resto del mundo	3	35	39	41	36	38	34	34	43,7%
Total	**5.774**	**7.066**	**9.875**	**10.344**	**8.798**	**9.666**	**9.910**	**10.089**	**8,3%**
% cambio anual		*22,4%*	*39,8%*	*4,7%*	*-14,9%*	*9,9%*	*2,5%*	*1,8%*	

Data: CRU

Cabe notar que los valores de producción de magnesia (MgO) recién expuestos han sido desprendidos directamente de los datos disponibles para la oferta de mineral de magnesita por país.

Por otra parte, en cuanto a oportunidades para un mayor desarrollo en la producción de magnesia, si bien pudieran existir oportunidades especialmente en cuanto a una mayor ley del producto, cabe notar que hay variados pronósticos que apuntan a un exceso en la oferta de magnesia DBM y posiblemente de EFM en los próximos años, a menos que se genere una recuperación considerable en los mercados refractarios que dependen en gran medida de la producción del acero – la cual consume hasta un 70% de la producción de material refractario. Se espera que los nuevos aumentos

en la capacidad superen a la demanda en el corto plazo, y pueden pasar cinco años antes de que el mercado se vuelva a equilibrar.

Recientemente hemos presenciado un período de exceso en la capacidad adicional provocado por un período de altos precios y por una oferta restringida por parte de China generada por los controles de exportación. Será necesaria una significativa recuperación en las industrias del acero y cemento para poder absorber la mayor parte de la producción adicional que ya se puso en marcha o que comenzó su construcción antes de la desaceleración producto de la recesión. Podrían presentarse oportunidades si existiese una operación de alta ley y bajo costo con acceso expedito a un puerto. Existen tendencias hacia el uso de materias primas de mayor calidad, aunque esto se ha logrado mediante la producción de EFM a partir de un producto intermedio de CCM. Para ser económica, la producción de magnesia EFM requiere de la disponibilidad de energía eléctrica de bajo costo.

En cuanto a barreras de entrada a la industria, éstas tienden a estar relacionadas con el ganar la aceptación del mercado y con la competición contra los productores ya establecidos. La calidad del producto con especificaciones consistentes y una oferta estable son tan importantes como los son el costo del producto en sí. Los productos dirigidos a la alimentación de ganado deben además obtener certificaciones en los mercados europeos – y en menor medida en los mercados norteamericanos también. Este proceso puede tardar algunos meses, o incluso años.

Asimismo, la tecnología para la producción es pública e incluye técnicas estándar de explotación y procesamiento, además de fabricantes de hornos que puedan proporcionar las capacidades y conocimientos del proceso de calcinación; además, existen empresas independientes de ingeniería con experiencia en este sector, por lo que no existen barreras tecnológicas realmente significativas. No obstante, es absolutamente necesario poder asegurar la producción de la magnesia a una calidad consistente a un precio competitivo según la ruta de producción seleccionada.

10.3.5.1 Asia

Como se puede apreciar en las estimaciones de oferta, Asia es por claramente el mayor productor, con un aumento a más de 7 millones de toneladas en 2012 desde un poco menos de 3 millones de toneladas en 2005. El total de esta nueva capacidad de producción corresponde principalmente a China, país que se disparó para lograr abastecer la demanda de refractarios a partir del crecimiento de su industria del acero – así como también de otros consumidores. Este continente es también el

mayor exportador de magnesia del mundo y, asimismo, exporta ladrillos refractarios de magnesia-carbono, un producto derivado que constituye una exportación implícita de magnesia.

10.3.5.2 Europa

La producción europea (incluyendo Rusia y Turquía) de magnesia sólo fue un poco menor a la de Asia en 2001, y para 2005 Europa estaba 600 toneladas bajo Asia. No obstante, para 2012, la oferta europea ya había caído a cerca de 2,2 millones de toneladas, luego de alcanzar un máximo de 2,9 millones de toneladas en 2006. Muchos productores en Europa se esforzaron por competir con las importaciones chinas durante ese período y algunos cerraron o redujeron su capacidad de producción. Además, se registró un crecimiento moderado de las industrias consumidoras en comparación con China.

10.3.5.3 Las Américas y el Caribe

La producción de Estados Unidos disminuyó de forma significativa durante el período analizado, nuevamente debido a la competencia de las importaciones de magnesia y de ladrillos de magnesia-carbono provenientes de China. Asimismo, sólo se registró un crecimiento moderado de la demanda en este período. Como resultado, la producción de Estados Unidos se vio reducida.

Por el contrario, se registró un incremento de la capacidad en América Latina, específicamente en Brasil, el cual es sin dudas el mayor productor de la región. La producción aumentó de 130 mil toneladas en 2001 a 184 mil toneladas en 2005 y 241 mil toneladas en 2012, en gran parte debido al crecimiento de la demanda local y regional, así como a algunas exportaciones de magnesia y refractarios de la región.

10.3.6 Evolución pronosticada de la oferta en el corto plazo

10.3.6.1 Asia

Diversos reportes indican una producción de magnesia de alrededor de 20 millones de toneladas, cuyo mayor porcentaje proviene de China. Sin embargo, gran parte de esta capacidad incluye cantidades considerables de capacidad en plantas cerradas por obsoletas y por su baja eficiencia, algunas que reportan la capacidad de magnesita en vez de la de magnesio y otras que simplemente están sobreestimadas.

Por esta razón, la capacidad real existente es mucho menor a la registrada en diversos reportes y boletines que sólo se rigen por la información rápidamente asequible. Según las nuestras

estimaciones, los verdaderos niveles de capacidad indicarían que la tasa de utilización es alta – y naturalmente mucho más alta de la que se observaría si se consideraran los valores sobreestimados de capacidad que se manejan en la industria. En este sentido, sabemos que existen varias faenas hoy que permanecen cerradas o bien sus trabajos se han interrumpido, incluyendo algunas plantas en China que están obsoletas y cuyo reinicio de actividades es poco probable.

Igualmente, la capacidad de producción de magnesita en el mundo está dominada por Asia, basada fundamentalmente en la producción de China, la cual representa poco más de 70% del total, donde Corea del Norte sólo produce cerca de 1%. La producción de magnesia en base a agua de mar en esta región se limita a Japón y Corea del Sur. En términos generales, la producción regional de magnesia es de casi 10 millones de toneladas de magnesia calcinada y 4 millones de toneladas de magnesia CCM, aunque – como ya se mencionó anteriormente – gran parte de la producción china pudiera estar sobrevalorada.

Con respecto al productor más importante de Asia (y del mundo), China, se estima que la producción de magnesita en este país en 2012 fue de 14,5 millones de toneladas, con una producción de magnesia de cerca de 7 millones de toneladas. El “Plan Quinquenal” de este país para el período 2011-2016 exigió un aumento anual moderado que alcance 16 millones de toneladas en 2016. Al mismo tiempo, los niveles de distribución de la exportación para 2011 y 2012 se limitaron a 1,8 millones de toneladas y han permanecido inalterados durante 2013, aunque se espera que finalmente se eliminen para cumplir con la reglamentación de la OMC.

El centro de la producción de magnesita en China se encuentra localizado en un cinturón de 50 Km. de largo por 2-6 km de ancho, el cual se extiende desde Haicheng a Dashiqiao en la provincia de Liaoning, situada en sur de la zona noreste del país. En este lugar existen siete minas de gran superficie que concentran 95% de las reservas de toda la provincia, localizadas en la periferia de las ciudades de Haicheng, Dashiqiao, Xiuyan, Fengcheng, Kuandian y Fushun. Muchas de las otras reservas del país se encuentran en la provincia de Shandong, con más yacimientos en las provincias de Hebei, Jilin, Qinghai y Sichuan.

En un momento determinado, hubo más de cien minas de magnesita activas sólo en la provincia de Liaoning, con una producción conjunta de 10 millones de toneladas al año. Haicheng Magnesite Refractory General Factory, Haicheng Xiyang Group y Liaoning Jinding Group fueron las únicas tres minas que registraron una capacidad anual de más de 1 millón de toneladas. En la actualidad, el

gobierno provincial de Liaoning ha cerrado las minas pequeñas y de baja producción y supervisa estrictamente la extracción de magnesita para maximizar el recurso.

Cerca del 70% de los productos de magnesia fabricados en Liaoning se venden dentro de China. El resto se exporta a Asia, América del Norte y Europa. Los destinos principales de la magnesita cáustica calcinada son Holanda, EE.UU., y Japón; y para la magnesita calcinada, EE.UU., Holanda, Rusia e Italia.

Existe una gran cantidad de asociaciones entre las empresas chinas y las empresas de refractarios extranjeras, incluidas RHI, Minteq, Vesuvius, Orind, Refratechnik, Shinagawa y Krosaski.

Para reflejar la magnitud de capacidad (y producción) del que es sin lugar a dudas el mayor productor de magnesia a nivel mundial, la tabla siguiente presenta la capacidad de producción total de magnesia en China. Cabe notar nuevamente que estas cifras pudieran probablemente estar sobreestimadas, donde quizás los niveles de producción reales se encuentran muy por debajo de las cifras acá mencionadas – posiblemente incluso hasta un 40-50%. En algunos casos, la magnesia EFM se contabilizó dos veces, lo que es normal al considerar que el CCM es usado como materia prima.

Tabla 10.11: Capacidad de producción de magnesia en China por productor, 2012 (‘000 toneladas)

Compañía	Locación en China	MgO	CCM	DBM
Anshan Iron & Steel Group, Refractories Group	Anshan, Liaoning	190	-	190
Dashiqiao Rongxing Refractory Materials	Dashiqiao, Liaoning	160	30	130
Dashiqiao Darong Refractories	Dashiqiao, Liaoning	100	-	100
Dashiqiao Gaozhuang Ling Magnesium	Dashiqiao, Liaoning	150	150	-
Dashiqiao Hualin Refractories Mining	Dashiqiao, Liaoning	150	-	150
Dashiqiao City New Type Refractories	Dashiqiao, Liaoning	100	100	-
Liaoning Jinding Magnesite Group	Dashiqiao, Liaoning	80	50	30
Yingkou Jiachen Group	Dashiqiao, Liaoning	350	-	350
Minerals Resources (China)	Fushun, Liaoning	200	200	-
Haicheng Fengchi Mining	Haicheng, Liaoning	310	80	230
Haicheng Houyin Economic and Trade	Haicheng, Liaoning	1.200	-	1.200
Haicheng Magnesite Refractories General Factory	Haicheng, Liaoning	800	400	400
Haicheng Huayu Group	Haicheng, Liaoning	700	-	700
Haicheng City Pailou Magnesia	Haicheng, Liaoning	250	100	150
Haicheng Dongxin Industrial Corp	Haicheng, Liaoning	75	25	50
Haicheng Houyan Magnesia Group	Haicheng, Liaoning	700	-	700
Haicheng Hualin Refractory Co	Haicheng, Liaoning	190	100	90
Haicheng Huyu Group Import and Export	Haicheng, Liaoning	500	-	500
Haicheng Magnesite & Refractories General Co	Haicheng, Liaoning	320	100	220
Haicheng Pailou Magnesia	Haicheng, Liaoning	250	-	250
Haicheng Sanyou New Material	Haicheng, Liaoning	20	-	20
Haicheng Zhongxing Group	Haicheng, Liaoning	35	5	30
Huayin Corp	Haicheng, Liaoning	350	150	200
Jiachen Group Co Ltd	Haicheng, Liaoning	700	-	700
Xiyang Corp	Haicheng, Liaoning	1.000	-	1.000
Liaoning Haicheng Refractory Plant	Haicheng, Liaoning	300	30	270
Liaoning RHI Jinding	Dashiqiao, Liaoning	150	50	100
Liaoning Xinrang Mining Group	Haicheng, Liaoning	250	100	150
Liaoning Xiuyan Talc Mine	Xiuyan, Liaoning	80	80	-
Liaoning Xiuyan Magnesite Mine	Xiuyan, Liaoning	80	80	-
Yingkou Huachen Group	Yingkou, Liaoning	350	50	300
Yingkou Magnesite Chemical Industrial Group	Yingkou, Liaoning	150	150	-
Yingkou Qinghua Group	Yingkou, Liaoning	1.000	300	700
Yingkou Jiachen (Group) Co	Yingkou, Liaoning	470	120	350
Yingkou Magnesite Chemical Group	Yingkou, Liaoning	120	120	-
Laizhou Yufeng Talc	Laizhou, Shandong	40	40	-
Shandong Magnesite Mine	Laizhou, Shandong	70	-	70
Shandong Hengxin Magnesite	Laizhou, Shandong	100	30	70
Xiangxi Hexin Nanometer Material	Baojing County, Hunan	29	29	-
Zhuha Prosperity Metals and Minerals	Jiu Feng Mountain, Zhejiang	30	10	20
Total		**12.099**	**2.679**	**9.420**

Data: CRU

Con respecto al segundo productor asiático, Corea del Norte, los recursos de magnesita en ese país están localizados en las provincias occidentales de Hamgyong-Namdo y Hamgyong-Bukto.

En cierto momento, Korea Magnesia Clinker Group (KMCIG) – de propiedad estatal – tuvo tres minas en operación: Dae Hung, Ryong Yang y Paek Bai, con una capacidad total de 2,5 millones de toneladas por año, logrando una producción de magnesita de 1,2 millones de toneladas. No obstante, este negocio colapsó a principios de 1990, período en que Rusia dejó de abastecer combustible a Corea del Norte para producción, lo cual a su vez permitió que China supliera gran parte de las exportaciones de DBM provenientes de Corea del Norte. En consecuencia, el nivel de producción actual de magnesita calcinada se ha establecido en 125 mil toneladas, 50 mil de éstas correspondientes a EFM. La producción a granel se destina a la industria nacional de acero, pese a que una parte menor se exporta a Japón, Taiwán y otros países del sudeste asiático, así como también a Europa.

Por su parte, los recursos de magnesita en India se localizan en los estados de Uttarakhand (68%), Rajasthan (16%) y Tamil Nadu (13%). Yacimientos de menor producción se encuentran en Andhra Pradesh, Himachal Pradesh, Jammu y Kashmir, Karnataka y Kerala. Por lo general, la calidad del mineral es regular y suele caracterizarse por el bajo contenido de cal y sílice en Tamil Nadu (3,25% Si_{O2}), y el alto contenido de cal (2,5% CaO) y bajo contenido de sílice en Uttarakhand. India posee capacidad para producir cerca de 400 mil toneladas de DBM y 50 mil toneladas de CCM.

La producción de magnesia en Japón está basada en la magnesia de agua de mar, con una producción de 57 mil toneladas de CCM y 150 mil toneladas de DBM.

Finalmente, con respecto a la región de Medio Oriente, hasta hace poco la única producción industrial de magnesia en la región se localizaba en las salmueras del Mar Muerto en Israel y magnesita en Irán. Sin embargo, en 2011, la empresa árabe Ma'aden inició la producción de magnesia utilizando magnesita natural. La empresa actualmente posee una capacidad de producción de 32 mil toneladas de DBM. Jordan Magnesia (Jormag) posee una planta de magnesia en Safi, Jordania, y su capacidad es de 50 mil toneladas de DBM y 10 mil toneladas de CCM cada año. Sus instalaciones actualmente se han sometido a evaluación con el objetivo de reiniciar la producción, pese a que esto no se ha planeado de forma definitiva.

10.3.6.2 Europa

La producción de magnesia en Europa es una combinación de productores de magnesita en Austria, Grecia, Turquía, España, Rusia, Serbia y Eslovaquia y de producción basada en agua salada en Irlanda, Holanda y Noruega.

En particular, en Austria, RHI AG, con su casa matriz ubicada en Viena, es hoy en día el mayor grupo productor de refractarios. RHI produce a nivel mundial unos 1,3 millones de toneladas anuales de magnesita y dolomita de operaciones en Austria, Irlanda, Noruega, Italia, Turquía y China; esto complementado con un suministro externo de materias primas de magnesio (que se reduce a medida que la empresa se torna más autosuficiente). En Turquía, su división Magnesit AS en Eskisehir, produce 140.000 tpa de DBM y en China su empresa conjunta Dashiqiao produce 100,000 tpa de DBM.

10.3.6.3 Las Américas y el Caribe

En EE.UU. y México se produce magnesio en base a salmuera y la magnesita se explota y procesa en EE.UU. y Canadá. La producción de magnesio en EE.UU. se restringe a Martin Marietta Specialties Inc., en base a pozos de salmuera en Michigan, y a Premier Chemicals basada en magnesita en Nevada. Las plantas de agua de mar en Florida, California y Delaware ahora producen cloruro y/o hidróxido de magnesio.

El único productor de magnesia en América Latina es Brasil, con una producción en base a grandes yacimientos de magnesita en el estado de Bahia. La principal empresa productora es Magnesita Refractários, tercer productor más grande de refractarios con una capacidad anual de 1,4 millones de toneladas. Esto se basa en operaciones en Brasil, Argentina, Alemania, Francia, Bélgica, Estados Unidos, China y Taiwán.

Tabla 10.12: Capacidad mundial de producción pronosticada de magnesia, 2012-2017 ('000 toneladas)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
Capacidad existente							
DBM y EFM	8.276	8.730	8.730	8.800	8.800	8.800	1,2%
CCM	2.742	3.100	3.250	3.500	3.500	3.500	5,0%
Total	**11.018**	**11.830**	**11.980**	**12.300**	**12.300**	**12.300**	**2,2%**
Capacidad adicional							
DBM y EFM	230	230	330	-	-	-	
CCM	150	150	260	-	-	-	
Total	380	380	590	-	-	-	
% cambio anual		*0,0%*	*55,3%*	-	-	-	
Capacidad total							
Total	**11.398**	**12.210**	**12.570**	**12.300**	**12.300**	**12.300**	**1,5%**
% cambio anual		*7,1%*	*2,9%*	*-2,1%*	*0,0%*	*0,0%*	

Data: CRU

Cabe notar que las estimaciones de capacidad mundial de magnesia se estiman en base a anuncios de construcción de capacidad adicional en la industria. No obstante, es importante recalcar que no siempre estos anuncios son ciertos, por lo que se debe necesariamente aplicar un ajuste a las adiciones de capacidad para así llegar a los aumentos de capacidad en la industria que realmente se concretarán. Así, las adiciones de capacidad se estiman en entre 380 y 590 mil toneladas anuales hasta 2014.

En este sentido, la disminución en la demanda mundial de magnesio durante la gran recesión de los años 2008 y 2009 tuvo un efecto escalofriante sobre las perspectivas de las expansiones planificadas de magnesita natural y la posibilidad de reiniciar la capacidad de magnesita sintética. No obstante, la recuperación del mercado y la continua reducción de las exportaciones chinas han inducido nuevamente la búsqueda de nuevas fuentes de magnesita y han despertado interés en ampliar las unidades de producción existentes. Hay hoy en día proyectos de expansión *brownfield* en curso o que se han completado recientemente en Australia, China, Los Países Bajos, Noruega, Rusia, Eslovaquia, Serbia, Turquía, Grecia, India, Brasil y Arabia Saudita. Se estima que la expansión de plantas existentes sumará 560.000 toneladas/año de CCM y 790.000 toneladas/año de DBM y EFM hasta 2014. Existen programas de exploración y desarrollo que están activos en Canadá, Australia, India, Kosovo y otras partes.

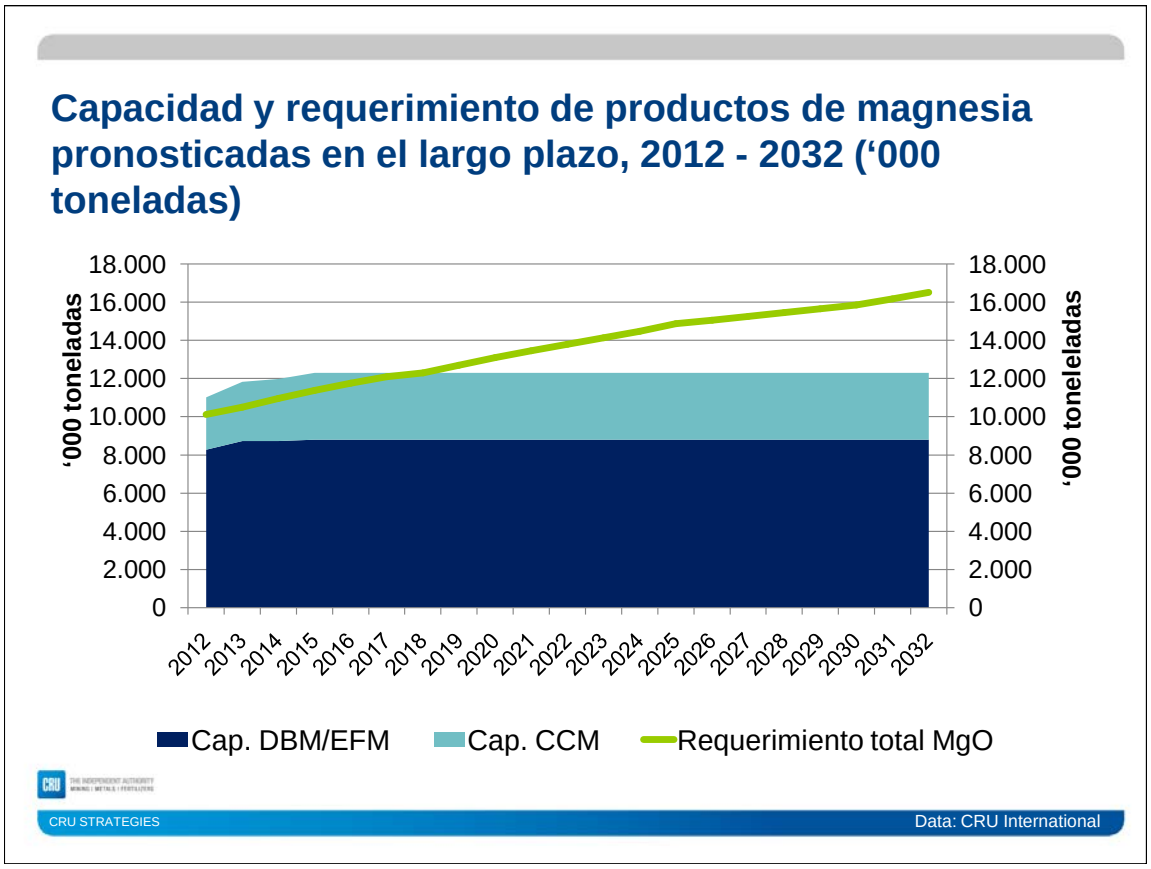
10.3.7 Evolución pronosticada de la oferta en el largo plazo

Para un horizonte de tiempo de largo plazo, los detalles de los proyectos de producción de magnesia y sus diferentes productos comerciales son altamente inciertos, ya que muy pocas empresas planifican sus presupuestos tan delante hacia el futuro – además de que se debe considerar que el mercado del magnesio es altamente poco transparente.

Para las estimaciones de largo plazo de producción de magnesia, se asume que la oferta futura tendrá que aumentar para satisfacer la futura demanda pronosticada. Asimismo, para este pronóstico de largo plazo, se asume que la capacidad de producción mundial no tendrá restricciones durante el período de tiempo considerado, asumiendo suficientes reservas mundiales de magnesia disponibles.

Con esto, para el largo plazo se considera el supuesto que producción será capaz de satisfacer la demanda total de MgO, en todos sus productos, la cual es por lo tanto igual a la estimación de la demanda en el largo plazo. Este pronóstico de demanda de largo plazo equivale a 13,04 millones de toneladas de magnesia en DBM y EFM y 3,5 millones de toneladas de magnesia en CCM para el año 2032, llegando a un total de 16,5 millones de toneladas.

Figura 10.08: Capacidad y requerimiento de productos de magnesia pronosticadas en el largo plazo, 2012 - 2032 (‘000 toneladas)



De esta forma, dentro de un horizonte de largo plazo, no se espera que la demanda exceda la capacidad total de producción de magnesia, incluyendo las adiciones de capacidad estimadas, hasta 2018. Dado que este mercado es poco transparente por factores ya explicados anteriormente, se espera que la industria se ajuste a los requerimientos de demanda mundial.

Así, un factor relevante es el actual estado de sobrecapacidad en el que se encuentra el mercado de magnesia. Dado que en el corto plazo no se observa una necesidad de instalación de grandes magnitudes de nueva capacidad basada en fundamentos económicos (para satisfacer la demanda de magnesia), y dicha nueva capacidad se basa en la recuperación del mercado y la continua reducción de las exportaciones chinas, se estima de esta forma que la producción efectivamente a observar en el futuro – a largo plazo – debiera simplemente ir correlacionada y ajustarse con los niveles de demanda que el mercado exija. No obstante lo anterior, si se divide la demanda de magnesia en base a los productos de DBM y EFM de forma separada de los productos CCM, se espera igualmente

que se requiera capacidad adicional de producción de DBM y EFM – en el corto y mediano plazo – puntualmente para 2015. Esto se analizará en detalle más adelante (cuando se entre a discutir el equilibrio de mercado).

10.4 Balance de oferta y demanda

10.4.1 Descripción de la estructura y mecanismos de precios

No hay mercados establecidos internacionalmente para la magnesita o magnesio. Toda la comercialización se hace en base a negociaciones entre comprador y vendedor. Dado existe una gran variedad de leyes de magnesio entre los productos existentes en el mercado, los precios pueden tener un rango desde quizás $250-300 por tonelada FOB China para un producto de baja ley de magnesia hasta un precio de varios miles de dólares por tonelada para un producto de ley muy alta – de sobre 99% de MgO – de material proveniente de salmueras.

En el pasado era común que los consumidores negociaran contratos anuales con precios fijos por tonelada dentro de un rango de precios acordados. No obstante, después de la recesión en 2009, cuando muchos terminaron con exceso de reservas, la tendencia ha sido comprar en base al corto plazo, a menudo sólo 2 o 3 meses por adelantado; de lo contrario, simplemente en base al momento y usando precios *spot* – hasta que exista algo de estabilidad en la situación económica mundial.

Para conocer el movimiento de precios en el mercado mundial, dichos precios se deben discutir y comentar con contactos en la industria, aunque la revista “Industrial Minerals” publica precios indicativos para un rango de leyes. Los precios de las exportaciones chinas tienden a fijar un punto de referencia, aunque con las exportaciones restringidas por parte de dicho país y el crecimiento continuado en la proporción de oferta proveniente de fuera de éste, los productores occidentales se tornan más competitivos – y, por ende, el precio de exportación de China iría perdiendo algo de relevancia a favor de precios de productores fuera de China.

Otro factor que se debe considerar es la ya comentada creciente integración de productores y consumidores, lo que naturalmente deja una menor porción de los correspondientes productos disponibles en el mercado abierto. Finalmente, cabe notar que existen numerosos *traders* locales e internacionales que gestionan todo el rango de productos de magnesio para los diferentes mercados.

En términos generales, dado que China sigue siendo sin dudas el mayor productor y exportador de magnesia, es sensato considerar como precio de referencia mundial el precio de exportación FOB China. El análisis del movimiento de este precio es un buen indicador de los cambios registrados en el mercado mundial.

10.4.2 Balance histórico de mercado y series de precios históricos

Tanto la oferta como la demanda de magnesio se mantienen en constante cambio, reflejando naturalmente los distintos movimientos en el mercado. El *status-quo* en el mercado fue desarticulado en los años 90 a través de la oferta de refractarios de bajo costo en China y la falta de visión de los consumidores dispuestos a abandonar las fuentes tradicionales para reducir los costos de producción en un mercado altamente competitivo. Los menores precios mundiales dieron como resultado una reducción de la capacidad de producción de magnesia fuera de China a través de tasas operacionales bajas y/o cierre de plantas.

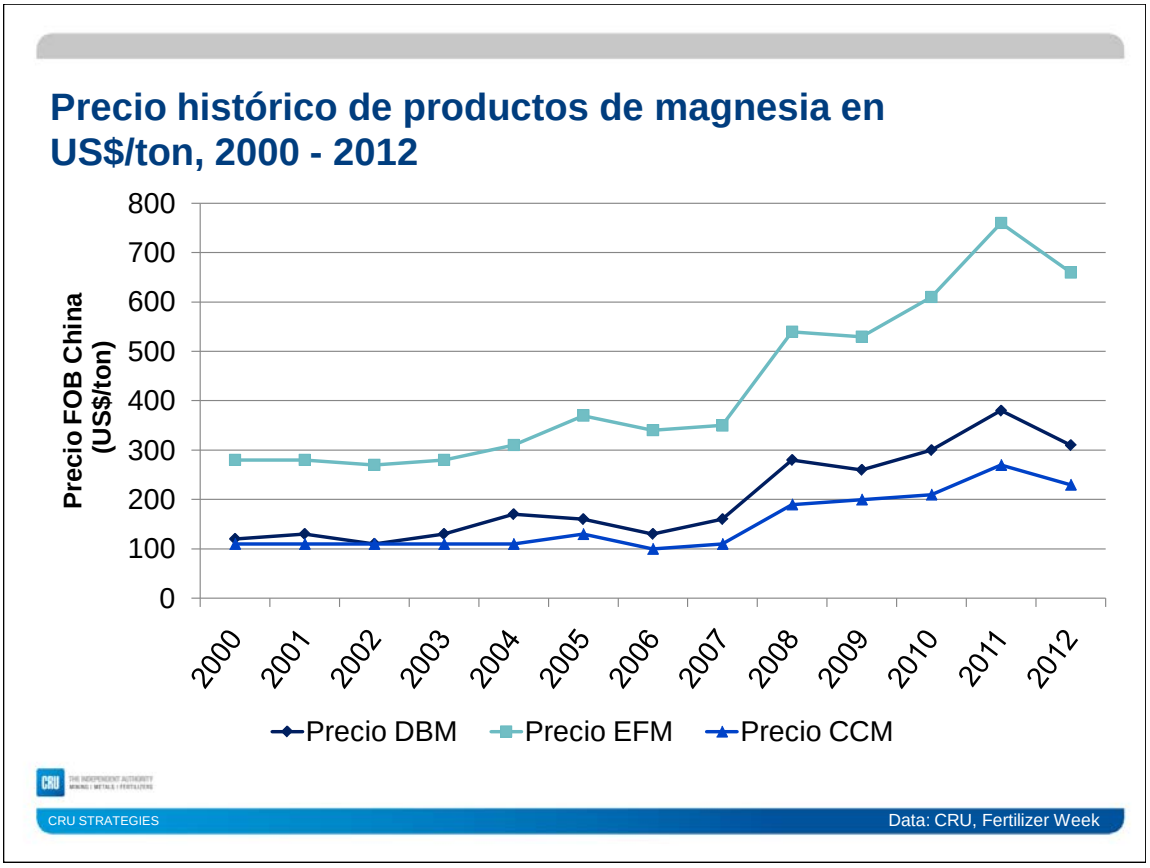
Al mismo tiempo, las tensiones políticas, sanciones de la ONU, y/o la guerra provocaron reducciones en la tasa de producción por parte de Corea del Norte, Rusia y Serbia (ex Yugoslavia). De hecho, en las últimas dos décadas, más de 2.000.000 toneladas/año de capacidad de magnesio se han eliminado o suspendido fuera de China, principalmente en EE.UU., México, Italia, Reino Unido, Japón, India, Corea del Norte y Jordania.

Este dominio de la oferta por parte de China se convirtió en un problema cuando el país oriental comenzó a reducir sus exportaciones de magnesio (y otros minerales) para favorecer su demanda interna en pleno aumento. Esto fue incentivado por el gobierno a través de la imposición de aranceles de exportación y licencias. En lugar de exportar magnesio y grafito, por ejemplo, China comenzó a exportar ladrillos refractarios de carbono de magnesio, muchas toneladas de acero y/o productos fabricados en base a acero. Fue una evolución natural que partió desde la misma materia prima, pasando por productos con valor agregado, hasta llegar finalmente a productos terminados. Esto ha forzado distintos cambios en la industria del magnesio – tanto en China como en el mundo entero.

Analizando los precios FOB China de los productos de magnesia exportados de dicho país, es posible afirmar que después de un largo período de precios relativamente estables, hubo aumentos

substanciales después a partir de 2006. Esto se debió a las restricciones a la exportación impuestas por China, incluido el costo de compra de las licencias de exportación más el IVA y los aranceles de exportación. También influyó el rápido aumento de los costos de los combustibles, que representan una gran parte de los costos de producción del magnesio.

Figura 10.09: Precio histórico de productos de magnesia en US$/ton, 2000-2012



En los años 80 y 90, China fue un gran exportador de magnesio de bajo costo hacia los mercados mundiales. Esto causó que muchos productores fuera de China no pudieran competir y que, como resultado, posteriormente algunos cerraran. Más recientemente, China impuso restricciones a la exportación. Bajo estas restricciones, las empresas deben pagar una licencia para exportar y esto, en conjunto con el IVA sobre las exportaciones y los aumentos en los costos generales, ha resultado en un aumento rápido en el valor de las exportaciones. Sin embargo, el sistema de licencia de exportación de China ha sido cuestionado a través de la OMC y se detectó que no cumplía con

algunas de sus normas. Se han emitido licencias de exportación de magnesio para 2013, pero muchos en la industria esperan que este sea el último año del sistema de licencias.

No obstante, se espera igualmente que otras restricciones o impuestos que cumplan con las normativas de la OMC reemplacen el sistema de licencias actual y que esencialmente el *status quo* permanezca en términos del costo de exportaciones. También podría haber una influencia sobre los precios locales, con algunos impuestos extra. De acuerdo a las Estadísticas de Comercio de las Naciones Unidas, el total de exportaciones chinas registradas en 2012 para todas las leyes de magnesio ascendieron a casi 2,13 millones de toneladas.

Históricamente, es difícil graficar el equilibrio del mercado. Las cifras de China indican que la capacidad está muy por sobre la demanda, con cifras cotizadas hasta de 20 millones de toneladas sólo para China, casi el doble de la demanda mundial actual. Como ya se mencionó, existen varias razones para esto. La magnesia CCM, que luego se calcina a DBM o se funde en EFM, bien podría estar siendo contabilizada dos veces. También hay muchas operaciones en China que todavía se consideran como capacidad operativa cuando en efecto tal vez nunca más produzcan.

La capacidad fuera de China ha sido menos que la necesaria para satisfacer la demanda, pero las exportaciones de alrededor de 2 millones de toneladas anuales desde China han llenado la brecha. Por cierto, fue el aumento de las exportaciones desde China lo que forzó el cierre o reducción de la capacidad de muchas operaciones en los últimos 15 años. La escasez de leyes de alta calidad (96% o más de MgO) se previó en 2008, cuando la demanda fue particularmente fuerte antes de la recesión. Sin embargo, esa situación desapareció rápidamente en 2009 y las reservas que se habían acumulado en 2008 se agotaron reduciendo aún más la demanda, incluso a una mayor envergadura de la que se podría haber esperado. La mayor parte de los anuncios de expansión de capacidad han sido para DBM y EFM de leyes más altas.

Tabla 10.13: Balance histórico de mercado de magnesia y precios históricos de productos de magnesia, 2005-2012 ('000 toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
OFERTA TOTAL	**5.774**	**7.066**	**9.875**	**10.344**	**8.798**	**9.666**	**9.910**	**10.089**
% cambio anual		*22,4%*	*39,8%*	*4,7%*	*-14,9%*	*9,9%*	*2,5%*	*1,8%*
Asia	2.926	3.661	7.132	7.784	6.644	7.090	7.342	7.376
Europa	2.332	2.897	2.214	2.097	1.734	2.103	2.081	2.224
América del Norte	324	271	277	198	181	195	214	214
América Central y del Sur	189	202	214	224	203	239	239	241
Resto del mundo	3	35	39	41	36	38	34	34
DEMANDA TOTAL	**7.528**	**8.106**	**8.734**	**8.796**	**8.414**	**9.412**	**9.907**	**10.109**
% cambio anual		*7,7%*	*7,7%*	*0,7%*	*-4,3%*	*11,9%*	*5,3%*	*2,0%*
Asia	3.802	4.260	4.775	4.944	5.207	5.804	6.181	6.419
Europa	2.011	2.110	2.202	2.126	1.734	1.970	2.043	1.999
América del Norte	846	862	870	854	651	782	815	831
América Central y del Sur	224	224	236	232	193	218	237	231
Resto del mundo (y proveniente de salmueras)	645	651	651	640	628	638	631	629
BALANCE TOTAL	**-1.754**	**-1.040**	**1.141**	**1.548**	**384**	**254**	**3**	**-20**
Asia	-876	-599	2.357	2.840	1.437	1.286	1.161	956
Europa	321	787	11	-29	-1	134	38	225
América del Norte	-522	-590	-593	-656	-471	-586	-601	-617
América Central y del Sur	-35	-22	-22	-8	10	21	2	11
Resto del mundo (y proveniente de salmueras)	-643	-616	-612	-599	-592	-600	-598	-595
Precios FOB China, Nominal								
Precio DBM (US$/ton)	**160**	**130**	**160**	**280**	**260**	**300**	**380**	**310**
Precio EFM (US$/ton)	**370**	**340**	**350**	**540**	**530**	**610**	**760**	**660**
Precio CCM (US$/ton)	**130**	**100**	**110**	**190**	**200**	**210**	**270**	**230**

Data: CRU

10.4.3 Balance pronosticado de mercado y proyecciones de precios en el corto plazo

Es extremadamente difícil evaluar el mercado en el caso del magnesio debido a la posición dominante de China. No obstante, se ha realizado igualmente una estimación de balance de mercado en el corto plazo, proyectando que habrá una pequeña escasez de capacidad de DBM y EFM para 2015 – pero con un exceso de capacidad de CCM que triplica el déficit de DBM y EFM ese mismo año. Lo mismo ocurre para los años 2016 y 2017, con escasez de DBM y EFM, pero con una sobreoferta de CCM superior al déficit de DBM y EFM. No obstante, existe potencialmente una capacidad ociosa importante en China que a corto plazo podría llenar cualquier brecha en el mercado, especialmente si los controles de exportación se relajan en 2014 para cumplir con los requerimientos de la OMC. En la práctica, los contactos en la industria indican que se espera un

exceso de oferta de DBM y EFM en los siguientes 3-5 años, con capacidad adicional fuera de China. Sin embargo, la oferta de productos de altas leyes de MgO (96% o más) podría permanecer ajustada, pese a los aumentos en la producción de EFM.

Tabla 10.14: Balance pronosticado de mercado de magnesia y precios históricos de productos de magnesia, 2005-2012 ('000 toneladas)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
CAPACIDAD TOTAL	**11.398**	**12.210**	**12.570**	**12.300**	**12.300**	**12.300**
% cambio anual		*7,1%*	*2,9%*	*-2,1%*	*0,0%*	*0,0%*
DBM y EFM	8.506	8.960	9.060	8.800	8.800	8.800
CCM	2.892	3.250	3.510	3.500	3.500	3.500
DEMANDA TOTAL	**10.109**	**10.503**	**10.953**	**11.369**	**11.751**	**12.101**
% cambio anual		*3,9%*	*4,3%*	*3,8%*	*3,4%*	*3,0%*
DBM y EFM	8.109	8.450	8.844	9.202	9.525	9.815
CCM	2.000	2.054	2.109	2.166	2.225	2.286
BALANCE TOTAL	**1.289**	**1.707**	**1.617**	**931**	**549**	**199**
DBM y EFM	397	510	216	-402	-725	-1.015
CCM	892	1.196	1.401	1.334	1.275	1.214
Precios FOB China, Nominal						
Precio DBM (US$/ton)	**310**	**335**	**367**	**406**	**442**	**479**
Precio CCM (US$/ton)	**230**	**230**	**252**	**279**	**303**	**329**

Data: CRU

Si bien existen anuncios de nueva capacidad en la industria, no se espera que el aumento de capacidad sea mucho más potente en el futuro cercano. Se espera que si el mercado aumenta la demanda, mientras la economía mundial se recupera de la recesión, podría haber fluctuaciones a corto plazo en la disponibilidad de productos de ciertas leyes. No se espera que estas fluctuaciones duren mucho tiempo, donde las operaciones existentes se expandirán o revivirán, o bien nueva capacidad se desarrollará – especialmente en China. Se espera que la mayor parte del déficit de la oferta esté precisamente en China, donde la situación de oferta y demanda es poco clara y se espera que el equilibrio se restablezca bastante rápidamente.

Otro factor que debe considerarse es que China también exporta ladrillos refractarios de carbono-magnesio que satisfacen parte de la demanda no china de DBM y EFM, especialmente para productos de leyes más altas. Además, se conoce que hubo exportaciones ilegales (y producción) de

magnesio en China. Es desconocido el alcance de esto, aunque se cree que fue significativa en un momento, pero con la mayor fiscalización actual ésta ha declinado.

En resumen, podemos afirmar que la proyección del precio del magnesio está fuertemente influenciada por las políticas chinas. La imposición de licencias e impuestos de exportación no sólo restringieron la oferta, sino que provocaron un escalamiento rápido de los precios. El aumento de los precios significa que los productores no chinos se hicieron más competitivos y se anunciaron varias expansiones y nuevas operaciones, revirtiendo una tendencia decreciente en este ámbito. Se espera que el esquema de licencias se deseche en China en 2014, después de un fallo de la OMC, pero podría ser reemplazado por otras regulaciones que cumplan con los requerimientos de la OMC, pero que aún así impongan impuestos o controles ambientales que restrinjan la oferta exportadora.

10.4.4 Balance pronosticado de mercado y proyecciones de precios en el largo plazo

Para el largo plazo, resulta naturalmente imposible predecir dónde y cuándo se construirá nueva capacidad de producción de magnesio, aunque se conoce que habrá una necesidad de ésta. Dada la situación del mercado actual, con un cierto estado de sobrecapacidad, no se han realizado recientemente nuevos anuncios de expansiones. La industria responderá a los requerimientos del mercado ya sea a través de expansiones de operaciones existentes, muy probablemente en China, Brasil, Rusia y Turquía, como también en otras posibles locaciones con proyectos *greenfield* – a pesar que esto es actualmente especulación pura. Las reservas de magnesita son amplias en el mundo y si la demanda lo requiere y los precios son lo suficientemente altos, estas reservas se desarrollarán para satisfacer la demanda requerida.

Por otro lado, en cuanto a la proyección de precios en el futuro de largo plazo, este pronóstico también es extremadamente complejo de estimar. Estas estimaciones, específicamente para el largo plazo, se realizan en base a la estimación de costos de producción del productor marginal en el futuro – dado que no es posible proyectar para el largo plazo el estado de oferta y demanda del *commodity* con un suficiente nivel de certeza. Así, en base a los conocimientos internos y proyecciones macroeconómicas que se manejan en CRU, se han estimado las proyecciones de costos operacionales de producción de magnesia del productor marginal, el cual teóricamente dictará los precios de mercado al ser el último productor que entra a la industria para satisfacer los niveles de demanda en el largo plazo.

En este sentido, sabemos que el mayor ítem de costo de producción de magnesia es el combustible para calcinación. El aumento de los precios del combustible tiene un efecto significativo sobre los costos del magnesio, menos para la magnesia CCM la cual es calcinada a menores temperaturas que la magnesia DBM y EFM. También existe la posibilidad continua de que las políticas chinas influyan sobre el precio del magnesio debido a su gran participación en términos de producción y exportaciones mundiales. Considerando todo esto, las estimaciones de precio para la magnesia DBM y CCM se presentan en la siguiente figura.

Figura 10.10: Pronóstico de precio de productos de magnesia en el largo plazo, 2017-2032

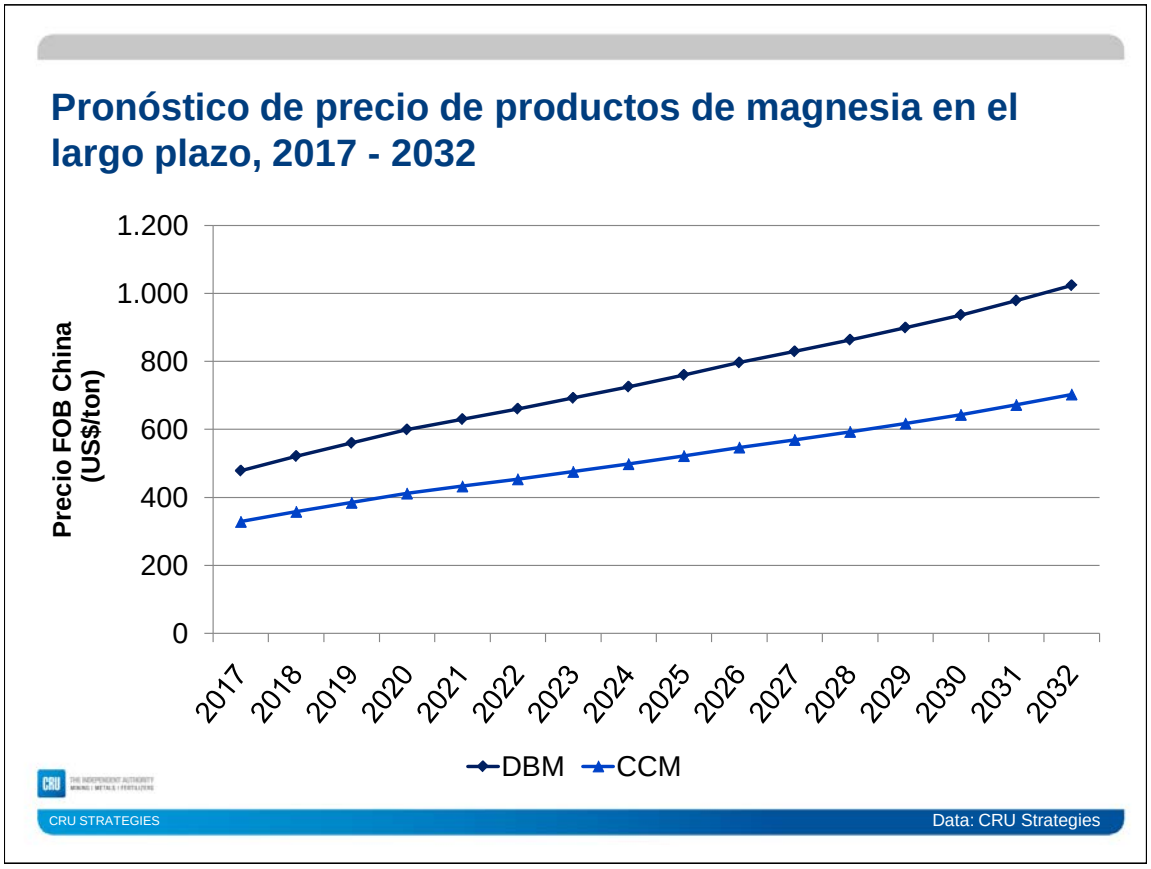


Tabla 10.15: Pronóstico de precio de productos de magnesia en el largo plazo, 2017-2032

Precio (US$/ton), Nominal	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
DBM	479	522	560	600	630	661	693	726	760	797	830	864	900	937	979	1.024
CCM	329	358	385	412	433	454	476	498	522	547	570	593	618	643	672	703

Data: CRU Strategies

Así, es posible apreciar que las proyecciones de largo plazo del precio de los productos de magnesia DBM y CCM presentan una tendencia creciente en términos nominales, llegando el DBM a superar la barrera de los 1.000 US$/ton para 2032, y el CCM superando los 700 US$/ton para el mismo horizonte de tiempo. Este precio, como se explicó anteriormente, está directamente ligado al costo marginal de largo plazo (CMLP) asociado a la producción del potencial nuevo productor marginal que requiera entrar a la industria para satisfacer la demanda por el *commodity* – y obteniendo una tasa de retorno suficiente que lo incentive a permanecer dentro de la industria.

10.4.5 Márgenes y rentabilidad

No existen productores de magnesio listados que sean simples proveedores de magnesio. Una gran parte de la producción de China tiene márgenes y rentabilidad extremadamente poco claros. Fuera de China, muchos de los productores más grandes también están integrados e incluyen en su negocio hasta la producción de refractarios terminados (incluidos RHI, Magnesita, Magnezit y Kumas – la mayoría de los cuales obtienen sus ingresos de la venta de refractarios).

Se estima que el costo marginal actual de producción de CCM es del orden de $200-250 por tonelada para leyes de productos agrícolas (80-90% MgO) y a los precios actuales, el margen de rentabilidad es exiguo para algunos productores. Los precios en algunos mercados han disminuido y se ha reportado que algunos precios en EE.UU. han caído hasta un $70 por tonelada en los primeros 8 meses de 2013. Se entiende que el costo marginal de DBM en Europa es del orden de $300-350 y, con los precios actuales de $320-480 de productos dentro del rango de 90-95% MgO, nuevamente los niveles de márgenes y rentabilidad son bajos.

Se necesita que los precios recuperen sus topes máximos previos a la recesión para incentivar más expansiones de capacidad en fuentes de producción no chinas, ya que es difícil justificar nuevos proyectos de inversión a menos que el producto sea particularmente de alta ley, los cuales poseen un bono o premio significativo por sobre los precios de mercado debido a su alta calidad. En las

condiciones actuales del mercado, los márgenes han mermado, aunque se debe recordar que muchas de las operaciones menos rentables fuera de China cerraron hace ya 10 o 15 años, cuando China inundó el mercado con magnesio barato antes de que promovieran los controles a exportaciones.

10.5 Análisis competitivo de la industria en Colombia

El magnesio en la industria nacional de Colombia se usa para la fabricación de aluminio y acero inoxidable y mezclado con otros metales para producir aleaciones, con las cuales se fabrican diferentes piezas y partes para automóviles. La demanda de magnesia dentro de Colombia ha crecido de forma constante desde hace varios años, gracias al crecimiento del sector de metales y mecánico, junto con el incremento de producción por parte de siderúrgicas y fundiciones.

Sin embargo, el país no cuenta con ninguna operación doméstica de magnesio. Como consecuencia de esto, el país debe importar el *commodity* para satisfacer sus requerimientos internos.

10.5.1 Modelamiento de las cinco fuerzas de Porter y atractivo de la industria

El modelamiento de las cinco fuerzas de la competitividad de Porter se utiliza para conocer qué tan atractiva es una industria *per sé*, considerando las ventajas y desventajas para entrar a un mercado en particular. La tabla siguiente presenta el análisis de competitividad para el mercado mundial de magnesia basado en este modelo.

Tabla 10.16: Modelo de las cinco fuerzas de Porter

Fuerza	Observaciones
Riesgo de sustitución BAJO	• Todos los productos asociados a metales (primordialmente acero), cementos, cerámicas y vidrio requieren del uso de material refractario en sus procesos de producción, el cual es el mayor uso que se le da al magnesio. • No obstante lo anterior, el grado de utilización de magnesia puede igualmente variar en el proceso de producción. Para el acero, por ejemplo, la cantidad de material refractario por unidad de acero producido ha disminuido a medida que la industria local correspondiente avanza en su tecnología. Pese a esto, el mayor consumidor de refractarios, China, aún presenta altos usos de refractarios (y por ende, magnesia) por unidad de acero producido. • En cuanto al uso de magnesia en CCM en el mercado agrícola, el hidróxido de magnesio ha reeemplazado el uso de la cal y soda cáustica. • En cuanto al uso de magnesia en CCM en el sector de la construcción, los "enviro-cements", que contienen mayor proporción de magnesia que otros cementos, han reeemplazado a estos últimos debido a su mejor calidad y propiedades ambientales. • En cuanto al uso de magnesia en CCM en el sector de alimentación, será difícil reemplazar la magnesia en suplementos alimenticios para humanos y alimentación para animales - lo cual aumentará a medida que aumenta la intensidad agrícola en el mundo.
Barreras de entrada ALTAS	• Existe una alta cantidad de operaciones mineras alrededor del mundo, no obstante no todas están 100% operativas debido a los altos costos que presentan. Asimismo, existe poca claridad sobre las operaciones en China, mayor productor global, que efectivamente están produciendo y a qué niveles lo hacen - a pesar que se estima que hoy poseen alta capacidad ociosa. • Con la entrada de China como productor de bajo costo, muchas operaciones mineras dejaron de ser competitivas y tuvieron que forzadamente cerrar o cortar producción. Esta es una amenaza primordial a la hora de analizar las barreras de entrada a la industria. • Oportunidades de entrada se presentarían solo si existiese una operación de alta ley y bajo costo con acceso expedito a un puerto; esto no es tan sencillo de conseguir hoy. • Una barrera relevante tiene que ver con el ganar la aceptación del mercado y con la competición contra los productores ya establecidos. La calidad del producto con especificaciones consistentes y una oferta estable son fundamentales.
Poder proveedores MEDIO-BAJO	• No hay mucha diferencia con la minería en general.
Poder clientes ALTO	• Para una nueva operación generalmente se recomienda realizar las gestiones necesarias a través de un trader específico. Es muy poco común que grandes consumidores de magnesia - como fabricantes de materiales refractarios - cierren un contrato de *off-take* de relevancia dado que los consumidores prioritariamente evitan variar las calidades de la magnesia en productos como materiales refractarios o alimento para animales. • Puede pasar algún tiempo antes de que se acepte un nuevo producto y que los consumidores principales aprueben la calidad. Los clientes pudieran exigir rebajas en precios de compra para así incentivarlas a cambiar de proveedor de magnesia. Esto naturalmente complica a cualquier nuevo entrante a la industria.
Rivalidad de la industria MEDIA-BAJA	• El mercado está notoriamente dominado por China, quien lidera la industria de magnesia en capacidad y, además, no es claro el estado real de producción del país debido a la poca transparencia y desinformación existente. • El nivel de sobrecapacidad actual de China en conjunto con sus bajos costos de producción son una determinante fundamental de baja rivalidad en la industria global - a pesar que tarifas e impuestos de exportación en China pueden cambiar esta visión. • La tendencia en la industria ha sido la creciente integración hacia empresas más grandes - integrándose verticalmente, hacia adelante o hacia atrás, abarcando productos y negocios aguas abajo o aguas arriba, respectivamente. Así, las mismas empresas cubren desde la extracción de materia prima (magnetita) hasta refractarios. Esto hace que varios actores sean ahora casi independientes del suministro de las materias primas que antes requerían. Asimismo, esta misma integración vertical en la industria deja una menor porción de los correspondientes productos disponibles en el mercado abierto.

Data: CRU

Haciendo un análisis basado en las cinco fuerzas de Porter, es posible confirmar que el atractivo de la industria de magnesia es bajo. Si bien se identifica la oportunidad de entrar al mercado como un productor de magnesia en caso de contar con un depósito mineral de ley de magnesio particularmente alta y que se encuentre puntualmente cerca – o con acceso barato – a un puerto, el dominio de China en la industria global y su actual estado de sobrecapacidad es una amenaza con demasiado impacto.

Asimismo, el hecho que la industria mundial de magnesio esté presentando una clara tendencia a la integración, desde la extracción de materia prima a la producción de refractarios, hace que se llega a un nivel de baja competitividad. Asimismo, se ha detectado que los consumidores que no cuentan con abastecimiento interno por lo general no buscan cambiar sus proveedores debido al riesgo en las variaciones de la calidad del producto. Esto, a su vez, está ligado a la particularidad de que la magnesia cuente con productos con mucha variedad en su ley de MgO y calidad.

10.5.2 Dotación de recursos de Colombia

10.5.2.1 Producción histórica de magnesio en Colombia

Colombia ha reportado una producción limitada de magnesia en el pasado, la cual suma un total de 42.000 toneladas de magnesita en 2007 de acuerdo con el Servicio Geológico de los EE.UU. (USGS por sus siglas en inglés) – equivalentes a alrededor de 20.000 toneladas de magnesia. Sin embargo, no se ha registrado producción alguna desde 2008, y existe la posibilidad de que la producción fuera de olivino en vez de magnesita.

Una parte importante de la industria colombiana utiliza magnesio, pero por el momento – y como ya se mencionó anteriormente – no existe producción doméstica, por lo que la industria tiene que importar sus requerimientos del mineral.

Según fuentes de información colombianas, las empresas en Colombia con mayores importaciones de magnesio, utilizado principalmente para las fundiciones de aluminio, son:

- Falek Latina C.I. S.A (empresa especializada en localizar proveedores internacionales para la industria colombiana)
- Alumina S.A. (empresa líder en aluminio en Colombia con sedes en Bogotá, Barranquilla, Cali y Medellín)

- Propulsora S.A. (empresa especialista en aleaciones de metales no ferrosos, planta de producción en Caloto, Valle del Cauca)
- Inferex S.A. (compañía colombiana líder en la importación y comercialización de productos químicos, ferroaleaciones y materias primas industriales de alta tecnología)
- Bernal Bonilla Mónica, Industrial Provisions Ltda.

Los flujos comerciales de importación de productos de magnesio hacia Colombia se presentan en las figuras siguientes. Cabe notar que se separan los flujos del magnesio metálico y del magnesio compuesto, dado que los proveedores y exportadores de los respectivos productos no tienen por qué ser los mismos.

Figura 10.11: Colombia importa magnesio metálico de Hong Kong, China, Canadá, Alemania y EE.UU (datos de 2012)

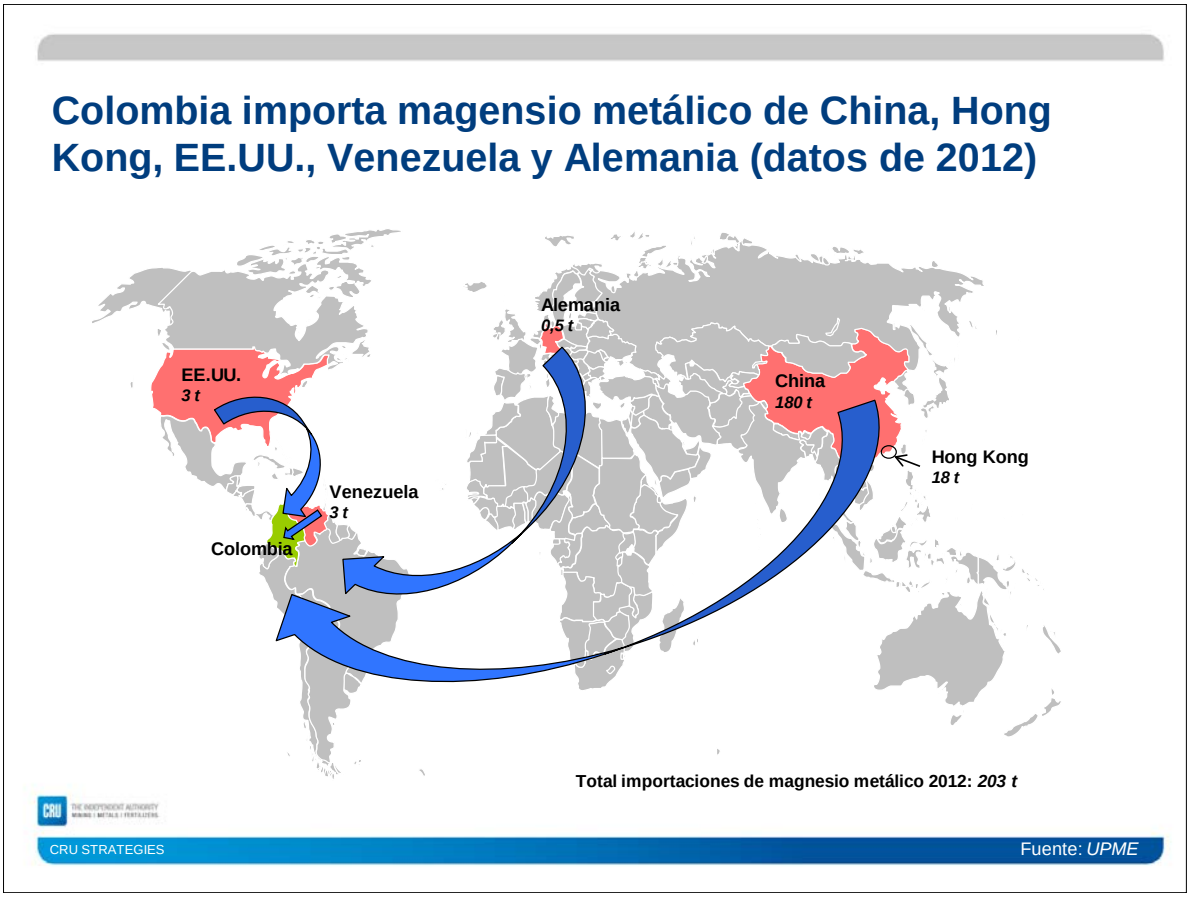
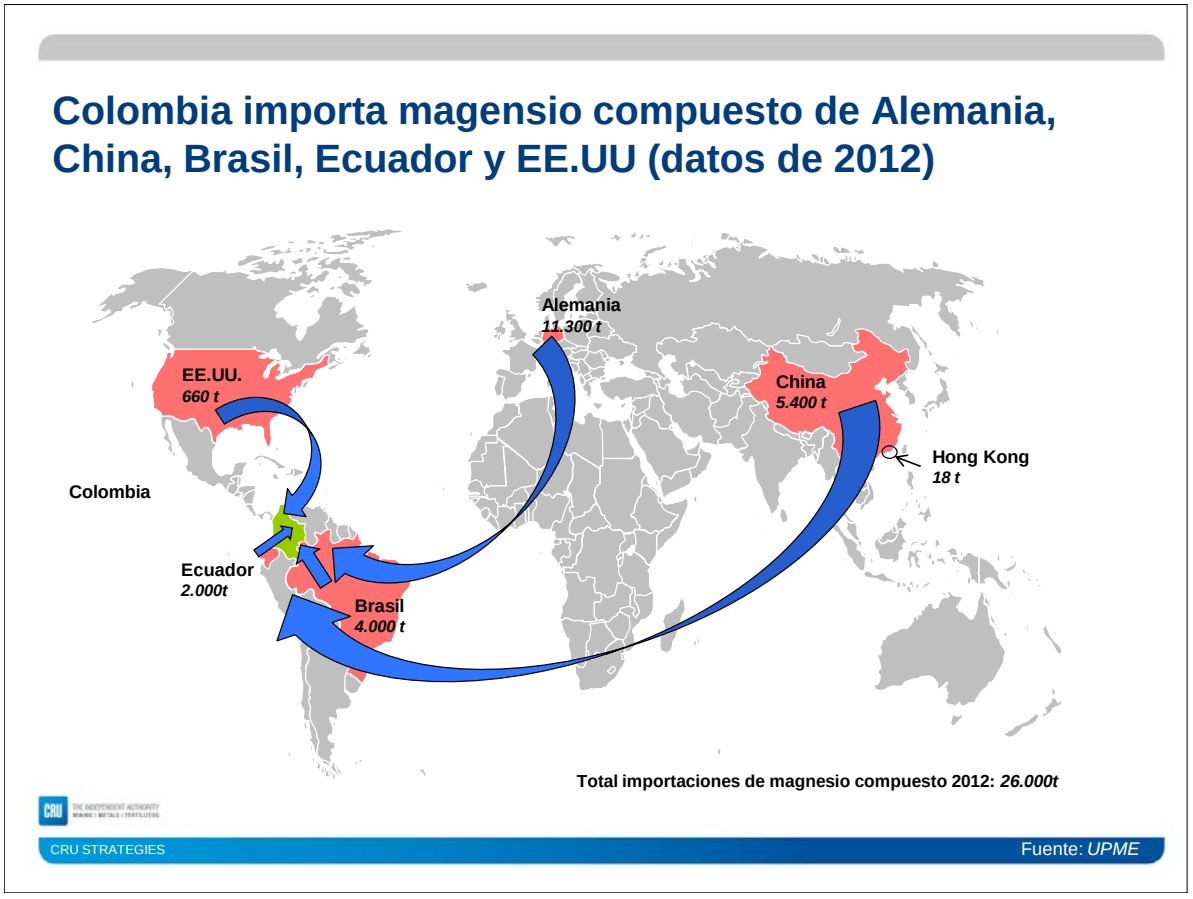


Figura 10.12: Colombia importa magnesio compuesto de Alemania, China, Brasil, Ecuador y EE.UU (datos de 2012)



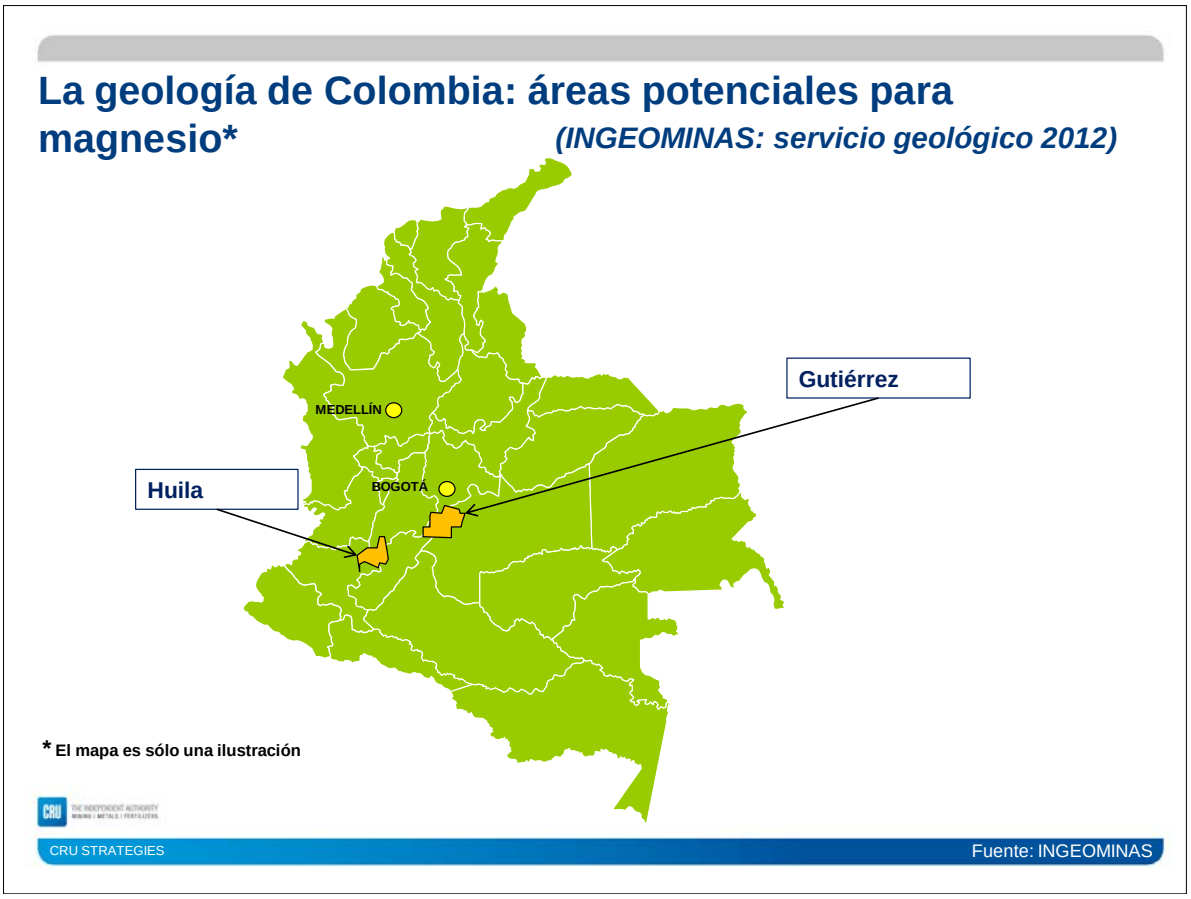
10.5.2.2 Reservas y recursos

Las áreas identificadas con potencial para exploración magnesio están ubicadas en la Cordillera Oriental de Colombia.

En 2012, el Gobierno de Colombia clasificó aproximadamente unas 20 millones de hectáreas como "Reserva Estratégica", de las cuales algunas podrían tener potencial para la futura explotación de magnesio. Las áreas con recursos potenciales de magnesio están en Huila y Gutiérrez.

Como es el caso de varios otros minerales estratégicos, Colombia no cuenta con un potencial estimado ni registros de reservas según normas internacionales, por lo tanto se necesitará de estudios correspondientes para así determinar si alguno de éstos podría presentar un potencial de producción y una operación económicamente viable.

Figura 10.13: Áreas potenciales para la extracción de magnesio en Colombia



10.5.2.3 Proyectos de magnesio en Colombia

En este momento no existen proyectos identificados de magnesio en Colombia. Sin embargo, según el Catastro Minero Colombiano, se solicitaron nueve concesiones mineras para explorar magnesio en 2012 y 2013. Los solicitantes incluyen a las empresas Boyming S.A.S., Magnesio Boli-Valle Ltda. y Magnesios Boli-Valle Ltda.

10.5.3 Principales competidores y posición competitiva de Colombia

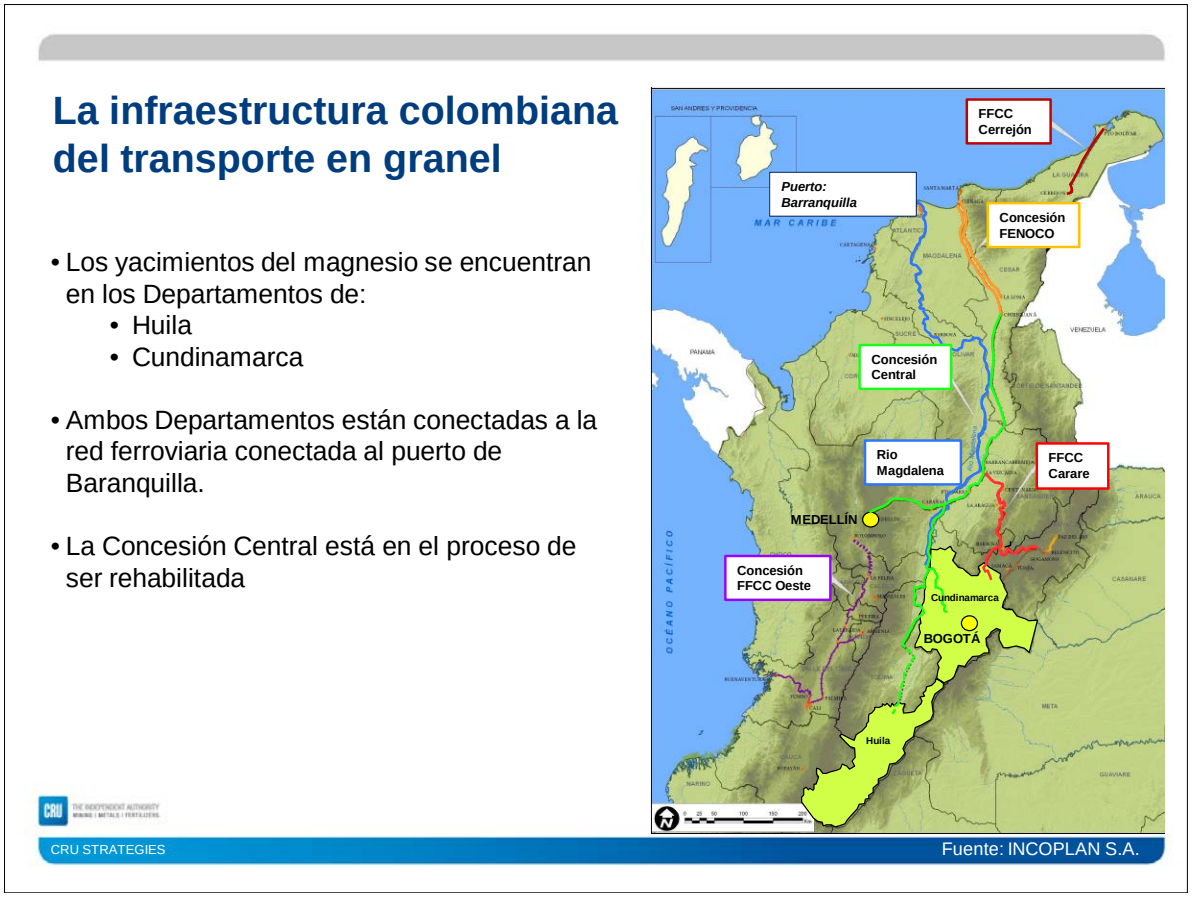
La principal competencia en cuanto a la producción y exportación de magnesia es China, y en base a lo observado en los últimos años, es altamente probable que permanezca así en el futuro dado el impresionante crecimiento de producción de magnesia por parte de China.

Dentro de Sudamérica, Brasil es claramente el mayor productor y consumidor de magnesia. Magnesita (Brasil) es un competidor fuerte en la industria, así como uno de los cinco mayores productores de refractarios en el mundo y un productor altamente integrado. Como proveedor de refractarios, utiliza su producción de magnesia internamente, aunque también vende una porción de ésta al mercado abierto.

10.5.3.1 Ventajas y desventajas competitivas de Colombia

El siguiente diagrama ilustra la red de transporte a granel que existe en Colombia en este momento. La red ferroviaria conectada al puerto de Barranquilla en el norte del país pasa por los departamentos de Huila y Cundimarca, dónde se ubican los recursos de magnesio. Sin embargo, las distancias entre los yacimientos de magnesio y el puerto son grandes, especialmente en el caso del departamento de Huila. Cabe destacar que la red ferroviaria está en el proceso de ser rehabilitada.

Figura 10.14: La infraestructura del transporte a granel en Colombia



Por otro lado, hoy en día Colombia es un importador neto de productos de magnesio. Si la exportación del metal no es rentable, igualmente el país podría utilizar su producción de magnesia para suministrar la demanda doméstica y así no depender de las importaciones. Según datos de UPME, en 2012 el país importó 26.000 toneladas de magnesio compuesto, más una pequeña cantidad de magnesio metálico, 203 toneladas. Sin embargo, cualquier potencial proyecto de producción de gran escala se verá igualmente obligado a evaluar alternativas de exportación si produce más de 26.000 toneladas al año – que es el caso más probable para una operación de escala considerable.

No hay ningún motivo por el cual Colombia no pueda ser competitiva en la industria, siempre y cuando logre identificar un yacimiento adecuado de alta ley, con acceso razonable y barato a un puerto para posterior exportación. En este sentido, hay importantes mercados de exportación en Europa, Norteamérica y algunos países asiáticos, incluido Japón. La viabilidad económica depende

de muchos factores, entre los cuales destacan el costo de explotación y la transformación a concentrados, costos de combustible y logística para los mercados correspondientes. Mientras es de esperar que haya recursos adecuados de menores leyes de magnesio, en el mundo podría haber una escasez futura de material de alta ley, que es más difícil de encontrar y cuya demanda está aumentando a una tasa más rápida que para leyes menores.

La siguiente tabla contiene el análisis de ventajas y desventajas competitivas de Colombia.

Tabla 10.17: Ventajas y desventajas competitivas de Colombia

Ventajas competitivas	● Colombia tiene prospectos geológicos para potencialmente tener un par de operaciones de magnesio. ● Las reservas estratégicas en la Cordillera Oriental del país están cerca de la vía ferroviaria existente, la cual está conectada directamente con el puerto de Barranquilla. Esto facilitaría la implementación logística del transporte interno del magnesia para exportación, evitando costos de capital y operacionales adicionales en transporte. ● Además, en este momento el país importa cantidades significativas de magnesio para suministrar la industria doméstica: futuras operaciones domésticas podrían utilizar su producción de magnesio para suministrar la demanda doméstica y así no depender tanto de las importaciones. ● El procesamiento de la magnesia no es tan complejo como en el caso de otros minerales, por lo que se ahorran importantes costos en general.
Desventajas competitivas	● El país no cuenta con un potencial estimado ni registros de reservas según normas internacionales. ● Actualmente no existe ninguna operación de magnesio en el país, sin emabrgo, Colombia ha reportado una producción limitada de magnesia en el pasado.

Fuente: CRU Strategies

En 2011, la compañía Magnesita (Brasil), claramente el mayor productor de material refractario y magnesia en Latinoamérica y uno de los más grandes del mundo, comenzó a gestionar acuerdos con un productor colombiano de material refractario que involucra intercambios técnicos y el suministro de materias primas, incluida la magnesita, desde sus operaciones en Brasil. Cabe notar que en términos generales, se considera que una operación de agua de mar/salmuera no es adecuada para Colombia debido a que no reúne las condiciones mínimas para sacar adelante este tipo de industria.

RESUMEN

- En resumen, la industria de magnesio, o su producto comercial, la magnesia, presenta un atractivo bajo para Colombia, debido a que en primer lugar sería necesario cuantificar los prospectos geológicos de magnesio en base a normas internacionales y así evaluar técnicamente la factibilidad económica de implementar esta industria en el país. Por otra parte, se estima que actualmente existe un nivel significativo de sobrecapacidad en China, la cual sería capaz de abarcar cualquier requerimiento adicional de oferta.
- Cualquier proyecto de producción de magnesia en Colombia estará enfocada en la exportación debido a que el mercado interno es menor. En este sentido, Brasil es un importante productor de magnesia y material refractario, con una industria de nivel mundial y un gran mercado interno, por lo que lograr impulsar esta industria dentro de la región es altamente desafiante.
- El nivel de sobre capacidad existente en China y el dominio de este país en el mercado mundial es una amenaza para cualquier potencial nuevo actor. El crecimiento observado en la producción de bajo costo proveniente de China en los últimos 15 años produjo el cierre de muchos productores en el mundo occidental que dejaron de ser competitivos.
- No obstante, China ha implementado tarifas de exportación de magnesia que han generad un importante aumento en los costos de exportación, y con esto, un claro incremento en los precios de la magnesia también. Esto causó que varios productores se volvieran competitivos nuevamente al ver el precio de venta más alto y ver menor volumen de exportación desde China debido a estas tarifas e impuestos.
- Dichas tarifas e impuestos no están alineadas con las normas de la OMC, por lo que pudieran verse anuladas pronto y con esto bajar los precios. Sin embargo, CRU estima que China igualmente impondría otro tipo de impuesto que mantendría los costos de exportación altos, y con esto, los precios internacionales se mantendrían altos también.
- La tendencia mundial de los actores de mercado se ha observado hacia la integración vertical, abarcando tanto a la materia prima (magnesita) como a la producción de refractarios. Esto naturalmente implica que los actores de mercado se vean menos expuestos al riesgo de desabastecimiento de magnesia, además de que ahora una menor porción del *commodity* llega efectivamente al mercado abierto. Este, en un eventual caso, no es

necesariamente el camino a seguir en Colombia, dado que de igual forma el mercado local de refractarios es menor.

Capítulo 11 – Carbón

11.1 Resumen general del mercado

RESUMEN DEL MERCADO

- **Características clave del mercado**

  El mercado mundial del carbón alcanzó alrededor de US$940 mil millones en el año 2012, equivalentes a 7.865 millones de toneladas producidas.

  Existen principalmente dos tipos de carbón con dos usos distintivos: el carbón térmico, utilizado como combustible fósil para la generación de energía eléctrica y catalogado según su valor térmico, y el carbón metalúrgico utilizado principalmente en la fabricación de acero y catalogado según su dureza y volatilidad. En 2012 la demanda total de carbón térmico fue de 6.453 millones de toneladas y la de carbón metalúrgico de 1.305, siendo en ambos caso China el mayor consumidor y abarcando un 51% de la demanda total. Otros consumidores importantes son América del Norte (11%), Europa (10%) e India (9%).

  La producción de carbón llegó a los 7.865 millones de toneladas en 2012, de las cuales el 46% se explotó en China (para consumo interno), el 16% en Europa y el 12% en Estados Unidos. Otros actores importantes son India (8%), Australia (5%) e Indonesia (5%).

  En términos de precio, no existe un único precio de referencia definitivo como ocurre con otros minerales. El precio para cada tipo de carbón varía dependiendo de una serie de factores, entre los que se encuentra su calidad y el mercado en el que se consume. Como precio de referencia para el carbón térmico se utiliza el precio de exportación FOB desde Sudáfrica con un valor térmico estándar de 6.000 kcal/kg, el cual fue en promedio de 93,1 US$/ton en 2012. Para el carbón metalúrgico el precio de referencia es el precio de exportación FOB desde Queensland (o Australia) para el LV HCC (*Low Volatility, Hard Coking Cole* o carbón de coque duro de baja volatilidad), el cual fue en promedio de 193,8 US$/ton en 2012 (a modo de referencia y para efectos de comparación, el precio FOB Australia del carbón térmico de 6.000 kcal/kg en 2012 fue de 107,5 US$/ton).

- **Cambios recientes y en desarrollo en el mercado**

  Recientemente y al igual que otros *commodities*, la demanda de carbón tanto térmico como metalúrgico ha sido fuertemente impulsada por una demanda nunca antes vista por parte de

China. Previo a la expansión de la economía china la industria y sus proveedores habían dejado de invertir en capacidad, por lo que los primeros años del boom chino se encontraron con un cuello de botella desde el punto de vista de la producción que impulsó un fuerte aumento en los precios, sobre todo en el caso del carbón metalúrgico cuya demanda creció más que la del carbón térmico. De todas formas, los yacimientos de carbón son abundantes y el mercado no presenta riesgos de escasez en el largo plazo.

- **Oportunidades / Riesgos**

  Dado que la mayor parte de la demanda de carbón corresponde a la demanda de carbón térmico, el mercado en su totalidad es especialmente susceptible a riesgos asociados al carbón como fuente de energía. En los últimos años la conciencia con respecto a problemas como las emisiones de carbono al medio ambiente y el cambio climático global han incentivado el rápido desarrollo de las energías renovables como fuente de energía preferible por sobre los combustibles fósiles. Los pronósticos mostrados en este reporte se basan en la creencia de CRU de que otras fuentes de energía no pueden crecer tan rápido como para satisfacer la demanda futura, y que a pesar de las políticas y regulaciones impuestas el carbón seguirá siendo parte importante de la matriz energética global. Existe siempre el riesgo de que se logren avances tecnológicos importantes o que se instauren políticas gubernamentales especialmente estrictas en contra del carbón, aunque CRU ve esto como poco probable.

- **Acceso al mercado / Barreras de entrada**

  La barrera más presente a la hora de entrar al mercado de carbón es el gran costo de capital que presentan los proyectos. Dado que el precio por unidad de volumen es bajo, la producción y exportación de carbón requiere de enormes instalaciones ferroviarias y portuarias, lo que requiere de una gran inversión. Además de esto el mercado del carbón no presenta muchas barreras, ya que es competitivo y existe una gran cantidad de depósitos.

11.2 Estructura y caracterización de la demanda en Europa, Asia y las Américas y el Caribe

11.2.1 Determinantes de demanda

En general, el carbón se usa de dos formas. Su primer uso es como fuente de combustible. El carbón se quema para generar vapor en una caldera, el que luego se conduce a través de una turbina que

genera electricidad. Asimismo, el vapor se usa directamente en una gran cantidad de procesos industriales. A este uso del carbón se le llama “termal” o “carbón térmico”. El segundo uso del carbón es como reductor químico en la industria metalúrgica. Por ejemplo, a altas temperaturas el carbono del carbón se combina con el oxígeno del mineral de hierro para convertir o “reducir” el óxido de hierro a hierro puro, liberando dióxido de carbono en el proceso. Las transformaciones químicas de este tipo suceden, además, en una variedad de otros sectores, como las ferroaleaciones.

Cuantitativamente, la demanda de carbón térmico es mucho más importante que la de carbón metalúrgico. Actualmente, éste representa el 85% de la demanda global de carbón, y dentro de esta categoría, las centrales eléctricas son el usuario dominante, representando, al menos, el 75% del consumo total de carbón. El carbón metalúrgico representa el 15% restante del consumo mundial, y dentro de esa categoría el uso del carbón metalúrgico (tanto directamente y en la forma de carbón de coque) en altos hornos para la producción de hierro corresponde a la gran mayoría de este uso (al menos el 12% del consumo mundial de carbón).

Por lo tanto, para todos los fines prácticos, al pronosticar la demanda de carbón está determinada por dos conductores claves:

- Las perspectivas para el consumo global de electricidad y, especialmente, la electricidad que se genera a partir del carbón; y
- Las perspectivas de consumo global de hierro, y especialmente el hierro que se produce a partir de un proceso “integrado” (BF-BOF) – es decir, alto horno (*blast furnace* o BF) seguido por el horno básico de oxígeno (*basic oxygen furnace* o BOF).

El carbón no es una materia prima estandarizada; existen muchos tipos distintos de carbón usados en el mundo. A continuación se presenta una tabla resumen que muestra la importancia relativa y los principales usos finales de las diferentes categorías del carbón.

Tabla 11.01: Clasificación del carbón

Tipo de carbón	Carbón fijado	Materia volátil	Ceniza	Humedad	GJ/ton	Mercados de consumo final
Antracita	85% +	1% - 5%	5% - 10%	3% - 10%	26 - 30	Calefacción doméstica y comercial
Bituminoso	60% - 80%	16% - 37%	5% - 10%	2% - 15%	24 - 35	Usos metalúrgicos e industriales, generación de energía
Sub-bituminoso	35% - 55%	39% - 43%	3% - 14%	10% - 35%	20 - 28	Generación de energía, vapor industrial
Lignita	25% - 35%	40% - 50%	10% - 15%	35% - 60%	44,105	Generación de energía en boca-mina

Fuente: CRU

La antracita representa solamente el 1% de la producción total del carbón. Se usa en aplicaciones química e industriales especializadas y en los pocos mercados que van quedando para la calefacción doméstica a partir de carbón. Consiguientemente, tiene precios relativamente altos. El carbón bituminoso se puede usar en aplicaciones metalúrgicas o térmicas, dependiendo de su calidad. El carbón sub-bituminoso es el más abundante de los recursos y sustenta principalmente la generación de energía y las aplicaciones industriales del vapor. El lignito es una fuente de carbón inferior, pero puede ser extraído a bajo costo[1]. Por lo tanto, se usa para la generación de energía a las entradas de las minas para evitar lo que de otro modo significarían costos de transporte enormes.

La mayor parte del carbón metalúrgico se convierte en carbón de coque antes de ser usado en el alto horno. El objetivo de este proceso es remover las materias volátiles y que las partículas de carbono en el carbón se integren en pepitas duras que serán lo suficientemente resistentes para permitir que los gases fluyan eficientemente en el alto horno. De este modo, hay exigencias de calidad muy estrictas asociadas con el carbón metalúrgico, y solamente una minoría del carbón bituminoso del mundo es adecuado para este fin. El carbón metalúrgico debe ser bajo en cenizas, puesto que todas las impurezas terminarán en el alto horno y generarán niveles elevados de escoria o afectarán la calidad del hierro fundido. Además, el carbón metalúrgico necesitará contar con buenas propiedades de coquificación. Esto significa que se formará un carbón de coque fuerte con bajos niveles de material refinado. Evaluar un carbón metalúrgico específico e identificar su lugar en el mercado es una tarea técnicamente compleja que involucra numerosas pruebas.

[1] La turba es una forma aún más inferior del carbón. Durante un tiempo la turba era usada por las centrales eléctricas en Irlanda y aún se usa para calefaccionar algunas cabañas rurales de ese país.

Por otra parte, determinar el valor del carbón térmico es un asunto relativamente sencillo. Su valor está directamente relacionado con su contenido térmico, y como se mostró en la tabla anterior, esto varía de unos bajos 10 GJ/t – o incluso menos – a unos altos 33 GJ/t. Las impurezas son menos importantes en el carbón térmico porque ellas terminan en ceniza de caldera, la cual es relativamente simple de eliminar como residuo. Sin embargo, ciertos elementos, particularmente el azufre, pueden tener a consecuencias ambientales inaceptables. Los carbones altos en azufre solamente pueden ser usados por centrales eléctricas que estén equipadas con adecuados sistemas de control de emisiones o que estén en lugares donde las normas de emisiones sean permisivas.

Sólo una fracción del carbón térmico del mundo es adecuado para el comercio internacional de largas distancias, y esto es porque los costos de transporte para el carbón de baja energía pueden llegar a ser fácilmente prohibitivos. Las centrales eléctricas están interesadas en el contenido energético que aporta el carbón. Por lo tanto, el carbón con bajo valor térmico se vende a un precio menor y el costo de transporte, aunque el mismo para el carbón de cualquier valor térmico, termina representando un porcentaje mayor de las utilidades. Esta dinámica se ilustra en la siguiente tablea, que utiliza ejemplos hipotéticos, pero realistas.

Tabla 11.02: Variación del *netback* de la mina según el valor térmico de su producción

		Bituminoso	Sub-bituminoso			Lignito
Item	**Unidad**	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**
Precio de entrega	US$/GJ	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
Valor térmico	**GJ/ton**	**33**	**28**	**24**	**20**	**10**
Precio de entrega	US$/ton	115,50	98,00	84,00	70,00	35,00
Costo de flete	US$/ton	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Costo puerto y ferrocarril	US$/ton	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50
***Netback* de la mina**	**US$/ton**	**83,00**	**65,50**	**51,50**	**37,50**	**2,50**

Fuente: CRU

Dado el impacto económico de los costos de transporte respecto del carbón de bajo valor calorífico, existen muchas instancias en las cuales este producto es sólo económico si es usado para generar electricidad en centrales eléctricas que están ubicadas en minas o muy cercanas a ellas. Generalmente, es mucho menos costoso transportar electricidad que carbón. No obstante, esto no es una proposición práctica cuando está involucrado el comercio internacional que abarca largas distancias.

El comercio por vía marítima del carbón térmico está, por lo general, confinado al carbón bituminoso de relativo alto valor energético. Un considerable grado de estandarización tuvo lugar en este comercio a través de los años. El precio de referencia generalmente aceptado para el carbón térmico se refiere a un producto que tiene 6.00 kcal/kg (25,12 GJ/t) al ser medido en una base neta (NAR, *"net as received"*). NAR se refiere a la energía utilizable en el carbón cuando se quema, por ejemplo, en una caldera de estación eléctrica. Se debe tener cuidado cuando se consulta el contenido de energía del carbón, ya que esto no siempre se informa en las misma base consistente. Otros conceptos que pueden ser usados incluyen el valor energético bruto a recepción (GAR) y el valor energético bruto del aire seco (GAD). La siguiente tabla resume los diferentes valores de estos conceptos para una cantidad de carbón térmico ampliamente comercializado.

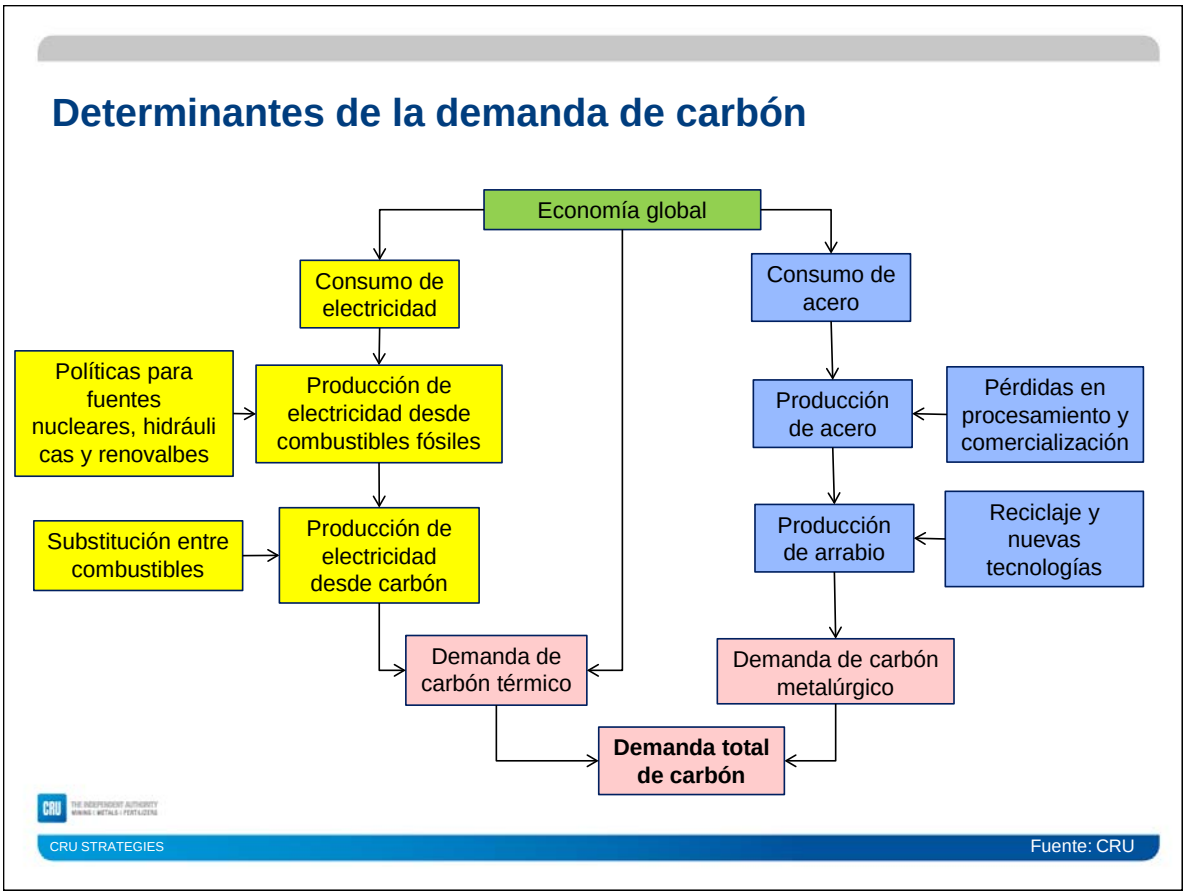
Tabla 11.03: Valores térmicos típicos de carbón seleccionado

	NAR (GJ/t)	NAR (kcal/kg)	NAR (BTU/lb)	GAR (GJ/t)	GAR (kcal/kg)	GAR (BTU/lb)	GAD (GJ/t)	GAD (kcal/kg)	GAD (BTU/lb)
Sudáfrica/Europa	25	6.000	10.816	26	6.260	11.285	29	6.811	12.278
Japón/Asia CFR	25	6.080	10.960	27	6.340	11.430	29	6.898	12.435
Australia	25	6.000	10.816	26	6.260	11.285	29	6.811	12.278
China	24	5.800	10.456	25	6.060	10.925	28	6.594	11.886
Colombia	25	6.008	10.831	26	6.268	11.300	29	6.820	12.294
Rusia, este	25	5.898	10.632	26	6.158	11.101	28	6.700	12.078
Rusia, oeste	25	6.000	10.816	26	6.260	11.285	29	6.811	12.278
Indonesia	21	4.900	8.833	22	5.242	9.449	27	6.395	11.528

Fuente: CRU

Según estos antecedentes, el enfoque de CRU al pronosticar la demanda de carbón implica un enfoque conceptualmente simple que, no obstante, tiene un número de pasos distintos. Éstos se resumen en el siguiente gráfico.

Figura 11.01: Determinantes de la demanda de carbón



Los supuestos macroeconómicos globales usados al preparar nuestra predicción de carbón son los mismos que aquellos usados en otras partes en el informe y, por lo tanto, no serán discutidos en este capítulo.

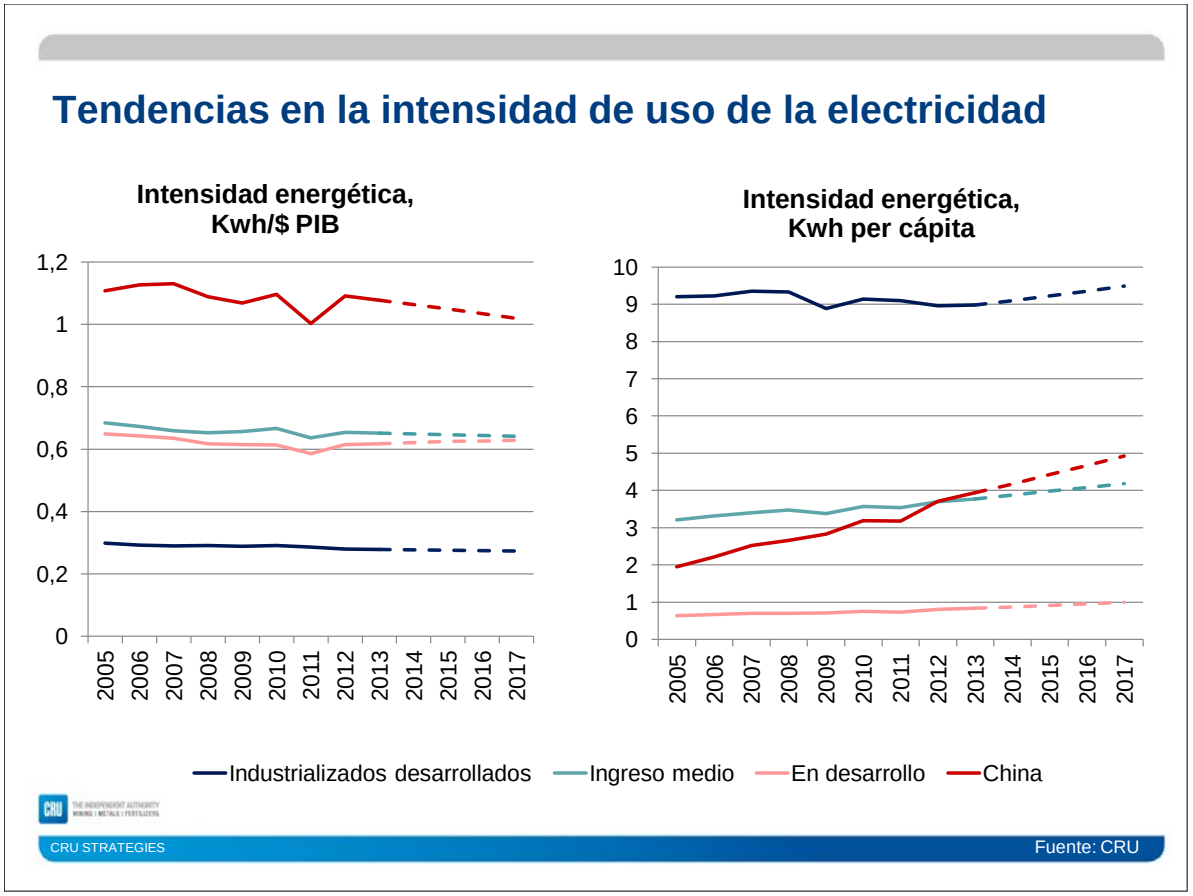
11.2.2 Intensidad energética e intensidad de uso del acero

11.2.2.1 Intensidad energética y demanda de carbón térmico

La demanda de electricidad es una función de la actividad económica global. En los países industrializados hay un alto consumo per cápita de electricidad, pero la intensidad energética (índice calculado como el consumo energético dividido en el PIB) es bastante modesta en general y está tendiendo a la baja. En otros países, el consumo de energía per cápita es relativamente bajo, tiende al aumento ya que su creciente prosperidad está asociada con un aumento en el uso de electrodomésticos y en la construcción de infraestructura como colegios, hospitales, centros comerciales, sistemas de tratamiento de aguas servidas, etc. – todos los cuales son importantes

consumidores de energía. Además, el PIB de estos países es relativamente pequeño, por lo que su intensidad energética puede ser superior que la de los países industriales avanzados. El siguiente gráfico ilustra las tendencias históricas recientes de estas variables, así como las proyecciones de CRU en el corto plazo.

Figura 11.02: Tendencias en la intensidad de uso de la electricidad (intensidad energética)

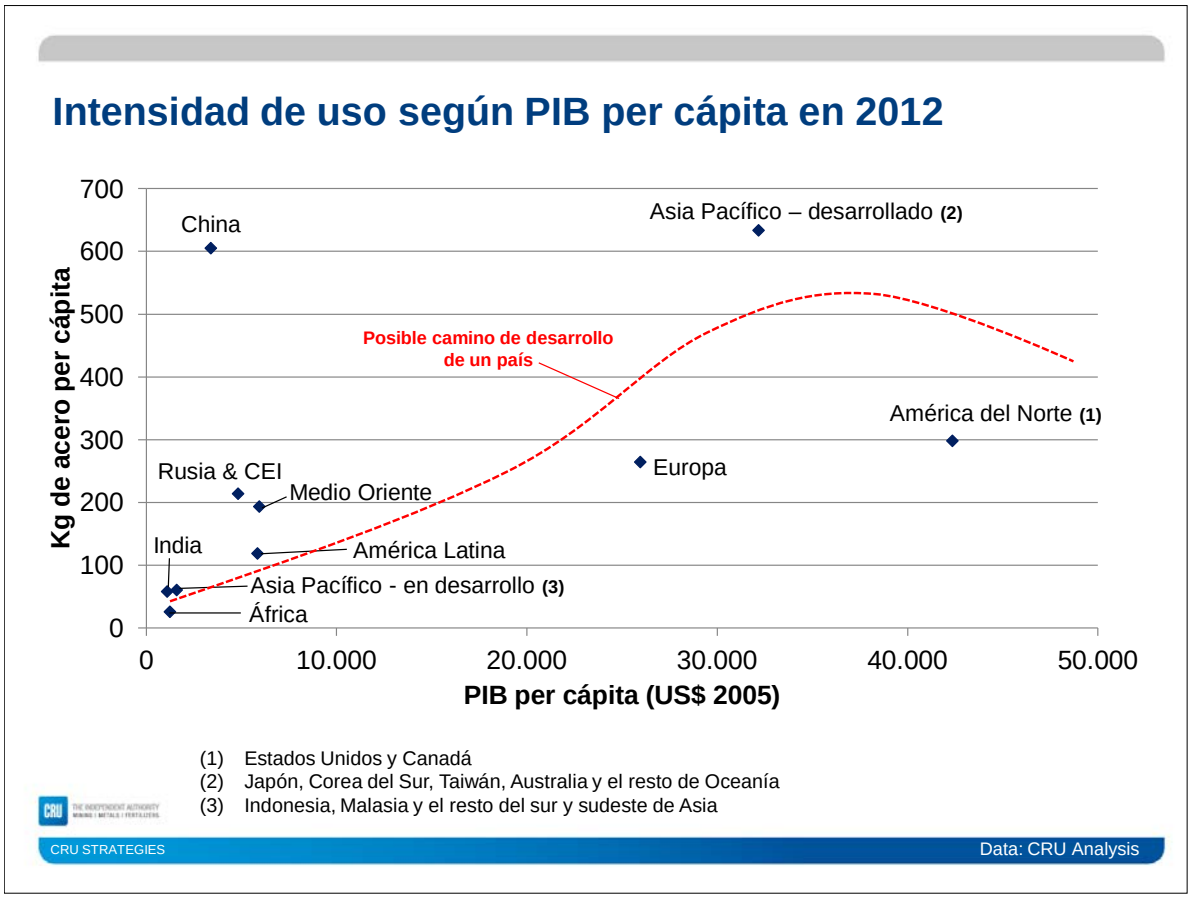


11.2.2.2 Intensidad de uso del acero y demanda de carbón metalúrgico

La intensidad del uso del acero suele ser usada como una herramienta analítica para comprender la relación entre la actividad económica y el consumo de acero. La intensidad del uso se puede medir ya sea en términos de kilogramos per cápita o en relación con el PIB – por ejemplo, toneladas por millón de dólar de PIB. A nivel teórico, la intensidad del acero parece seguir una curva característica con forma de S con las siguientes fases distintivas:

- Una intensidad de uso de acero muy baja y estancada en países pobres y subdesarrollados, en su mayoría con una población agrícola que utiliza tecnologías simples. En países en este estado, donde el crecimiento es muy bajo si no inexistente, no se observan tendencias que relacionen directamente el consumo de acero y el PIB;
- Una baja intensidad de uso pero en rápido aumento se da una vez que estas sociedades comienzan a desarrollarse, particularmente cuando éstas construyendo su infraestructura urbana y los consumidores están comenzando a adquirir bienes de consumo. En esta fase de desarrollo, el consumo de acero aumenta típicamente a una tasa de hasta 50% más rápido que la tasa de crecimiento de PIB;
- Una intensidad de uso relativamente alta, pero madura se ve una vez que los países comienzan a centrar sus economías en la manufactura. El consumo de acero tiende a crecer a la tasa de crecimiento del PIB, o quizás levemente por debajo de ésta; y
- Una disminución de la intensidad de uso en la medida en que las sociedades son más ricas incluso y comienzan a gastar más ingresos en bienes con contenido de acero relativamente bajo y las economías se centran en los servicios. En este punto, el consumo de acero puede crecer entre 1% a 2% anual bajo la tasa de crecimiento del PIB.

Figura 11.03: Intensidad de uso del acero según PIB per cápita en 2012



11.2.3 Evolución histórica de la demanda

11.2.3.1 Carbón térmico

En el período 2005-2012, el consumo global de electricidad creció en un 3% anual, impulsado por un 10,2% de crecimiento anual por parte de China. Sin embargo, hubo también un fuerte crecimiento en la mayoría de los países en desarrollo, particularmente en India, Medio Oriente y Asia Pacífico en desarrollo (que agrupa a Japón, Corea del Sur, Taiwán, Australia y el resto de Oceanía).

Tabla 11.04: Consumo global de electricidad, 2005-2012 (Twh)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
América del Norte	4.872	4.869	4.987	4.990	4.781	4.903	4.913	4.866	0,0%
Europa	3.638	3.692	3.742	3.751	3.574	3.712	3.712	3.676	0,1%
Asia-Pacífico, desarrollado	2.138	2.173	2.223	2.245	2.169	2.269	2.269	2.240	0,7%
América Latina	1.181	1.240	1.292	1.332	1.328	1.396	1.396	1.510	3,6%
Rusia & CEI	1.490	1.543	1.578	1.608	1.537	1.632	1.632	1.670	1,6%
China	2.500	2.866	3.282	3.467	3.715	4.207	4.207	4.938	10,2%
Asia-Pacífico, en desarrollo	644	684	720	741	766	822	822	914	5,1%
India	690	739	798	824	870	922	922	1.054	6,2%
Medio Oriente	625	664	710	763	779	869	869	942	6,0%
África	562	587	612	622	617	662	662	695	3,1%
Total global	**18.339**	**19.056**	**19.943**	**20.342**	**20.136**	**21.395**	**21.405**	**22.504**	**3,0%**
% cambio anual		*3,9%*	*4,7%*	*2,0%*	*-1,0%*	*6,3%*	*0,0%*	*5,1%*	

Fuente: CRU

Claramente la energía total consumida proviene de una matriz de producción que cuenta con varias fuentes como lo serían las energías renovables, la energía nuclear y la hidráulica además de la proveniente de combustibles fósiles, dentro de los cuales se encuentra el carbón.

Tabla 11.05: Generación histórica de energía por fuente

	Nuclear	Hidro	Renov.	Fósil	---------de los cuales---------		
					Petróleo	Carbón	Gas
Países industriales desarrollados							
2000	23,6%	13,6%	1,8%	61,0%	5,5%	79,3%	15,2%
2005	22,7%	11,9%	2,8%	62,6%	4,7%	77,5%	17,8%
2012	18,8%	12,5%	6,9%	61,9%	2,7%	70,3%	27,0%
Países de ingreso medio							
2000	8,1%	30,6%	0,9%	60,4%	16,7%	46,8%	36,5%
2005	8,0%	29,0%	1,2%	61,8%	12,8%	44,7%	42,5%
2012	7,3%	26,0%	2,1%	64,6%	13,5%	39,6%	46,9%
Países en desarrollo							
2000	2,1%	16,2%	1,5%	80,2%	9,2%	70,3%	20,5%
2005	1,8%	15,3%	1,6%	81,4%	8,2%	67,9%	23,9%
2012	2,0%	14,8%	3,1%	80,2%	6,8%	67,6%	25,6%
China							
2000	1,2%	16,4%	0,2%	82,1%	3,4%	96,2%	0,4%
2005	2,1%	15,9%	0,2%	81,8%	2,5%	97,1%	0,5%
2012	2,0%	17,4%	2,9%	77,7%	0,6%	97,6%	1,8%

Fuente: CRU

Dado que la electricidad generada a partir de combustibles fósiles produce grandes cantidades de dióxido de carbono, en el mundo se están realizando importantes esfuerzos para reducir la

dependencia de estas fuentes de energía. Los gobiernos han alentado el desarrollo de las energías renovables tales como la energía solar y eólica, así como el uso de productos provenientes de cultivos como el etanol del maíz en los Estados Unidos y el azúcar en Brasil. No obstante, en la actualidad estas tecnologías representan una pequeña participación de la producción de energía total del mundo, aunque esta participación está aumentando rápidamente y Europa ahora representa más del 10% del abastecimiento total.

La energía nuclear sigue siendo algo controversial. En teoría, se podría usar para generar una gran cantidad de la energía mundial. La industria nuclear está mejor desarrollada en Francia, donde representa entre el 75% y el 80% del total de la energía generada. Sin embargo, las preocupaciones por la seguridad de este tipo de generación no han sido resueltas satisfactoriamente, sobre todo después del grave incidente de Fukushima en 2011.

En el caso de las centrales hidroeléctricas, recientemente se han caracterizado por las complicaciones medioambientales asociadas a su desarrollo. En los últimos años, el proyecto más grande ha sido las Tres Gargantas de China. Este proyecto fue extremadamente polémico, al punto en que la comunidad internacional general se negó a financiarla. Gracias a su solidez económica, China pudo proceder igual, pero ese no será el caso de la mayoría de los países en desarrollo.

Los combustibles fósiles son y han sido por lejos la principal fuente de generación de energía a nivel mundial. Dentro de este sector, la principal competencia se da entre el carbón y el gas. El uso de petróleo ha prácticamente desaparecido en países con redes energéticas interconectadas y bien desarrolladas. Éste se usa ampliamente en los países menos desarrollados, particularmente en áreas remotas que están aisladas de las redes centrales. Sin embargo, la generación de energía con petróleo ha sido poco competitiva durante muchos años.

La competencia entre el carbón y el gas se desarrolla en gran parte en base al precio relativo de estos combustibles. Esto tiene diferentes implicancias en distintas partes del mundo. En los Estados Unidos, por ejemplo, el descubrimiento del *shale gas* ha disminuido los precios y ha hecho que la generación de gas sea más competitiva que el carbón. El resultado ha sido una gran reducción en la participación de mercado del carbón. Sin embargo, en Europa y en el Lejano Oriente los precios del gas son tres a cuatro veces más altos que los de los Estados Unidos, y esto hace que el carbón sea realmente un combustible más atractivo económicamente. No obstante, incluso en estas regiones, el carbón puede aún perder participación por razones medioambientales. Las regulaciones de este tipo

pueden efectivamente autorizar al gas como el combustible de elección para la creciente demanda de energía, ya que éste genera alrededor de la mitad de las emisiones de dióxido de carbono que el carbón por cada KWh. Dadas estas circunstancias, no hay duda de que el carbón ha estado perdiendo su cuota de mercado dentro de la matriz de generación de energía a nivel mundial.

A pesar esto, en términos absolutos la generación de electricidad a partir de carbón ha aumentado en el periodo 2005-2012. Si bien China ha presentado grandes incrementos del 9,5% anual, otras economías en desarrollo tampoco se quedan atrás. Destacan India y Asia Pacífico en desarrollo, seguidos por Latinoamérica. Regiones más desarrolladas como América del Norte y Europa son las únicas que presentan una disminución junto con el Medio Oriente, región que cuenta con un privilegiado acceso a petróleo y gas.

Tabla 11.06: Generación de energía eléctrica a carbón por región, 2005-2012 (Twh)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
América del Norte	2.579	2.556	2.610	2.603	2.370	2.446	2.259	2.140	-2,6%
Europa	1.529	1.563	1.589	1.539	1.433	1.455	1.416	1.319	-2,1%
Asia-Pacífico, desarrollado	1.056	1.056	1.068	1.113	1.077	1.092	1.158	1.231	2,2%
América Latina	316	335	350	351	349	374	360	409	3,8%
Rusia & CEI	533	560	570	596	553	583	588	592	1,5%
China	1.986	2.314	2.672	2.754	2.944	3.283	3.332	3.747	9,5%
Asia-Pacífico, en desarrollo	211	233	251	254	262	284	280	313	5,8%
India	486	517	551	590	615	641	622	721	5,8%
Medio Oriente	63	64	67	53	50	56	53	54	-2,2%
África	348	363	374	375	365	387	390	408	2,3%
Total global	**9.108**	**9.561**	**10.102**	**10.227**	**10.018**	**10.602**	**10.457**	**10.934**	**2,6%**
% cambio anual		*5,0%*	*5,7%*	*1,2%*	*-2,0%*	*5,8%*	*-1,4%*	*4,6%*	

Fuente: CRU

Esta generación de energía eléctrica partir de carbón se traduce en la siguiente demanda histórica de carbón térmico:

Tabla 11.07: Consumo histórico global de carbón térmico, 2005-2012 (millones de toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
América del Norte	1.054	1.040	1.054	1.047	936	978	927	887	-2,4%
Europa	859	874	895	855	808	799	831	774	-1,5%
Asia-Pacífico, desarrollado	386	391	408	413	411	429	407	424	1,4%
América Latina	33	34	31	30	31	37	38	41	3,2%
Rusia & CEI	274	288	280	308	294	303	314	315	2,0%
China	1.797	1.927	2.014	2.170	2.490	2.569	2.799	2.923	7,2%
Asia-Pacífico, en desarrollo	152	167	175	182	187	202	213	231	6,2%
India	430	461	501	545	576	558	612	661	6,3%
Medio Oriente	14	15	16	15	13	14	14	14	0,0%
África	180	182	187	201	197	195	188	183	0,2%
Total global	**5.179**	**5.378**	**5.560**	**5.766**	**5.943**	**6.083**	**6.343**	**6.453**	**3,2%**
% cambio anual		*3,8%*	*3,4%*	*3,7%*	*3,1%*	*2,3%*	*4,3%*	*1,7%*	

Fuente: CRU

11.2.3.2 Carbón metalúrgico

En la última década, la historia del consumo del acero ha cambiado radicalmente. La demanda mundial total ha aumentado en una tasa anual promedio de más de 5% anual, comparado con sólo el 1% anual en las dos décadas anteriores.

La década de los 80 fue una época de considerable dificultad en el mundo industrializado. Una serie de políticas monetarias estrictas fueron adoptadas para superar la crisis inflacionaria de los años 70, lo que generó una baja en el gasto de capital por parte del mundo de los negocios y en la adquisición de bienes de consumo. La década de los 90 fue testigo de una recuperación en estas áreas, aunque parte importante de esta recuperación no se evidenció a nivel global por el colapso de las economías comunistas que se basaban fuertemente en el acero. El mayor crecimiento de la década pasada se debió completamente a los países en desarrollo. Si bien China dio un impulso bastante importante a este crecimiento, India y el resto de los países en desarrollo también mostraron aumentos en su consumo de acero.

En la última década, China, que representa más del 80% del aumento mundial en el consumo de acero, ha sido urbanizada rápidamente y está invirtiendo en viviendas de material sólido, edificios comerciales, fábricas industriales, instalaciones de energía, agua, transporte, y otras infraestructuras tales como vías férreas y autopistas. Una clase media urbana está surgiendo, la que ha creado una demanda creciente de aparatos domésticos sólidos y, lo que es más evidente, de automóviles. Esto no sucede únicamente en China, sino que también ha comenzado a suceder en varios países en desarrollo y de ingresos medios incluyendo India.

Actualmente sólo el 70% del acero mundial proviene de la ruta BF-BOF; el resto se basa en hornos de arco eléctrico (EAF) que se alimentan principalmente de chatarra. Dado que el carbón de coque es utilizado sólo en el alto horno o BF, la demanda de coque se relaciona directamente con la producción de arrabio (producto obtenido directamente desde el alto horno o BF para ser ingresado al BOF). A continuación se muestra la producción de arrabio entre 2005 y 2012, que claramente ha ido aumentando acorde con la demanda de acero:

Tabla 11.08: Producción mundial de arrabio, 2005-2012 (millones de toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
América del Norte	45	46	45	42	24	35	38	40	-1,9%
Europa	120	123	125	117	81	105	104	101	-2,4%
Asia-Pacífico, desarrollado	127	129	134	134	107	133	142	139	1,4%
América Latina	42	41	44	44	32	39	42	35	-2,5%
Rusia & CEI	83	88	90	82	72	78	80	82	-0,2%
China	345	414	477	483	569	596	634	658	9,7%
Asia-Pacífico, en desarrollo	1	1	1	1	1	2	2	2	6,1%
India	27	28	36	37	38	40	42	42	6,5%
Medio Oriente	2	2	2	2	2	3	2	2	-1,0%
África	8	8	8	7	6	7	6	6	-5,0%
Total mundial	**800**	**881**	**962**	**949**	**933**	**1.036**	**1.092**	**1.107**	**4,7%**
% cambio anual		*10,1%*	*9,1%*	*-1,3%*	*-1,7%*	*11,0%*	*5,4%*	*1,4%*	

Fuente: CRU

Las reacciones básicas en un alto horno, a través de las cuales se procesa el arrabio con ayuda del coque, son las siguientes:

$$2C + O_2 = 2CO, \text{ y}$$

$$Fe_2O_3 + 3CO = 2Fe + 3CO_2$$

Así, dos moléculas de hierro están asociadas a tres moléculas de carbono. Basado en los pesos atómicos involucrados, esto significa que el requerimiento de carbono químico es teóricamente 322,6 kg por tonelada de hierro. Además, el arrabio tiene en promedio 94,25% de hierro y también contiene aproximadamente 4,25% de carbono[2]. Esto representa más de 45,1 kg de carbono por tonelada de hierro. Asumiendo que el carbón de coque es 87,5% de carbono, existe un mínimo

[2] El restante 1,5% del arrabio contiene otras impurezas del mineral de hierro o cenizas de coque que pudieron no desprenderse completamente en el alto horno.

teorético de 420 kg de carbón de coque por tonelada de arrabio, asumiendo que el carbón de coque es la única fuente de carbono.

Obviamente, este no es el caso. El coque es una forma de carbono relativamente costosa. Como consecuencia, el carbón pulverizado, el gas natural, y una variedad de otros combustibles, incluyendo subproductos de horno de coque a gas, son usados para proporcionar carbono adicional y para suministrar las exigencias energéticas termales adicionales del proceso. En 2011, la industria del acero mundial realmente usaba aproximadamente 519 kg de carbono, suministrados por una inyección de carbón (PCI) y carbón de coque, por cada tonelada de arrabio producida en comparación con el mínimo teórico de 368 kg/ton.

A continuación se muestra el consumo histórico de carbón metalúrgico, explicado en gran medida por las fuerzas recién descritas.

Tabla 11.09: Consumo histórico global de carbón metalúrgico, 2005-2012 (millones de toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
América del Norte	28	28	27	26	19	25	26	27	-0,5%
Europa	83	86	87	83	63	78	80	78	-0,9%
Asia-Pacífico, desarrollado	87	90	92	92	75	91	96	98	1,6%
América Latina	21	22	26	26	21	24	27	27	3,4%
Rusia & CEI	72	74	78	74	64	71	73	74	0,4%
China	366	440	516	509	550	608	673	733	10,4%
Asia-Pacífico, en desarrollo	1	1	1	1	1	1	2	2	11,5%
India	29	29	32	36	36	43	42	41	5,5%
Medio Oriente	2	2	2	2	2	2	2	2	6,1%
África	7	8	8	7	5	6	6	6	-2,0%
Total global	**696**	**779**	**868**	**855**	**835**	**948**	**1.027**	**1.088**	**6,6%**
% cambio anual		*11,9%*	*11,4%*	*-1,4%*	*-2,4%*	*13,6%*	*8,3%*	*6,0%*	

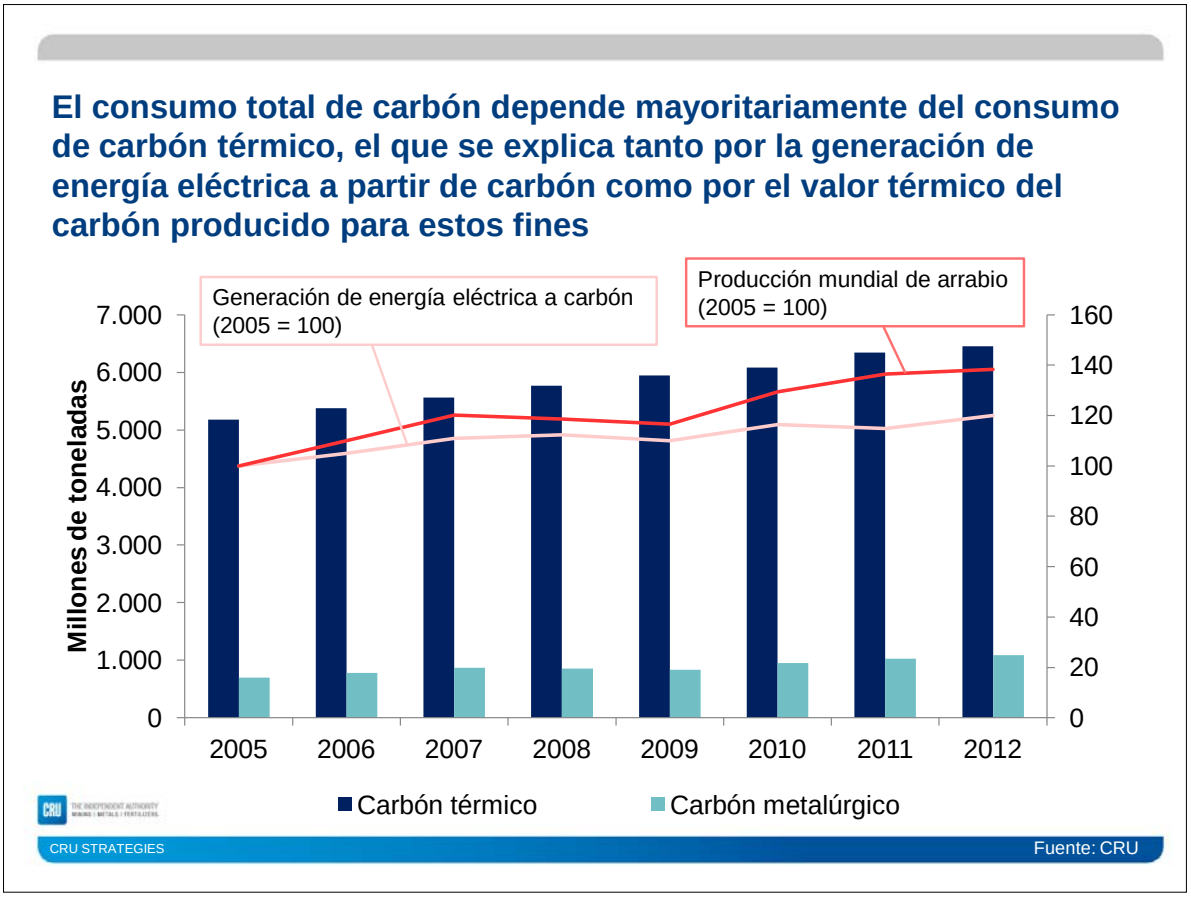
Fuente: CRU

Esta tabla muestra el grado de dominio de China sobre el mercado de carbón metalúrgico, representando los dos tercios de la demanda total en 2012. Esto refleja no sólo el enorme sector de acero del país, sino que también su extensa actividad en fundición y ferroaleaciones. En el período 2005-2012, la demanda mundial creció alrededor de 392 millones de toneladas de las cuales China representó 367 millones de toneladas, es decir, alrededor del 94%.

11.2.3.3 Carbón total

A continuación se muestra el consumo total de carbón a nivel mundial en el período 2005-2012:

Figura 11.04: Consumo total de carbón según tipo de carbón, 2005-2012



El consumo de carbón térmico alcanzó los 6.453 millones de toneladas en 2012. Desde 2005 a 2012 ha ido creciendo a una TCAC de 3,2%, impulsado no sólo por el aumento en el consumo de energía sino que también por las variaciones históricas en la calidad térmica del carbón producido. El consumo de carbón metalúrgico, por su parte, alcanzó los 1.088 millones de toneladas en 2012, con una TCAC de 6,6% en el periodo 2005-2012. Estas altas tasas de crecimiento se explican directamente por el boom en la producción de acero en China, país que además cuenta con poca chatarra por lo que casi la totalidad de su producción proviene de procesos BF-BOF. En total, la demanda de carbón en 2012 fue de 7.541 millones de toneladas.

El siguiente gráfico muestra la demanda de carbón según región en el periodo establecido:

Figura 11.05: Consumo total de carbón según región, 2005-2012

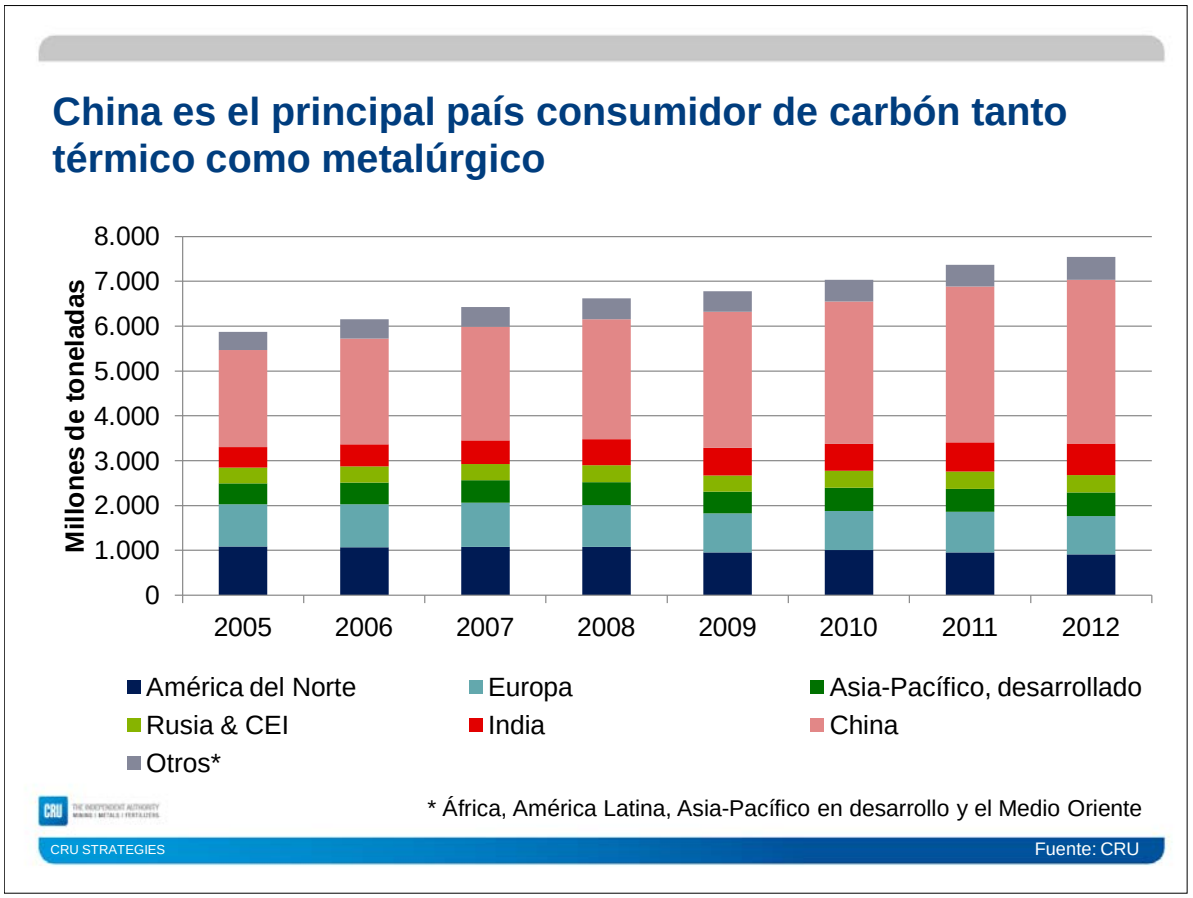


Tabla 11.10: Consumo total de carbón, 2005-2012 (millones de toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
América del Norte	1.081,8	1.068,0	1.081,0	1.073,2	954,3	1.002,6	952,7	913,8	-2,4%
Europa	942,0	960,0	981,8	938,7	871,0	877,1	911,2	851,5	-1,4%
Asia-Pacífico, desarrollado	473,3	481,4	500,6	504,6	485,6	519,3	502,5	522,1	1,4%
América Latina	54,4	55,6	56,3	56,1	51,9	60,6	64,6	68,2	3,3%
Rusia & CEI	345,7	361,7	357,6	381,6	358,1	373,9	388,0	388,7	1,7%
China	2.163,5	2.366,4	2.529,4	2.679,2	3.039,9	3.176,8	3.471,7	3.656,1	7,8%
Asia-Pacífico, en desarrollo	152,9	167,4	175,8	182,5	188,0	203,2	214,3	233,1	6,2%
India	458,1	489,4	532,8	581,1	612,2	601,1	654,5	702,0	6,3%
Medio Oriente	16,1	17,0	17,4	16,8	15,0	16,0	16,4	17,0	0,7%
África	187,3	189,7	194,6	208,0	202,3	200,7	193,8	189,0	0,1%
Total global	**5.875**	**6.157**	**6.427**	**6.622**	**6.778**	**7.031**	**7.370**	**7.541**	**3,6%**
% cambio anual		*4,8%*	*4,4%*	*3,0%*	*2,4%*	*3,7%*	*4,8%*	*2,3%*	

Fuente: CRU

Como es de esperarse, es China el país que ha impulsado el crecimiento en la demanda de los últimos años. Si bien otras regiones como Asia-Pacífico en desarrollo e India muestran TCACs

similares a las de China, en términos de volumen la demanda china es más del triple que la de la segunda región con más consumo en 2012, que sería América del Norte.

11.2.4 Evolución pronosticada de la demanda en el corto plazo

11.2.4.1 Carbón térmico

CRU anticipa que habrá una repentina disminución del crecimiento en China en los próximos años, pero se espera que el resto del mundo en desarrollo siga aumentando su consumo de energía a tasas cercanas a la tendencia histórica. Como el crecimiento china ha sido tan alto, incluso una reducción de éste crecimiento por parte del país significa que la demanda de electricidad global general se mantendrá en una tasa de 3,3% en esta década antes de disminuir hasta el 2,4% después de 2020. En los países avanzados, el consumo energético seguirá creciendo un poco más rápido que la población, pero bastante por debajo de la tasa de crecimiento del PIB en línea con las tendencias establecidas.

Tabla 11.11: Consumo global de electricidad pronosticado, 2012 - 2017 (Twh)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2017-2012
América del Norte	4.866	4.926	5.027	5.146	5.275	5.401	2,1%
Europa	3.676	3.662	3.700	3.746	3.791	3.844	0,9%
Asia-Pacífico, desarrollado	2.240	2.269	2.316	2.357	2.390	2.428	1,6%
América Latina	1.510	1.562	1.631	1.699	1.766	1.834	4,0%
Rusia & CEI	1.670	1.708	1.759	1.812	1.863	1.918	2,8%
China	4.938	5.264	5.601	5.957	6.315	6.669	6,2%
Asia-Pacífico, en desarrollo	914	963	1.018	1.072	1.132	1.197	5,6%
India	1.054	1.102	1.165	1.242	1.313	1.388	5,7%
Medio Oriente	942	978	1.022	1.067	1.115	1.165	4,3%
África	695	747	805	867	927	991	7,4%
Total global	**22.504**	**23.179**	**24.044**	**24.965**	**25.887**	**26.835**	**3,6%**
% cambio anual	*5,1%*	*3,0%*	*3,7%*	*3,8%*	*3,7%*	*3,7%*	

Fuente: CRU

Una vez establecidos estos valores para el consumo esperado de energía, el siguiente paso en el proceso de pronosticación de la demanda de carbón térmico es considerar hasta qué punto estos mercados requerirán que la electricidad sea producida a partir del carbón en lugar de medios alternativos. Esto implica un proceso de dos etapas:

- determinar la proporción de la energía generada de los combustibles fósiles como un todo; y
- determinar la proporción de la electricidad de combustibles fósiles que provendrán del carbón y no del gas o petróleo.

Como se mencionó anteriormente, a nivel global se está haciendo un esfuerzo por aumentar la participación de las energías renovables como fuente limpia de energía en contraposición con los altos niveles de dióxido de carbono emitidos por los combustibles fósiles. Existen dos obstáculos claves para acelerar el crecimiento en el sector de las energías renovables:

- Confiabilidad: La energía solar y eólica sólo están disponibles cuando el sol brilla y el viento sopla, y esto no necesariamente coincide con el tiempo en el que esta energía es necesitada. La capacidad efectiva de utilización de sistemas solares y eólicos varían de menos de un 20% a no más de 40%, incluso en las ubicaciones más favorables. Esta cifra puede ser comparada con más de un 80% para los combustibles fósiles y más de un 90% para las centrales nucleares;
- Costo: Considerando los bajos factores de utilización y los altos costos de capital inicial, el precio requerido para cubrir el capital es muy alto y puede ser dos o tres veces más grande que en el caso de las estaciones eléctricas de combustibles fósiles, incluso cuando se consideran que las centrales de energías renovables no tienen ningún gasto de adquisición de combustible.

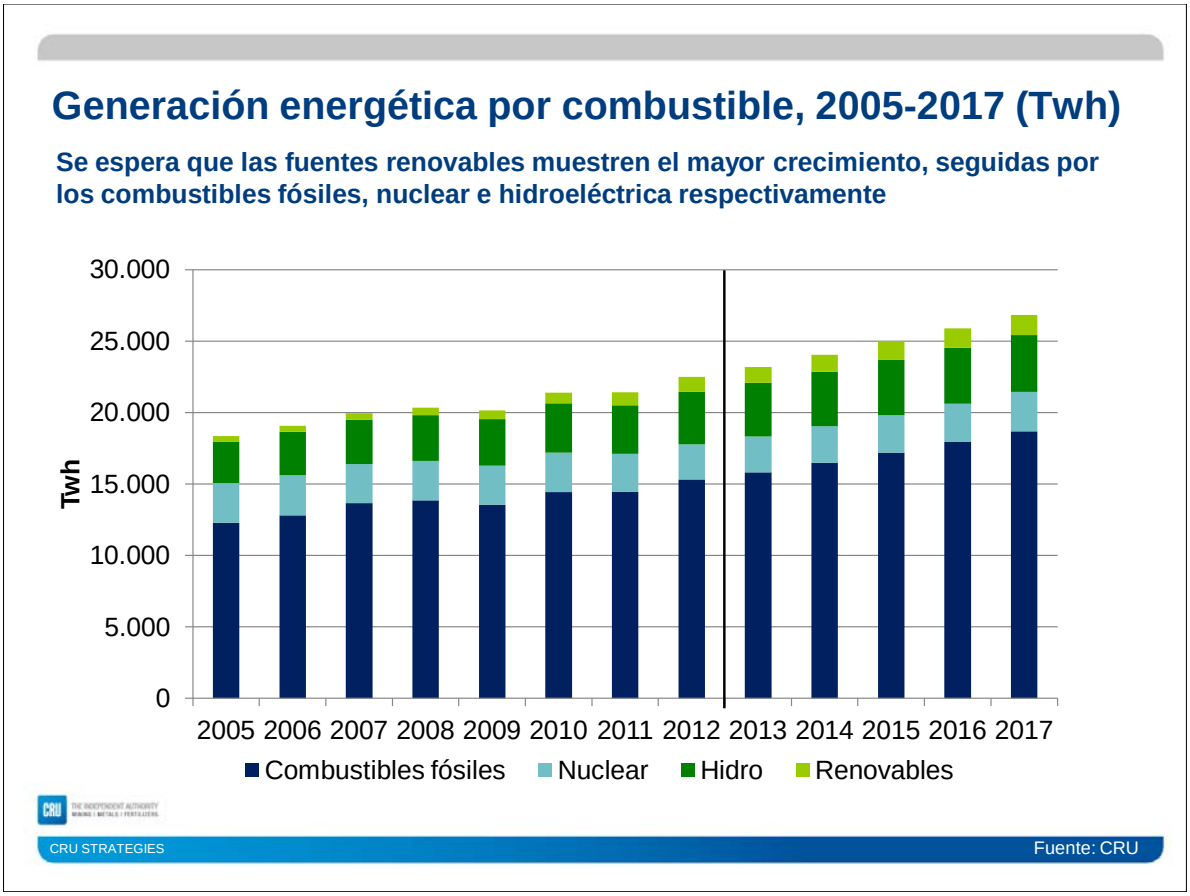
Con respecto a la energía nuclear, sus problemas en términos de seguridad no han sido completamente resueltos. Algunos países Europeos, incluyendo Alemania, han anunciado su intención de reducir la generación de energía nuclear, y Japón cerró casi todos sus reactores luego del incidente de Fukushima en 2011. Mientras tanto, China sigue invirtiendo agresivamente en energía nuclear, por lo que la dirección que tomará esta fuente de energía se mantiene incierta.

En el caso de las centrales hidroeléctricas, el crecimiento futuro está restringido por el número limitado de sitios adecuados para su instalación. Casi todos estos lugares han sido completamente urbanizados en los países industrializados desarrollados. Existe un potencial adicional en los países en desarrollo, pero cada vez más los lugares disponibles o se encuentran en una ubicación remota

con altos costos de desarrollo, o bien están en áreas ambientalmente sensibles (como el caso previamente mencionado de las Tres Gargantas en China).

Por estas razones, se espera que el uso de los combustibles fósiles en la generación de energía aumente a nivel mundial, según se ilustra en el gráfico siguiente.

Figura 11.06: Generación energética por combustible, 2005-2017



Claramente, existen incertidumbres considerables respecto de este pronóstico. El más importante de los cuales se refiere a la energía nuclear, la que en opinión de CRU, es la única fuente de generación energética que tiene el potencial para reducir significativamente el uso de los combustibles fósiles. Recientes decisiones políticas tanto en Europa como en Japón no han favorecido a la industria nuclear, y en América del Norte la economía de las centrales de energía nuclear no funciona a los niveles de precios del gas actual. Las energías renovables se están expandiendo rápidamente en casi

todas las geografías, pero están comenzando desde una base extremadamente baja de modo que cada gran esfuerzo tiene un impacto limitado en la demanda de los combustibles fósiles.

Los cambios esperados en a la matriz de generación se muestran a continuación:

Tabla 11.12: Generación pronosticada de energía por fuente en el corto plazo

	Nuclear	Hidro	Renov.	Fósil	---------de los cuales---------		
					Petróleo	Carbón	Gas
Países industriales desarrollados							
2012	18,8%	12,5%	6,9%	61,9%	2,7%	70,3%	27,0%
2017	17,5%	11,9%	7,9%	62,7%	2,3%	61,6%	36,1%
Países de ingreso medio							
2012	7,3%	26,0%	2,1%	64,6%	13,5%	39,6%	46,9%
2017	7,6%	23,5%	2,5%	66,4%	13,5%	37,1%	49,5%
Países en desarrollo							
2012	2,0%	14,8%	3,1%	80,2%	6,8%	67,6%	25,6%
2017	2,9%	13,2%	3,6%	80,3%	6,1%	66,2%	27,7%
China							
2012	2,0%	17,4%	2,9%	77,7%	0,6%	97,6%	1,8%
2017	3,8%	14,1%	3,7%	78,4%	1,0%	95,8%	3,2%

Fuente: CRU

Este particular escenario asume un ambiente desfavorable continuo para la energía nuclear en los países industrializados desarrollados donde ésta sigue perdiendo participación. Se espera que la energía nuclear aumente su participación en China y en otros países en desarrollo. Las energías renovables deberían crecer en todas las regiones. El resultado esperado es que los combustibles fósiles mantengan su participación en el mundo industrializado y en los países en desarrollo, e incluso lo aumenten en los países de ingresos medios. Sin embargo, en China, donde los niveles de contaminación han llegado a ser totalmente dañinos para la salud, la participación de los combustibles fósiles debería caer.

Dentro de la categoría de los combustibles fósiles, se espera que el petróleo siga en caída, aún desde los niveles bajos actuales, mientras que el gas se impondría fuertemente en todas las regiones. El resultado sería el de una pérdida en la participación general del carbón.

A pesar de nuestros supuestos relativamente agresivos para el desarrollo de las energías renovables y la substitución del carbón por el gas, el tamaño absoluto del mercado del carbón se basa en el

esperado continuo aumento de la energía a nivel global. En el corto plazo se espera que la generación eléctrica a partir de carbón continúe aumentando a una TCAC del 2,9%, impulsada por Asia Pacífico en desarrollo y China.

Tabla 11.13: Pronóstico de generación de energía eléctrica a carbón por región, 2012-2017 (Twh)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
América del Norte	2.140	2.054	1.989	1.928	1.953	1.974	-1,6%
Europa	1.319	1.281	1.276	1.275	1.277	1.281	-0,6%
Asia-Pacífico, desarrollado	1.231	1.226	1.232	1.233	1.241	1.253	0,4%
América Latina	409	428	457	484	510	536	5,6%
Rusia & CEI	592	593	601	609	613	619	0,9%
China	3.747	3.991	4.243	4.509	4.763	5.007	6,0%
Asia-Pacífico, en desarrollo	313	333	357	380	402	426	6,4%
India	721	742	774	816	845	875	3,9%
Medio Oriente	54	53	53	52	54	57	0,8%
África	408	444	485	528	562	597	7,9%
Total global	**10.934**	**11.147**	**11.467**	**11.814**	**12.220**	**12.626**	**2,9%**
% cambio anual	*4,6%*	*1,9%*	*2,9%*	*3,0%*	*3,4%*	*3,3%*	

Fuente: CRU

Hay una cantidad de pasos adicionales que se requieren para convertir esto en un pronóstico del carbón a consumir en años futuros. Primero, se debe tener presente las exigencias no energéticas para el carbón térmico. Segundo, tener presente los cambios en la calidad del carbón en el tiempo y las diferencias que existen entre los países respecto del contenido calorífico del carbón. Un ejemplo específico pero importante de esto es China, donde la generación de energía eléctrica a carbón se está trasladando rápidamente a China occidental en donde la calidad del carbón es distinta.

Luego de tomar en cuenta estos factores, la estimación general de CRU sobre la demanda del carbón térmico se expone en la siguiente tabla y gráfico. Globalmente, esperamos que la demanda aumente de 6.453 millones de toneladas en 2012 a 6.855 millones de toneladas en 2017. Esto es un aumento del 6%, el cual en el contexto de un período de 5 años significa un crecimiento relativamente modesto del 1,2% anual. Si bien se espera una disminución en el consumo de carbón térmico por parte de los países industrializados, ésta alcanza a ser compensada por el aumento de demanda en las regiones en desarrollo. Sin embargo, si bien China se mantiene como el principal consumidor, su crecimiento debería disminuir considerablemente en comparación con años anteriores. Se espera que Asia Pacífico en desarrollo, América Latina y África presenten

crecimientos mayores al de China, aunque en términos de volumen consumido estarían lejos de acercársele.

Tabla 11.14: Pronóstico de consumo global de carbón térmico, 2012-2017 (millones de toneladas)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
América del Norte	887	859	839	820	833	845	-1,0%
Europa	774	748	743	741	741	744	-0,8%
Asia-Pacífico, desarrollado	424	419	418	417	418	421	-0,2%
América Latina	41	43	45	47	49	51	4,4%
Rusia & CEI	315	314	318	322	324	328	0,9%
China	2.923	2.942	2.992	3.071	3.159	3.256	2,2%
Asia-Pacífico, en desarrollo	231	242	255	268	282	296	5,1%
India	661	645	645	660	667	680	0,6%
Medio Oriente	14	14	14	13	14	14	-0,2%
África	183	187	195	205	212	220	3,8%
Total global	**6.453**	**6.413**	**6.464**	**6.564**	**6.699**	**6.855**	**1,2%**
% cambio anual	*1,7%*	*-0,6%*	*0,8%*	*1,5%*	*2,1%*	*2,3%*	

Fuente: CRU

11.2.4.2 Carbón metalúrgico

Traducir el pronóstico de producción de acero a un pronóstico de producción de arrabio, el principal conductor de la demanda de carbón metalúrgico, implica reconocer tres factores:

- Como se dijo anteriormente, sólo el 70% del acero mundial proviene de la ruta BF-BOF; el resto se basa en hornos de arco eléctrico (EAF) que se alimentan principalmente de chatarra.
- El 94% del mineral de hierro producido a nivel mundial se procesa en altos hornos. El restante 6% se procesa en hornos de reducción directa (DRI) que no utilizan carbón de coque.
- El sector de fundición requiere de mineral de hierro que no es procesado ni por altos hornos ni por hornos DRI. Este mineral es relativamente poco en la mayoría de los lugares, pero muy considerable en el importante mercado chino.

Considerando estos factores, la tabla siguiente resume el pronóstico de producción de arrabio de CRU.

Tabla 11.15: Pronóstico de producción mundial de arrabio, 2012-2017 (millones de toneladas)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
América del Norte	40	40	42	43	44	45	2,6%
Europa	101	99	104	108	110	112	2,1%
Asia-Pacífico, desarrollado	139	142	146	151	155	158	2,5%
América Latina	35	45	47	49	51	52	7,9%
Rusia & CEI	82	85	90	94	97	98	3,7%
China	658	689	723	750	774	796	3,9%
Asia-Pacífico, en desarrollo	2	2	3	4	5	6	28,6%
India	42	46	52	56	58	63	8,4%
Medio Oriente	2	2	3	3	3	3	5,0%
África	6	6	6	7	7	8	5,4%
Total mundial	**1.107**	**1.157**	**1.216**	**1.265**	**1.304**	**1.340**	**3,9%**
% cambio anual	*1,4%*	*4,5%*	*5,1%*	*4,1%*	*3,0%*	*2,8%*	

Fuente: CRU

El próximo paso es considerar la demanda de carbón de coque, considerando la cantidad de coque necesario por tonelada de arrabio producido (tanto los valores teóricos explicados anteriormente como los valores prácticos y qué tendencias los afectan). La eficacia del carbono en la producción de acero ha aumentado sólidamente en el tiempo, y según se presentó anteriormente, aún puede haber mayores ganancias en las próximas dos décadas. Los pronósticos de CRU asumen que tales tendencias continuarán. La relación entre la producción de arrabio y la demanda de carbón metalúrgico también se verá afectada por dos otros factores:

- Se debe establecer un ajuste al carbón metalúrgico y/o de coque que represente el material requerido por otros procesos metalúrgicos además de la producción de arrabio en alto horno (por ejemplo, en la producción de ferroaleaciones). Este ajuste es pequeño y se ha mantenido relativamente estable en el tiempo; y

- La relación entre las toneladas de carbón de coque requeridas en el alto horno y las toneladas de carbón que se requieren para producir coque en el horno de coque está cambiando en el tiempo. La tendencia es sustituir el carbón de coque duro (HCC, *hard coking coal*) de alta volatilidad por HCC de baja volatilidad, el que es más escaso y más costoso. Además, hay un uso creciente de carbón de coque semi-suave (SSCC, *semi-soft coking coal*) en varios países. Estos factores significan que más toneladas de carbón son requeridos por cada tonelada de carbono efectivamente entregado al horno en la forma de coque.

La siguiente tabla presenta los pronósticos de CRU de la demanda de carbón metalúrgico tomando en cuenta todos estos factores. Se debe tener presente que CRU utiliza el término "carbón metalúrgico" para incluir el carbón PCI, así como HCC y SSCC. Los últimos dos productos forman un subconjunto de carbón metalúrgico, al que denominados "carbón de coque".

Tabla 11.16: Pronóstico de consumo global de carbón metalúrgico, 2012-2017 (millones de toneladas)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
América del Norte	27	28	29	30	30	30	2,5%
Europa	78	79	81	83	84	84	1,5%
Asia-Pacífico, desarrollado	98	99	100	104	106	104	1,3%
América Latina	27	29	31	32	32	34	4,9%
Rusia & CEI	74	75	79	82	84	88	3,4%
China	733	787	824	855	868	889	3,9%
Asia-Pacífico, en desarrollo	2	2	3	4	4	3	14,7%
India	41	43	48	52	56	61	8,0%
Medio Oriente	2	3	3	3	3	3	5,6%
África	6	6	7	7	7	8	4,9%
Total mundial	**1.088**	**1.151**	**1.204**	**1.251**	**1.274**	**1.305**	**3,7%**
% cambio anual	*6,0%*	*5,7%*	*4,7%*	*3,8%*	*1,9%*	*2,5%*	

Fuente: CRU

En el período 2012-2017, CRU espera que la demanda de carbón metalúrgico crezca hasta casi 217 millones de toneladas, gran parte de lo cual continuará viniendo de China. Sin embargo, Asia Pacífico en desarrollo, India, Medio Oriente, América Latina y África muestren todos mayores crecimientos porcentuales que China.

11.2.4.3 Carbón total

Considerando los cambios pronosticados en la demanda tanto del carbón térmico como metalúrgico, CRU espera que para 2017 la demanda total alcance los 8.161 millones de toneladas, es decir, 619 millones de toneladas más que en 2012 equivalente a un crecimiento de apenas el 1,6% anual durante 5 años. Este crecimiento sería considerablemente menor al visto entre 2005 y 2012, donde el crecimiento anual fue de aproximadamente el 3,6%. Esto se explica por las razones expuestas anteriormente: la economía china debería comenzar a desacelerar en el mediano plazo, lo que afectará directamente las demandas de energía y de acero.

Figura 11.07: Consumo total de carbón pronosticado según tipo de carbón, 2005-2012

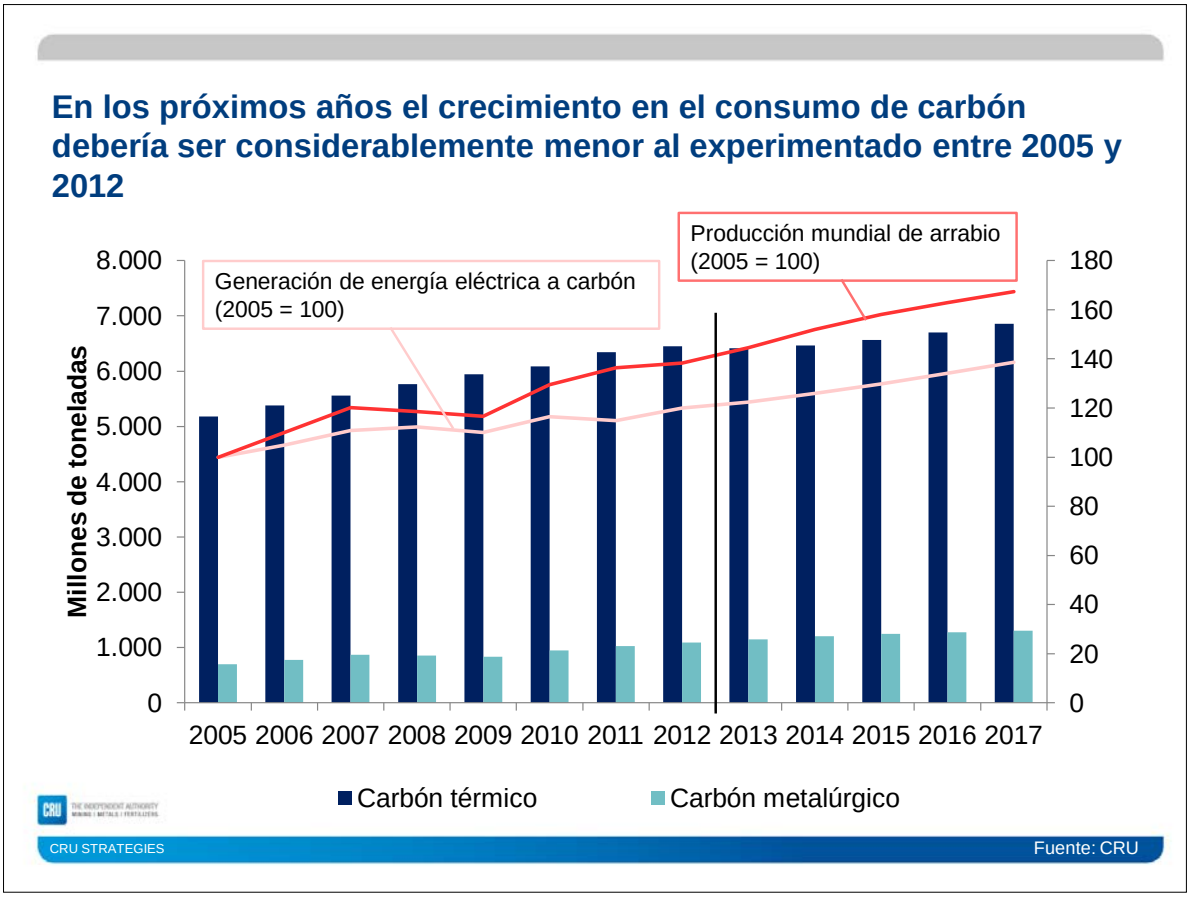


Tabla 11.17: Pronóstico de consumo mundial según tipo de carbón, 2012-2017 (millones de toneladas)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
Carbón térmico	6.453	6.413	6.464	6.564	6.699	6.855	1,2%
% cambio anual	*1,7%*	*-0,6%*	*0,8%*	*1,5%*	*2,1%*	*2,3%*	
Carbón metalúrgico	1.088	1.151	1.204	1.251	1.274	1.305	3,7%
% cambio anual	*6,0%*	*5,7%*	*4,7%*	*3,8%*	*1,9%*	*2,5%*	
Carbón total	**7.541**	**7.564**	**7.668**	**7.814**	**7.973**	**8.161**	**1,6%**
% cambio anual	***2,3%***	***0,3%***	***1,4%***	***1,9%***	***2,0%***	***2,3%***	

Fuente: CRU

A nivel regional, se espera que América del Norte y Europa sean las únicas zonas que disminuyan su consumo. Durante este período se espera que la demanda china crezca a una TCAC del 2,5%, un valor muy por debajo de la TCAC del 7,8% vista entre 2005 y 2012. Asia Pacífico en desarrollo

debería aumentar su demanda significativamente al igual que otras regiones en desarrollo como América Latina y África.

Figura 11.08: Consumo total de carbón pronosticado según región, 2005-2012

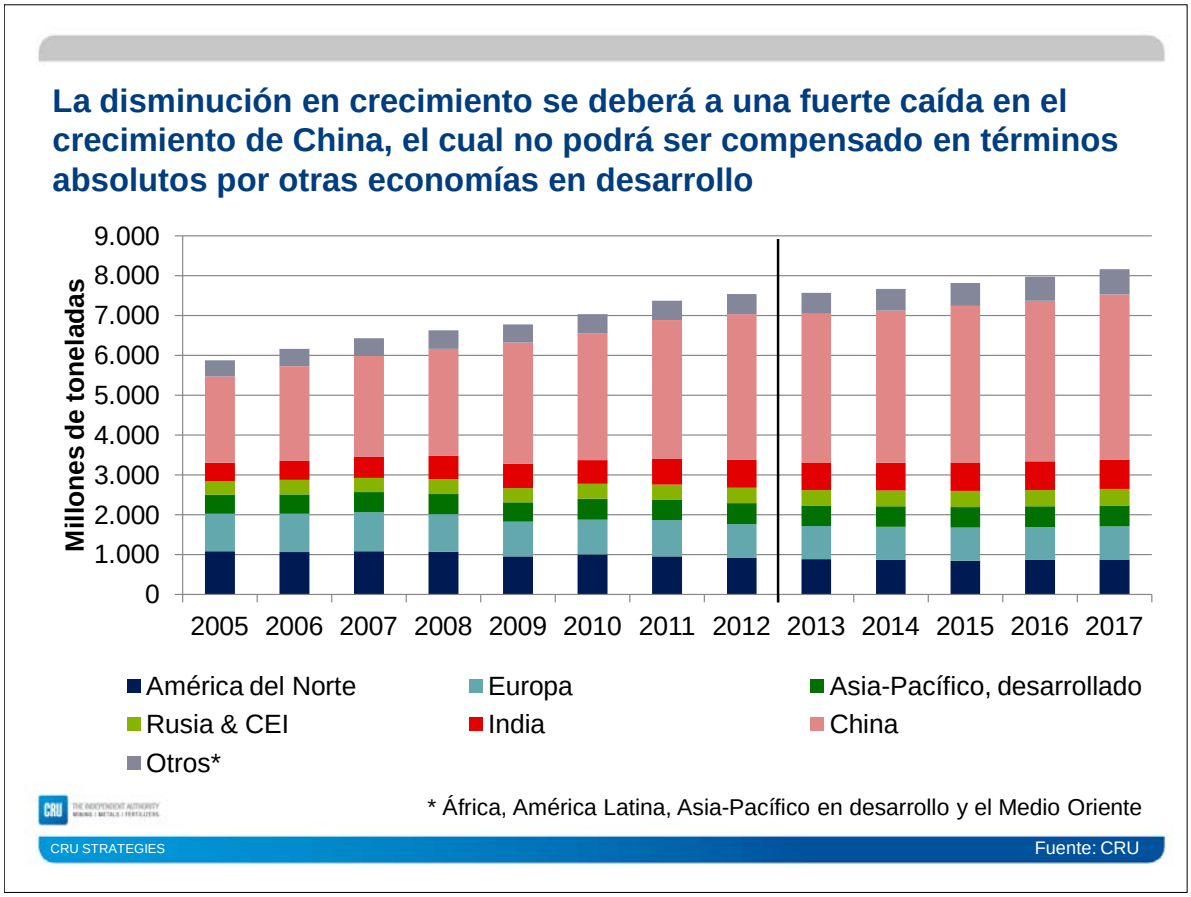


Tabla 11.18: Pronóstico de consumo total de carbón, 2012-2017 (millones de toneladas)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
América del Norte	913,8	887,0	867,7	849,7	863,2	875,0	-0,9%
Europa	851,5	827,2	824,6	824,1	824,6	827,8	-0,6%
Asia-Pacífico, desarrollado	522,1	517,7	518,3	521,1	524,4	525,2	0,1%
América Latina	68,2	71,3	75,3	78,6	81,1	85,4	4,6%
Rusia & CEI	388,7	389,0	396,6	403,5	407,9	415,9	1,4%
China	3.656,1	3.729,3	3.815,5	3.925,4	4.027,6	4.145,0	2,5%
Asia-Pacífico, en desarrollo	233,1	243,4	257,8	271,9	285,2	299,9	5,2%
India	702,0	688,3	693,9	711,9	723,5	740,5	1,1%
Medio Oriente	17,0	16,8	16,6	16,3	16,9	17,6	0,7%
África	189,0	193,7	201,7	211,8	219,1	228,2	3,8%
Total mundial	**7.541,4**	**7.563,6**	**7.668,0**	**7.814,2**	**7.973,4**	**8.160,5**	**1,6%**
% cambio anual	*2,3%*	*0,3%*	*1,4%*	*1,9%*	*2,0%*	*2,3%*	

Fuente: CRU

11.2.5 Evolución pronosticada de la demanda en el largo plazo

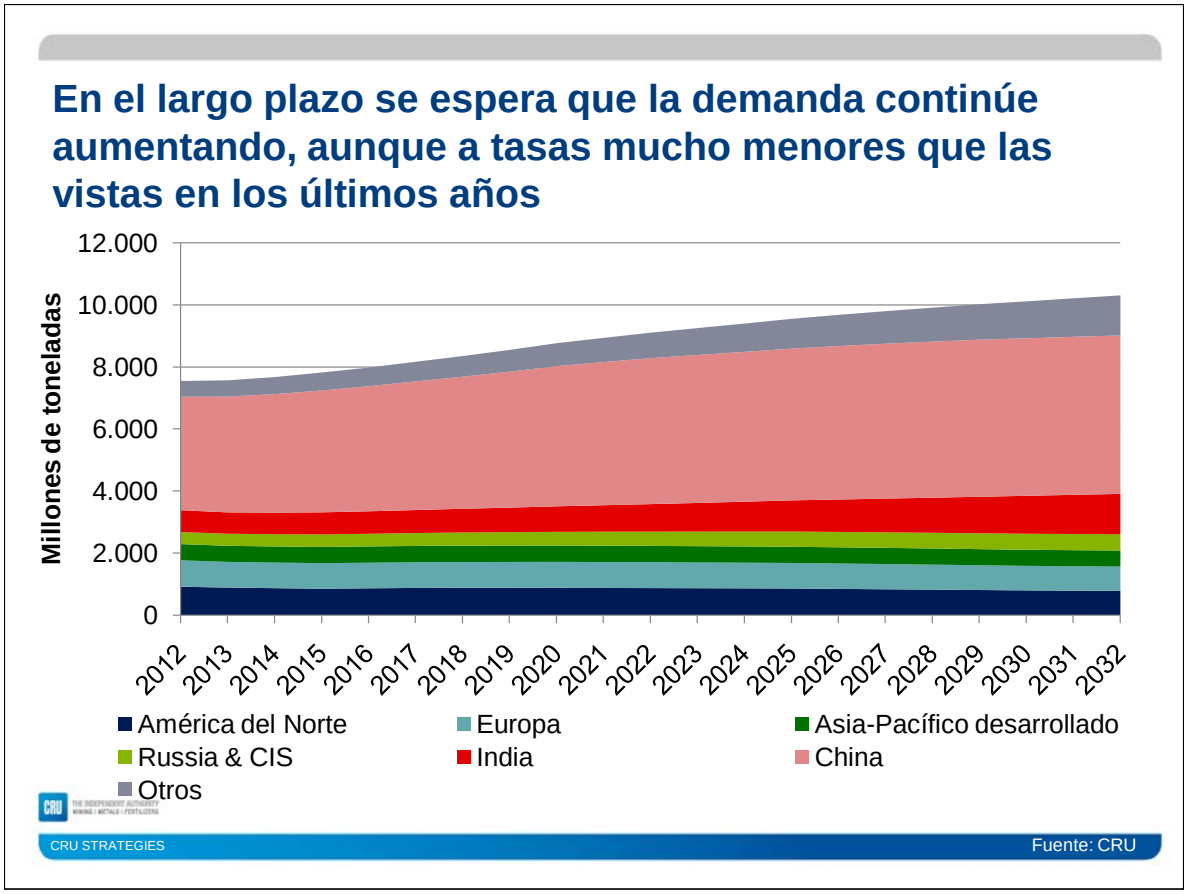
La predicción general a largo plazo de CRU sobre el consumo de carbón térmico se basa en consumo esperado de electricidad. Al igual que en la mayoría de las materias primas y como se ha establecido a lo largo del informe, China es el principal motor detrás del crecimiento en la demanda global de electricidad en los últimos años. El principal problema que deriva de esto es el tratar de pronosticar cuándo madurará el crecimiento industrial de China. Esto probablemente será determinado por el nivel de éxito que alcancen las políticas gubernamentales cuyo objetivo es fomentar el desarrollo en las provincias del interior del país para repetir el éxito que ya ha sido logrado en la China costera. La segunda incertidumbre es saber hasta qué punto India y otros países con grandes poblaciones y bajos ingresos serán capaces de repetir el milagro económico observado en China en los últimos diez años y si lograrán constituir una nueva fuente de crecimiento de demanda una vez que madure el mercado chino.

En el caso del carbón metalúrgico, ésta se basa en el consumo esperado acero. En el largo plazo, y al igual que en el caso del consumo energético, la pregunta clave para la industria del acero (y por lo tanto para la industria del carbón metalúrgico) es cuándo China alcanzará su apogeo. CRU ha estudiado esta pregunta en detalle, considerando cada uno de los sectores principales de uso final del acero en China. Basándonos en esto, hemos concluido que el boom de la economía China está completado a más de la mitad. China ha aumentado consistentemente el porcentaje del PIB que

representa las inversiones a casi un 50%. La tasa actual de urbanización prácticamente reposicionará a toda la población a excepción de la población rural de largo plazo en los próximos 20 a 25 años. Las redes ferroviarias y el sistema eléctrico serán ampliamente completados hacia 2020. La cantidad de personas por electrodomésticos importantes (refrigerador, lavadora, aire acondicionado, etc.) ha caído ya de más de 20 al rango de entre 4 y 6. La madurez del ciclo afectará diferentes partes de la economía en momentos distintas. Por ejemplo, el sector automotriz tomará más tiempo en estabilizarse que el de la construcción. Aún así, en 2020 algunos sectores comenzarán a sentir la desaceleración esperada y a 2030 ya todos los sectores deberían notar la madurez de la economía.

A continuación se resume nuestro pronóstico de la demanda general de carbón al combinar el carbón térmico y las proyecciones de carbón metalúrgico en el largo plazo.

Figura 11.09: En el largo plazo se espera que china se mantenga como el principal consumidor de carbón



Se prevé que la demanda de carbón total alcance los 10.300 millones de toneladas al año hacia 2032. Comparando con el nivel de 7.541 millones de toneladas de 2012 esto representa un crecimiento del 37% en el periodo completo 2012-2037. Mientras esto puede parecer sorprendente en vista de las preocupaciones actuales por las emisiones del carbono y el cambio climático, esto representa en realidad una tasa modesta de crecimiento de un bajo 2% anual y debe ser comparado con el período 2000-2012, durante el cual la demanda de carbón aumentó en un 57% en sólo 12 años.

En resumen, la electricidad es un factor de mejoramiento fundamental en los parámetros de vida global y el carbón es un combustible tan dominante que, a pesar del desarrollo de las energías renovables y de su substitución por gas, los niveles totales de consumo seguirán aumentando inevitablemente. Asimismo, el acero es lejos el principal metal usado en la economía industrial moderna, y la producción BF-BOF basada en carbón es nuevamente la fuente dominante de acero, particularmente en los mercados mundiales en desarrollo que crecen rápidamente. Esto inevitablemente aumenta la demanda de carbón, y esta tendencia continuará, a menos que se produzcan cambios fundamentales en las políticas de generación de energía (por ejemplo, a favor del combustible nuclear) o las tecnologías de elaboración del acero (por ejemplo, un mayor uso de tecnologías de elaboración de hierro basadas en gas). Ninguna de estas opciones parece ser muy probable.

11.3 Dimensionamiento y caracterización de la oferta

11.3.1 Características generales

Aunque se desconoce el primer uso del carbón como fuente de energía para los humanos, el carbón ha mantenido un papel continuo en la civilización pre-moderna como fuente de calor y de explotación de metal. El carbón fue mencionado en la elaboración del cobre en China hacia el año 1000 a.C. y como fuente de calor durante la Edad de Bronce en Gran Bretaña en el 2000 a.C. Sin embargo, antes de la era industrial, la producción del carbón era limitada. La producción que tuvo lugar provenía de los afloramientos de campos de carbón de la superficie y no fue fuertemente comercializado. Las necesidades energéticas de la Europa pre-moderna se abastecían primero con madera y con contenciones de ríos y riachuelos para crear molinos de agua.

Con la invención del motor a vapor y la subsecuente revolución industrial, el carbón llegó a ser el principal producto energético requerido para ayudar a la moderna producción industrial. El fácil

acceso de Reino Unido a las enormes reservas de carbón le permitió ser el primer país en industrializarse y transformarse en el poder prominente del siglo XIX. La producción del carbón aumentó rápidamente, primero en Gran Bretaña y luego, en otras partes, a fin de satisfacer la creciente demanda. La producción británica de carbón aumentó de 3 millones de toneladas largas en 1700 a 16 millones de toneladas largas en 1815. Hacia 1905, la producción británica de carbón llegó a 236 millones de toneladas largas. Sin embargo, a comienzos del siglo XX, los Estados Unidos, Alemania, Francia, Japón, Rusia y Bélgica se convirtieron en los principales productores de carbón.

Actualmente, el carbón sigue siendo un componente decisivo de la economía global. China produce la mayor cantidad de carbón, a 3.650 millones de toneladas en 2012. La mayor parte de ese carbón se consume internamente. Los Estados Unidos (922 millones de toneladas), India (605 millones de toneladas), Australia (431 millones de toneladas) e Indonesia (386 millones de toneladas) son los principales productores de carbón.

11.3.2 Geología

El carbón es un mineral con base de carbono que se forma a partir de la descomposición del material orgánico durante millones de años. En la medida en que las plantas se acumulan y se descomponen en las áreas pantanosas, los bajos niveles de oxígeno en las aguas circundantes preservan los detritos. Este proceso, asociado con inundaciones, puede producir temperaturas y presiones elevadas que llevaron a la formación del carbón. Este proceso general se denomina carbonización, puesto que involucra la transformación del material orgánico de las planta a niveles cada más puros de carbono. El carbón se clasifica según la razón entre el material restante de la planta y el carbono. La clasificación del carbón presentada en la Tabla 11.1 refleja las diferentes etapas en este proceso de carbonización, donde la antracita representa la conversión más completa y el lignito, el menos completo.

Los yacimientos de carbón son relativamente comunes en todo el mundo, presentes en los siete continentes y en 70 países. No hay ninguna probabilidad de que haya escasez de carbón; las reservas identificadas son iguales a 109 años de abastecimiento a la tasa de consumo de 2013, en comparación con 56 años del gas natural y 53 años para el petróleo crudo. Sin embargo, las reservas de carbón están relativamente concentradas según consta en la tabla siguiente.

Tabla 11.19: Reservas probadas mundiales de carbón (millones de toneladas)

	Antracita y bitúmen	Sub-bituminoso y lignito	Total	% del total
Estados Unidos	108.501	128.794	**237.295**	**28%**
Rusia & CEI	49.088	107.922	**157.010**	**18%**
China	62.200	52.300	**114.500**	**13%**
Australia	37.100	39.300	**76.400**	**9%**
India	56.100	4.500	**60.600**	**7%**
Alemania	99	40.600	**40.699**	**5%**
Ucrania	15.351	18.522	**33.873**	**4%**
Kazajstán	21.500	12.100	**33.600**	**4%**
Sudáfrica	30.156	-	**30.156**	**4%**
Colombia	6.366	380	**6.746**	**1%**
Canadá	3.474	3.108	**6.582**	**1%**
Polonia	4.338	1.371	**5.709**	**1%**
Indonesia	1.520	4.009	**5.529**	**1%**
Brasil	-	4.559	**4.559**	**1%**
Resto del mundo	8.969	38.711	**47.680**	**6%**
Total mundial	**404.762**	**456.176**	**860.938**	**100%**

Fuente: BP Statistical Review

Tres cuartos de todas las reservas conocidas se ubican en los Estados Unidos, China y Europa. Asimismo, Australia e India cuentan con importantes reservas. Otras fuentes de carbón importantes se encuentran en Colombia, Indonesia, y Sudáfrica. Por ende, estos ocho países/regiones dominan el negocio global del carbón.

11.3.3 Extracción y procesamiento

La distribución global de los yacimientos de carbón, junto con las distintos tipos de carbón, tienen como consecuencia la utilización de varios métodos diferentes de extracción y de procesamiento de carbón. El tipo, ubicación, cantidad y cualidades económicas de un mineral en particular son todos factores que determinan en qué forma éste será extraído y procesado. El siguiente gráfico ilustra la variedad de las técnicas que están disponibles.

Figura 11.10: Visión general de los métodos de extracción del carbón



Las técnicas subterráneas obviamente tienen un impacto ambiental mucho más bajo en términos de las alteraciones del suelo. La remoción del material encima de las camas de carbón cuando éste se encuentra en la cima de un cerro, que implica verter el exceso de tierra en los valles de ríos adyacentes, es una técnica particularmente dañina y es cada vez más inaceptable para la comunidad ambiental. Es muy posible realizar una explotación a tajo abierto en una forma ambientalmente amistosa si la topografía es la adecuada. El siguiente gráfico ilustra la técnica minera a tajo abierto regular en Australia. Como muestra el diagrama, el exceso de material es arrojado en áreas explotadas y luego de construir siguiendo las líneas de la capa superior del suelo se reemplaza y se rellena. El resultado puede ser un ambiente con usos alternativos a largo plazo. Es un hecho poco conocido, por ejemplo, que una proporción sustancial de los viñedos en la famosa región vitivinícola de Valley fueron sembrados en suelos que habían sido regenerados después de una extracción de carbón.

Figura 11.11: Operación en superficie típica en Australia



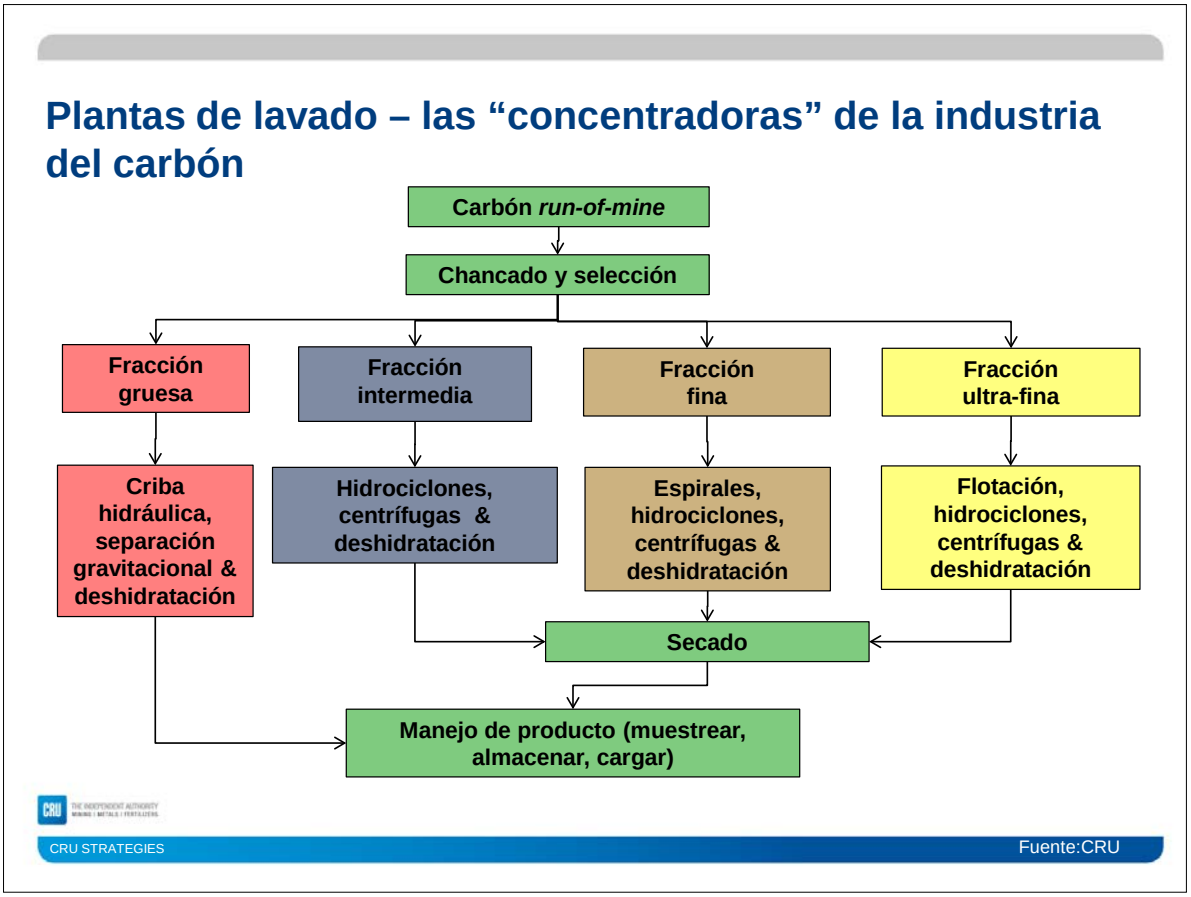
El principal equipo usado en la extracción a tajo abierto es la dragalina en el caso de minas muy grandes o palas y camiones tradicionales en el caso de operaciones más pequeñas. Generalmente, las dragalinas se usan para remover el material estéril que cubre el mineral. Para transportar el mineral desde la mina a la planta de procesamiento se utilizan camiones o, si las distancias son mayores, máquinas transportadoras o ferrocarriles. Una ventaja clave de la extracción a tajo abierto es que suele ser posible recuperar un alto porcentaje del carbón in situ (90% o más) debido al fácil acceso al mineral. Aproximadamente, el 40% de la producción global de carbón se obtiene por minería a tajo abierto.

Cuando las reservas de carbón están a mayor profundidad, la extracción a través de minería subterránea es el método preferido. La extracción subterránea implica el uso de maquinaria subterránea, perforar hasta el mineral y luego, extraer y transportar el mineral a la superficie para su procesamiento. Una mina subterránea puede usar dos diferentes enfoques hasta alcanzar y recoger el mineral. El primer enfoque, llamado método de caserones y pilares, requiere la construcción de

pasajes a través de los cuales se mantienen pilares naturales para proteger la integridad estructural de la mina subterránea. Una vez que todo el mineral económico es recuperado, los pilares pueden ser extraídos. El segundo enfoque, llamado *longwall mining*, utiliza una gran máquina llamada rafadora-cargadora para tirar y empujar a través de veta de mineral expuesta, con lo que automáticamente se extrae el carbón. Este proceso es altamente automatizado, y requiere altos costos de capital de maquinaria. Cerca de un 60% de la producción de carbón se produce usando alguna forma de extracción subterránea.

En algunos casos, el carbón directamente extraído de la mina (o *run-of-mine*) puede estar en condiciones para la venta directa. No obstante, varias veces sucede que el límite entre la veta del carbón y la roca caja no está claramente definido y el carbón extraído se contamina con otros minerales y con materia orgánica que no ha completado totalmente el proceso de carbonización. Esto significa que el carbón debe ser limpiado y concentrado. El siguiente diagrama resume algunas partes del proceso que podrían estar presentes en una planta de preparación de carbón, algunas veces llamada planta de lavado.

Figura 11.12: Plantas de lavado – las “concentradoras” de la industria del carbón



Según el diagrama, hay una variedad de técnicas de flotación y gravitacionales involucradas. Cada planta de lavado debe ser cuidadosamente diseñada para adecuarse al carbón específico que va a ser procesado, de modo que esto debe ser tratado como una descripción genérica.

Una vez que el carbón ha sido limpiado de esta forma, es seleccionado y almacenado en varios silos, desde los cuales es ser transportado en vagones de transporte o camiones hasta el terminal de exportación.

11.3.4 Comercialización (exportaciones e importaciones)

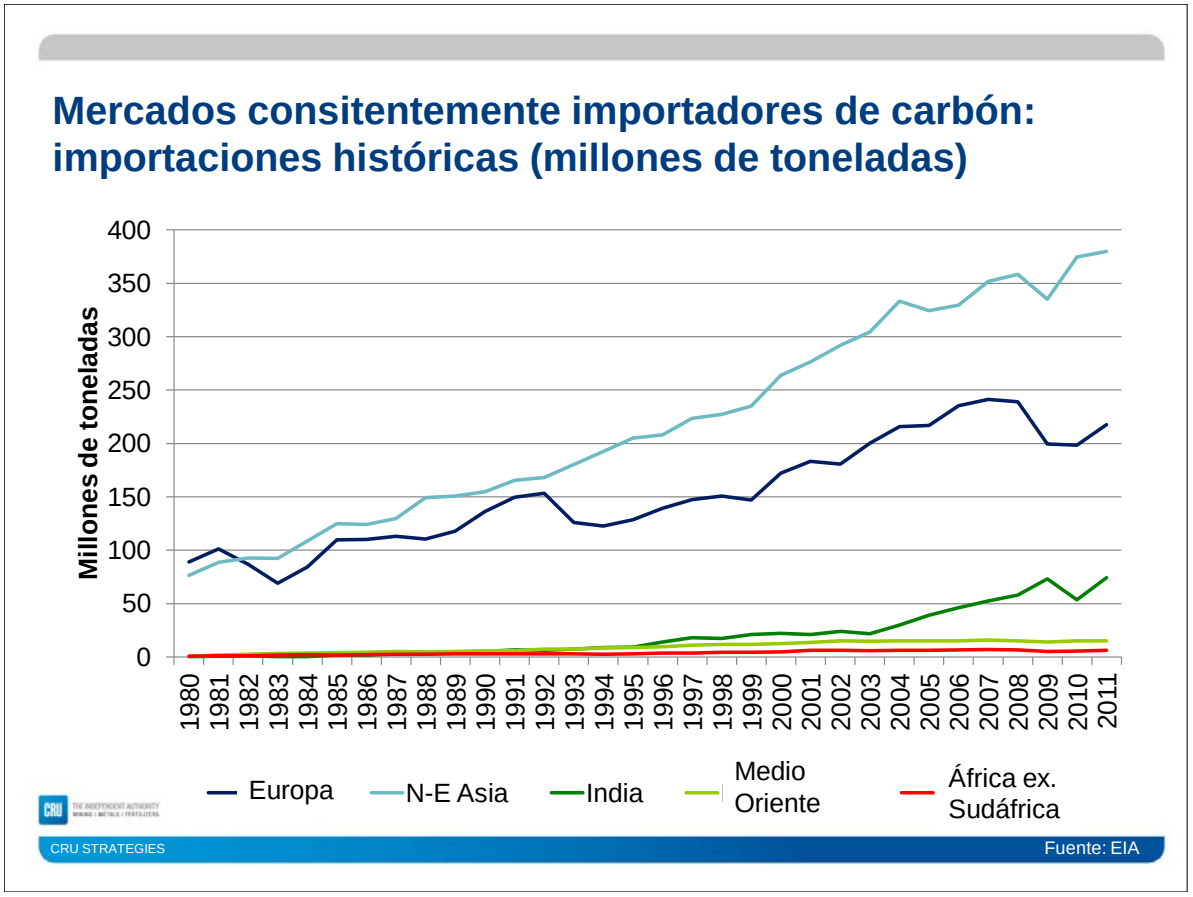
El mercado del carbón es, respecto de otras materias primas, un mercado competitivo debido a la abundancia y amplia distribución de los recursos del carbón en el mundo. Esta distribución de oferta, junto con la falta de monopolio por parte de los compradores, asegura un comercio amplio, estable y receptivo del carbón. La competencia tanto dentro de y entre los principales productores

de carbón, como lo serían Estados Unidos, Canadá, Indonesia, Australia y Sudáfrica, significa que el precio del carbón tiende hacia un costo marginal de largo plazo.

El mercado del carbón se puede dividir en tres categorías básicas: las regiones que han sido importadores netas de carbón consistentes, las regiones que han sido exportadoras netas consistentes y finalmente, las regiones donde el equilibrio comercial ha cambiado.

El siguiente gráfico muestra las tendencias del mercado en las regiones de importaciones netas.

Figura 11.13: Mercados consistentemente importadores de carbón

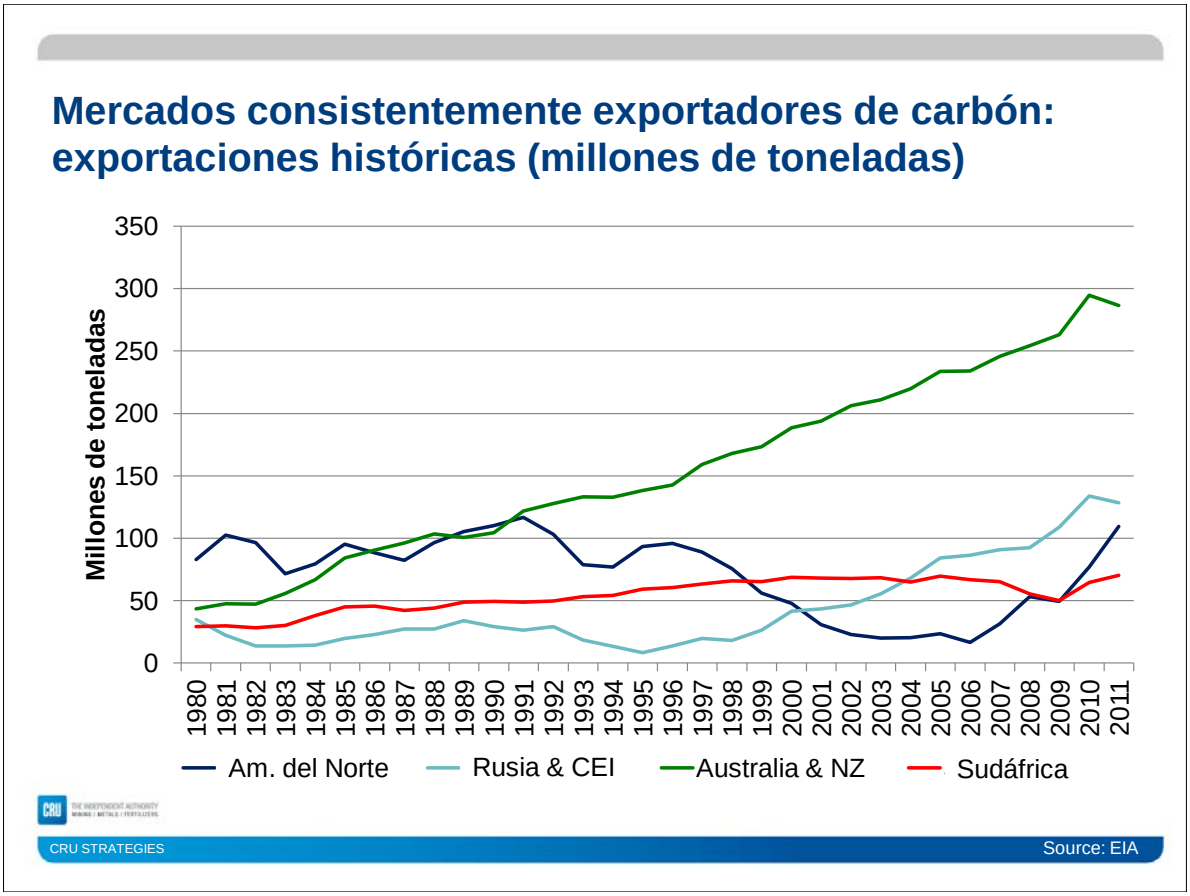


El principal crecimiento ocurre en los mercados del noreste asiático, compuesto por Japón, Corea del Sur y Taiwán. En los últimos 30 años, ellos han aumentado sus importaciones de carbón por un factor de aproximadamente 3,5. Asimismo, Europa ha aumentado su consumo, pero a diferencia del noreste asiático, la principal razón para este aumento es la disminución de su producción interna, ya que los altos costos de las minas han ido causando cierres gradualmente. El desarrollo reciente más

significativo ha sido un aumento en las importaciones de India, principalmente en la forma de carbón metalúrgico. Aunque India tiene amplias reservas, éstas son básicamente de carbón térmico. Adicionalmente, el ambiente de políticas mineras en India ha ido aumentando en hostilidad. Medio Oriente y África (fuera de Sudáfrica) son también importadores netos modestos y presentan un lento crecimiento de importaciones netas.

El próximo gráfico muestra las regiones que han sido exportadores netos consistentes.

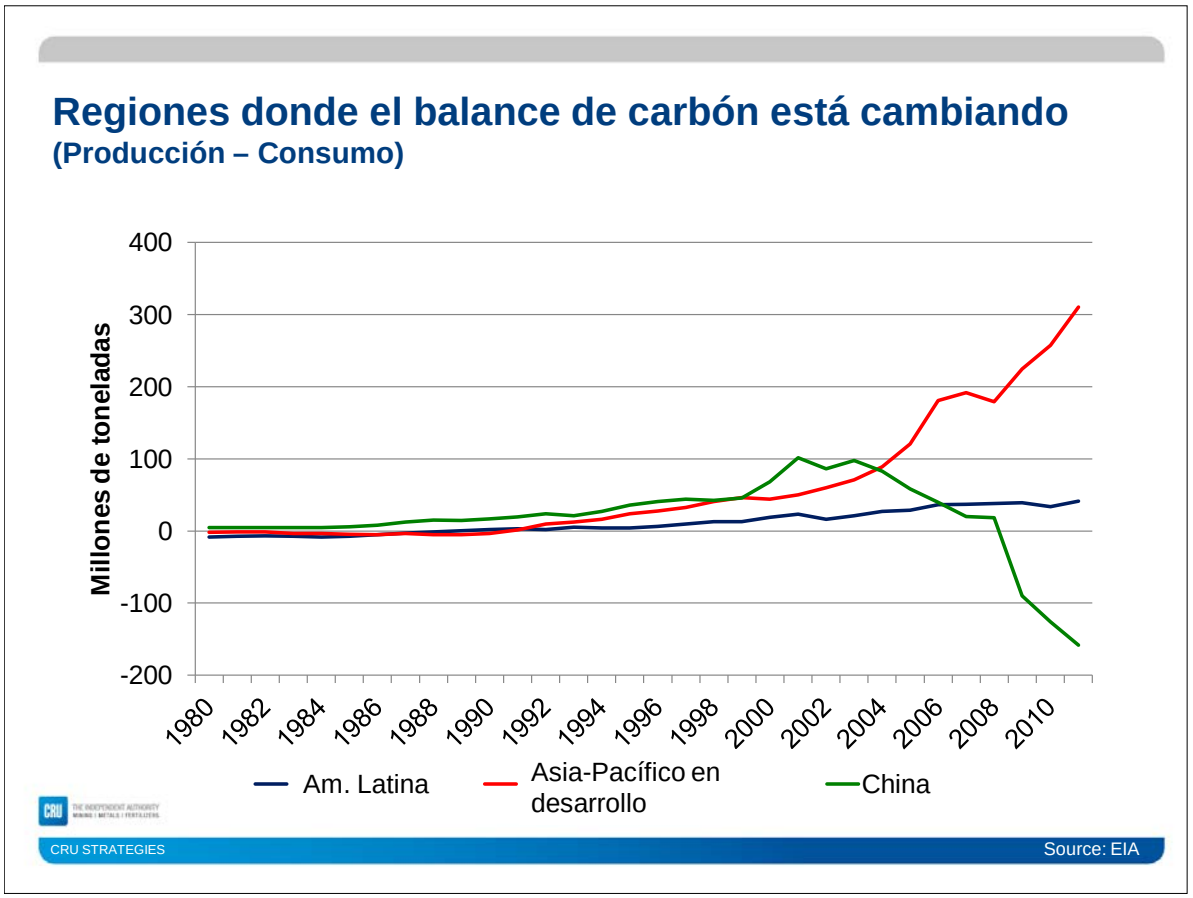
Figura 11.14: Mercados consistentemente exportadores de carbón



La característica predominante de este gráfico es el inmenso crecimiento en las exportaciones de Australia han aumentado en seis veces en las últimas tres décadas. Mientras que en Sudáfrica las exportaciones han sido mucho más planas. Las exportaciones estadounidenses estaban en una tendencia a la baja hasta hace poco cuando la sustitución del carbón por el gas en la generación de energía, creó un exceso que necesitó encontrar un mercado en el exterior. Las exportaciones rusas también han aumentado sólidamente desde que la economía se estabilizó a mediado de los noventa.

Finalmente, hay tres regiones que donde el equilibrio comercial ha cambiado. El siguiente gráfico muestra la posición neta de las exportaciones de estas regiones.

Figura 11.15: Regiones donde el balance de carbón está cambiando



El desarrollo más sorprendente ocurrió en China. Hasta hace poco, era un exportador neto importante. De hecho, las exportaciones netas llegaron a su apogeo con alrededor de 100 millones de toneladas en el período 2001-2003. Hacia 2011, sin embargo, China desarrolló un déficit de más de 150 millones de toneladas. Son dos los factores detrás de esto. El primero es la importante reforma y racionalización de la industria minera nacional que el gobierno introdujo durante el período 2005-2010. Esto significó el cierre de miles de minas pequeñas, inseguras y dañinas ambientalmente, y la expansión de las empresas más grandes. Hubo una pérdida de producción neta importante de este proceso. El segundo factor había sido la creciente escasez de carbón metalúrgico de buena calidad que llevó a importaciones significativas del carbón de coque duro para mejorar la calidad de la mezcla del carbón de coque en las plantas de laminación de acero chinas.

El gráfico muestra que Indonesia ha sido el principal beneficiario de este proceso. Esto provocó que la región de países en desarrollo de Asia Pacífico cambiara desde un pequeño déficit hasta llegar a un gran superávit. Un cambio similar pero más modesto ocurrió en Sudamérica, básicamente reflejando el desarrollo exitoso del sector de exportaciones de carbón colombiano.

11.3.5 Evolución histórica de la oferta

En la historia reciente, la producción global del carbón ha sufrido varias transformaciones considerables. En los años siguientes a la postguerra, la producción de carbón estuvo ampliamente centrada en los Estados Unidos y Europa, regiones que demostraron una avanzada industrialización. El carbón en los Estados Unidos fue producido principalmente en la región de los Apalaches, extendiéndose desde Virginia hasta Virginia Occidental y terminando en Pensilvania, con una producción limitada en el occidente montañoso. En Europa, la producción de carbón estuvo principalmente en el norte de Inglaterra y en la región del río Ruhr, ambos centros de producción de acero y de actividad industrial.

Esta situación continuó hasta que el rápido período de industrialización y desarrollo de Japón modificaron fundamentalmente la dinámica de abastecimiento del carbón. En la medida en que Japón se industrializó, el país desarrolló una enorme y aún dominante industria del acero. Las crecientes demandas energéticas de Japón, junto con la nueva demanda de carbón metalúrgico, forzaron a las naciones pobres en recursos a buscar en otras partes un abastecimiento constante de carbón. Como resultado, Indonesia y Australia comenzaron a desarrollar una industria del carbón, con sus productos orientados principalmente hacia el mercado japonés.

Durante un tiempo se mantuvo un nuevo *status quo*, originando un mercado con un crecimiento estable de un 2% a 3% anual. El programa de industrialización de China, que comenzó en los años 90, pero que despegó realmente en la primera década del siglo XXI, remodeló la industria del carbón. China, que se había transformado en el más grande productor de carbón por volumen a mediados de los ochenta, aumentó su producción de carbón en seis veces la cantidad de los años ochenta. Esta producción aumentada seguía siendo insuficiente, y China comenzó cada vez más a mirar al extranjero, hacia Australia, Indonesia, los Estados Unidos y a todas partes para abastecer su voraz demanda de carbón. Durante este período, Europa había comenzado a pasar de la producción de energía a partir de carbón a la energía nuclear y con otros combustibles como fuente. Este

cambio junto con la disminución en la producción local provocaron que la producción del carbón de Europa decayera de los niveles anteriores.

La siguiente tabla presente las cifras de producción de carbón para los países y regiones claves seleccionadas sobre una base de un millón de toneladas. En los últimos 30 años, la producción de carbón a nivel mundial se duplicó con creces. El crecimiento más espectacular ocurrió en China y, como ya se discutió, fue lo que llevó a desarrollar la industria de acero y a una creciente demanda desde los bajos niveles iniciales de consumo de electricidad.[3] Salvo Europa, en donde la producción ha disminuido desde principios de los ochenta, en las regiones de mayor importancia se ha expandido.

Si se observa el desarrollo de la industria en los últimos años, específicamente desde 2005, vemos qua las tendencias mencionadas anteriormente se mantienen: el aumento consistente en la demanda ha impulsado la producción en casi todas las regiones. América del Norte, donde los costos de la industria se caracterizan por ser relativamente altos, ha disminuido levemente su producción de carbón desde 2005. Indonesia destaca por su fuerte crecimiento anual de alrededor del 14%, seguido por China y Colombia.

[3] Como referencia, a fines de los 80 y a comienzos de los 90, un hogar promedio chino tenía un consumo de electricidad equivalente al de una ampolleta.

Figura 11.16: La producción mundial ha ido aumentando consistentemente con crecimientos importantes por parte de China, Indonesia e India

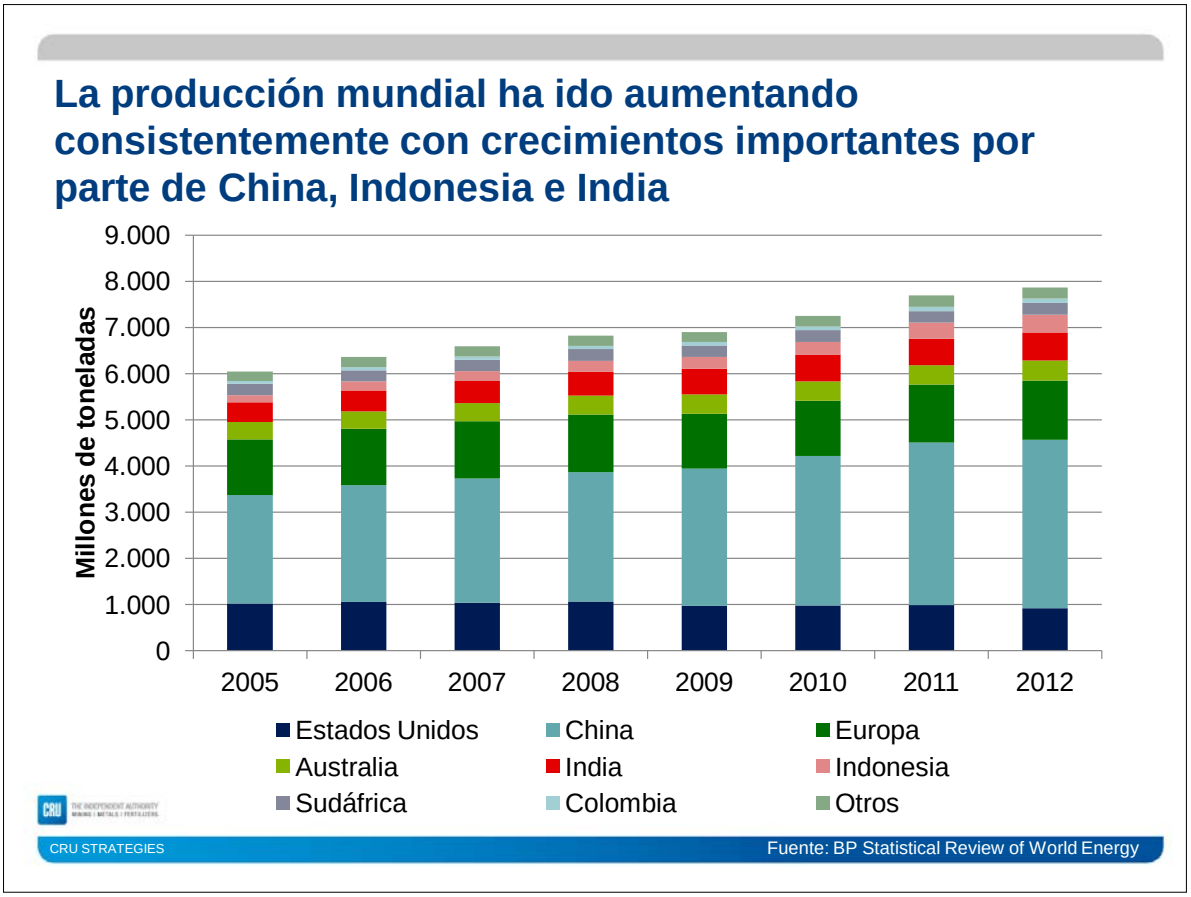


Tabla 11.20: Producción mundial de carbón, 2005-2012 (millones de toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAC 2005-2012
Estados Unidos	1.026	1.055	1.040	1.063	975	984	994	922	-1,5%
China	2.350	2.529	2.692	2.802	2.973	3.235	3.516	3.650	6,5%
Europa	1.201	1.220	1.236	1.254	1.182	1.193	1.257	1.281	0,9%
Australia	375	383	393	405	419	424	415	431	2,0%
India	428	449	478	516	556	574	570	606	5,1%
Indonesia	153	194	217	240	256	275	353	386	14,2%
Sudáfrica	244	245	248	253	251	257	252	260	0,9%
Colombia	59	66	70	74	73	74	86	89	6,1%
Otros	213	218	216	217	217	236	249	239	1,7%
Total mundial	**6.050**	**6.358**	**6.589**	**6.822**	**6.901**	**7.252**	**7.692**	**7.865**	**3,8%**
% cambio anual		*5,1%*	*3,6%*	*3,5%*	*1,2%*	*5,1%*	*6,1%*	*2,2%*	

Fuente: BP Statistical Review of World Energy

La siguiente sección trata sobre las tasas de producción históricas del carbón en países y regiones claves seleccionados, destacando cualquier aspecto relevante. Además, ésta incluye información respecto de las reservas de cada área.

11.3.5.1 Los Estados Unidos

En 2012, los Estados Unidos produjeron 922,1 millones de toneladas de carbón, además de tener las mayores reservas de carbón a nivel mundial con 237.295 millones de toneladas. La industrial estadounidense del carbón tuvo que enfrentar gran cantidad de recientes desafíos debido a varios factores. El consumo de energía en los Estados Unidos casi quedó estancado, como consecuencia de una creciente eficiencia eléctrica y la disminución del crecimiento económico del país. Además, la revolución del *shale gas* provocó una baja en los precios del gas natural, forzando al carbón a competir con una fuente de energía más barata y limpia. Estas presiones, junto con un aumento de las normas federales, forzaron a la industria estadounidense del carbón a reorientarse hacia las exportaciones en el Lejano Oriente y China. El bajo contenido de ceniza del carbón estadounidense lo hizo particularmente atractivo para China, ya que ofrecía una alternativa menos contaminante que su carbón nacional.

11.3.5.2 China

China es el más grande productor de carbón del mundo, con una producción de 3,65 mil millones de toneladas en 2012. La industria china del carbón está bien establecida y satisface el consumo interno chino. China posee grandes reservas de carbón, totalizando 114.500 Mt. Aunque China tiene carbón suficiente para satisfacer su consumo para un futuro inmediato, estas reservas son de un mayor contenido de cenizas, por lo que provoca una mayor contaminación al ser quemado. Debido a esto, China no es inmune a las importaciones limitadas de carbón de alta calidad de otras partes. Los productores principales de carbón en China son: Shenhua Group, ChinaCoal, Shaanxi Coal y Chemical Industry, Shanxi Coking Coal Group, Datong Coal Mine Group, Jizhong Energy, y Shandong Energy.

11.3.5.3 Europa

Incluyendo Rusia, Europa produjo 1,281 mil millones de toneladas de carbón en 2012. La cifra de sus reservas asciende a 304.604 millones de toneladas para 2012. La producción del carbón en Europa ha decaído desde los años ochenta debido a que los productores de bajo costo de otras partes le fueron ganando la competencia a las operaciones de carbón nacionales, altamente subsidiadas por el estado que se encontraban en Europa. En las últimas tres décadas, el consumo europeo de energía

dejó de lado el carbón y optó por la energía nuclear, el gas y las energías renovables. Como consecuencia, hubo poca demanda de inversiones en la producción de carbón.

11.3.5.4 Australia

Australia presenció un asombroso aumento en su producción de carbón en las últimas tres décadas, produciendo 431 millones de toneladas en 2012. Según se informó anteriormente, el aumento en la producción australiana del carbón se debió inicialmente a la industrialización de Japón. Australia, con un gobierno estable, bajas tasas de consumo nacional y proximidad geográfica a Japón, era la elección lógica y fácil para satisfacer las necesidades energéticas de Japón. A pesar del estancamiento de la economía japonesa en los últimos veinte años, Australia continuó con su transformación hasta llegar a ser uno de los principales productores de carbón. La demanda china había repuntado, mientras que la estancada demanda de Japón se había acabado. Principalmente, el carbón se explota en Queensland, Nueva Gales del Sur, y Victoria. La industria australiana del carbón está dominada por BHP Billiton, Rio Tinto y Anglo American.

11.3.5.5 India

Al igual que China, India también presenció un rápido crecimiento de su industria del carbón en las últimas tres décadas, producto de la industrialización y creciente demanda energética. Aunque la producción de carbón en India asciende actualmente a 605,8 millones de toneladas, ha mostrado un fuerte crecimiento en los últimos años. La industria del carbón en India está altamente regulada y controlada por el gobierno. La empresa estatal Coal India Limited en el principal productor dominante de carbón en India, trabajando a la par con el Ministerio del Carbón de la India. Las reservas de la India ascienden a 60.600 millones de toneladas. A pesar de su inmenso desarrollo, la industria del carbón en la India ha sido incapaz de alcanzar el ritmo de crecimiento necesario para satisfacer la demanda doméstica por lo que dependen también de las importaciones.

11.3.5.6 Indonesia

Indonesia cuenta con una muy joven industria del carbón. En 2012 la producción total llegó a 386 millones de toneladas, de las cuales su mayor parte fue exportada, convirtiendo a Indonesia en el más grande exportador de carbón del mundo. Las reformas nacionales en los años 70 y 80, permitieron que finalmente la inversión externa llegara al país. Es así que desde 1989 hasta 1999, la industria del carbón de Indonesia vio aumentar su producción en un 30% anual. La mayor parte de la producción del carbón de Indonesia proviene de sus productores nacionales, aunque

inversionistas extranjeros están esperando cada vez más lograr inversiones seguras en el mercado de Indonesia.

11.3.5.7 Sudáfrica

La producción sudafricana fue de 260 millones de toneladas en 2012 y ha crecido lentamente en la última década. La industria sudafricana del carbón se ha expandido gradualmente hasta cubrir las necesidades energéticas nacionales y suministrar carbón térmico para el resto de África. La industria sudafricana del carbón está controlada por cinco empresas fundamentales: Anglo American Thermal Coal, BHP Billiton's Ingwe Collieries, Sasol Mining, Eyesizwe y Kumba Resources. Si bien existe claramente el potencial para el crecimiento del carbón sudafricano, la creciente incertidumbre respecto de la estabilidad política de la nación ha empañado las futuras oportunidades de inversión.

11.3.5.8 Resto del mundo

Además de los principales productores de cobre previamente mencionados, el resto del mundo produjo 239,5 millones de toneladas de carbón en 2012. Muchos países tienen proyectos a pequeña escala para el carbón y que sirven para satisfacer las necesidades energéticas nacionales. Colombia, un productor de carbón menor, pero creciente, será tratado después en este capítulo.

11.3.6 Evolución pronosticada de la oferta en el corto plazo

Entre 2012 y 2017 CRU espera que la producción total de carbón aumenta desde 7.865 millones de toneladas producidas en 2012 a 8.399 millones de toneladas producidas en 2017. Este aumento en producción es considerablemente menor al visto en años anteriores. Si bien la mayor parte de este aumento debería provenir de China, el crecimiento anual pronosticado para el país se encuentra muy por debajo del crecimiento previsto para otras regiones y del crecimiento visto en años previos, lo que explica en gran parte la desaceleración de la producción prevista.

Se espera un aumento importante desde la categoría "otros países", explicado en gran parte por el surgimiento de Mongolia como productor. Otros actores que aumentarán su relevancia en los próximos años son Australia e Indonesia. Europa será la única región cuya producción caerá, aunque esta disminución será muy leve.

Figura 11.17: En los próximos años se espera que la producción crezca a un ritmo considerablemente menor al visto en años previos, con China prácticamente atascándose

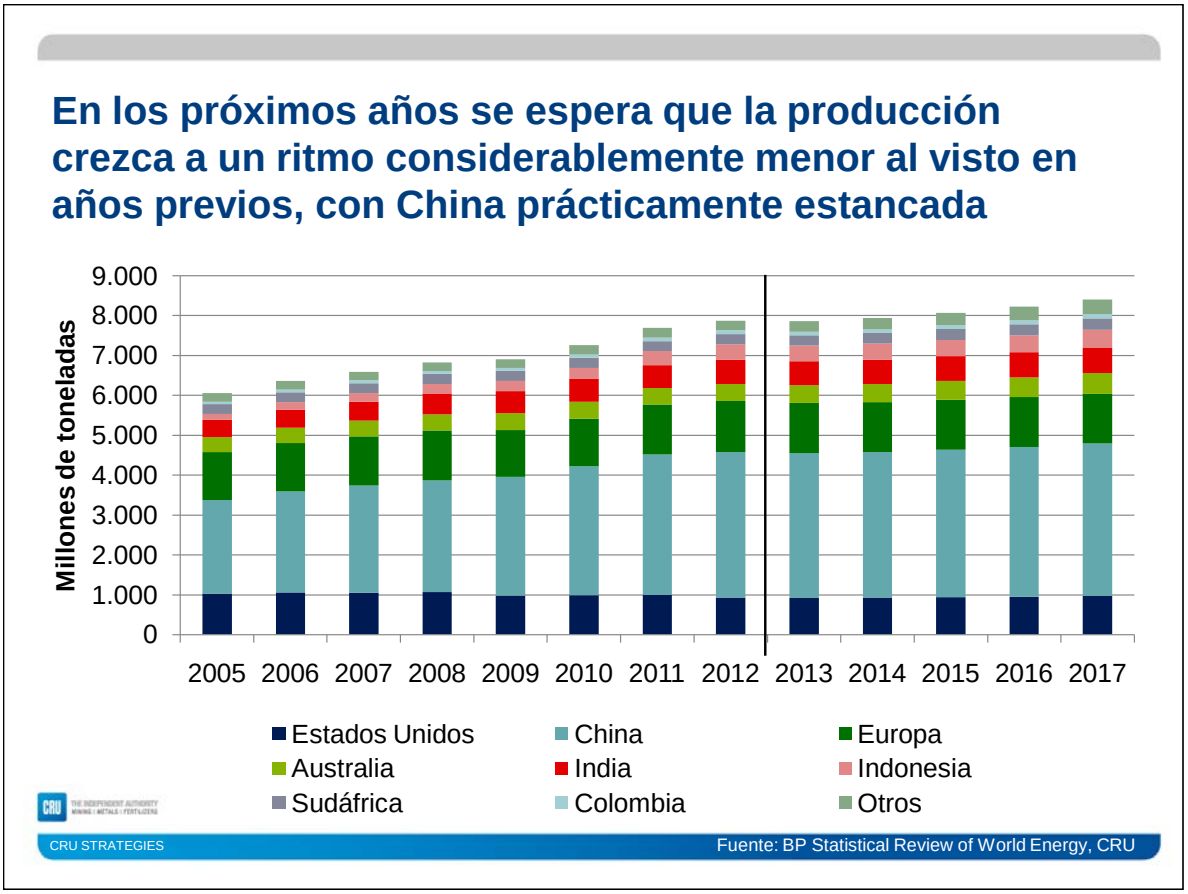


Tabla 11.21: Producción mundial pronosticada de carbón, 2012-2017 (millones de toneladas)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2012-2017
Estados Unidos	922	917	922	933	946	962	0,9%
China	3.650	3.632	3.656	3.703	3.758	3.827	0,9%
Europa	1.281	1.257	1.248	1.245	1.245	1.249	-0,5%
Australia	431	441	456	474	494	516	3,6%
India	606	604	610	619	630	643	1,2%
Indonesia	386	391	401	413	426	441	2,7%
Sudáfrica	260	262	267	274	282	290	2,2%
Colombia	89	90	93	95	98	102	2,7%
Otros	239	260	284	311	339	369	9,0%
Total mundial	**7.865**	**7.854**	**7.937**	**8.068**	**8.218**	**8.399**	**1,3%**
% cambio anual	*2,2%*	*-0,1%*	*1,1%*	*1,7%*	*1,9%*	*2,2%*	-0,4%

Fuente: CRU

11.3.6.1 Los Estados Unidos

CRU no espera grandes aumentos en el abastecimiento estadounidense del carbón. Los precios del carbón son relativamente bajos y los costos mineros son bastante altos. Tiene sentido para las minas estadounidenses exportar el excedente de carbón en la medida en que haya un margen positivo de contribución, una vez deducidos los costos operativos variables del precio neto. Sin embargo, se para desarrollar nuevas minas se requieren precios de exportación más elevados, ya que se deben cubrir los costos de capital.

Considerando lo anterior, la demanda regional del carbón está cayendo a más del 1% anual, lo que probablemente excede la tasa natural de agotamiento de las minas actuales. Es por esto que hay grandes probabilidades de que los niveles de exportaciones estadounidenses actuales se mantengan y hasta aumenten un poco. El resultado final es que la producción de los Estados Unidos se mantendrá bastante plana.

11.3.6.2 China

La demanda de carbón de China sigue en alza. CRU duda que el gobierno quiera aumentar considerablemente su dependencia en el carbón importado, dado que también importan petróleo y gas. Esta dependencia aún es considerada como fuente de vulnerabilidad estratégica. Así, China sigue enfatizando un desarrollo agresivo de las energías renovables, hidroelectricidad y electricidad nuclear.

Un importante desarrollo en China es el cambio de industrias intensivas en energías desde China oriental a China occidental, en donde hay grandes recursos de carbón con costos relativamente bajos y sin desarrollar a fin de abastecer la energía requerida. Estos recursos se encuentran a demasiada profundidad para ser viables en el mercado del carbón comercializado. Este cambio liberará electricidad en china oriental para que pueda ser utilizada a nivel doméstico, en el comercio y en industrias donde los menores precios generarán más valor.

A pesar de estas consideraciones, CRU espera que las importaciones de carbón de China aumenten por lo menos tan rápido como la demanda. Esto implica que la producción probablemente crecerá un poco más lento que la demanda.

11.3.6.3 Europa

El panorama para el carbón en Europa es bastante pobre. La economía está creciendo lentamente y el énfasis está en sustituir el carbón por otros combustibles, especialmente gas y energías renovables. La reciente solidez de las importaciones de carbón de Europa es un fenómeno temporal que refleja la decisión de algunos países de retirar paulatinamente la energía nuclear de su matriz energética. Las expectativas de CRU para Europa con respecto a la producción de carbón son bastante bajas, dada la inexistencia de crecimiento y el pronóstico negativos para su demanda de éste mineral. La industria minera doméstica sigue siendo altamente costosa, pero dado que hay barreras importantes por derribar antes de que se llegue al cierre de estas minas, CRU considera que la producción no necesariamente caerá más rápido que la demanda.

11.3.6.4 Australia

Claramente Australia tiene los recursos para continuar su expansión en la industria del carbón. Sin embargo, las políticas gubernamentales han sido hostiles hacia ésta, especialmente con la imposición de impuestos al carbón e impuestos especiales sobre la renta. Es posible que esto pueda cambiar dependiendo de los resultados de las próximas elecciones.

La visión de CRU es que Australia es, a la larga, el principal productor fluctuante de carbón global. Éste se expandirá o no según las exigencias del mercado.

11.3.6.5 India

India tienes los recursos para expandir más aún su industria del carbón y así limitar el aumento en las importaciones de carbón térmico. Sin embargo, el alza de las importaciones de carbón metalúrgico podrían probablemente continuar, ya que los yacimientos de carbón de India no pueden producir la calidad requerida. Las incertidumbres claves alrededor de los futuros niveles de producción de la India son las siguientes:

- Las tendencias económicas generales y la tasa de crecimiento de la industria del acero; esto dirigirá las importaciones del carbón metalúrgico; además, esto manejará la demanda del carbón térmico desde el sector de generación de energía;
- La capacidad Coal India (empresa estatal a cargo de la explotación del carbón en el país) de expandir su producción rápidamente a fin de satisfacer la demanda; en términos absolutos, lo han hecho bastante bien en los últimos 20 años, pero aún no han sido capaces de responder la demanda; y

- El clima general de la industria minera y el marco regulador; la adopción de políticas amigables para la minería y la apertura del sector del carbón a las inversiones privadas podrían ser un tremendo impulso para la producción, pero CRU no ve que esto pueda suceder pronto.

11.3.6.6 Indonesia

El país de Indonesia tiene enormes recursos. Aún cuando estos son sub-bituminosos, Indonesia está bastante cerca a las principales regiones importadoras en Asia del noroeste y China para absorber los costosos precios de transporte involucrados. Consecuentemente, CRU prevé que la producción y exportaciones de Indonesia continuarán creciendo rápidamente.

11.3.6.7 Resto del mundo

Hay algunas interrogantes sobre el futuro de la producción y exportaciones del carbón sudafricano, dado el deteriorado clima político y de seguridad en ese país. El recurso base está disponible y la industria en general está en las poderosas manos de las empresas del sector privado. No obstante, se requieren mayores inversiones en infraestructura en puertos y vía férreas, lo cual no parece que sucederá pronto dado el clima actual. A pesar de esto, CRU mantiene un optimismo moderado sobre estas posibilidades.

11.3.7 Evolución pronosticada de la oferta en el largo plazo

En el largo plazo se espera que la producción siga las mismas tendencias que la demanda, con los países consumidores prefiriendo el su carbón doméstico (en caso de que éste tenga la calidad necesaria para el uso que se le quiera dar) y luego cubriendo sus necesidades extra (o producción extra) a través de importaciones (exportaciones).

A continuación se muestra el pronóstico en el largo plazo para la producción de carbón a nivel mundial según CRU:

Figura 11.18: Producción de carbón en el largo plazo

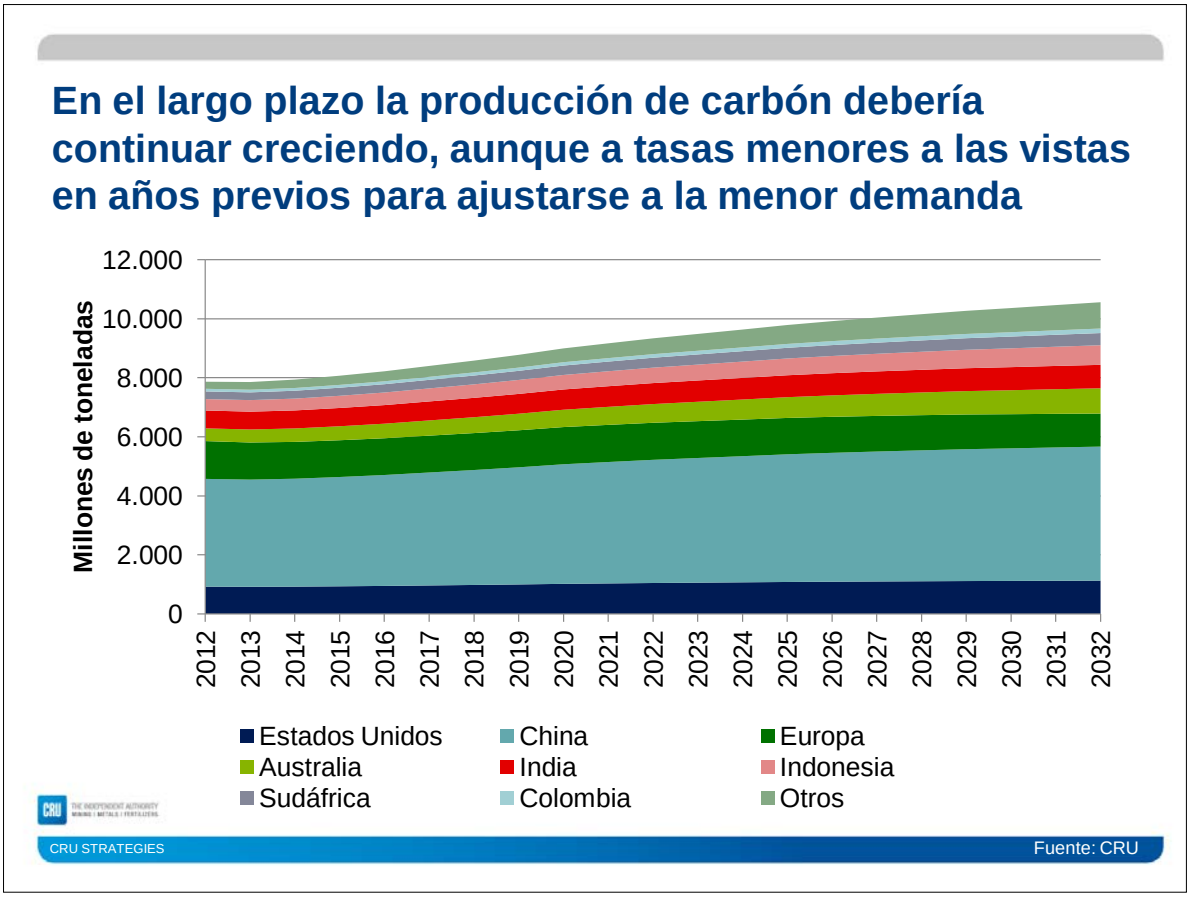


Tabla 11.22: Producción de carbón pronosticada en la largo plazo (millones de toneladas)

	2017	2020	2023	2026	2029	2032	TCAC 2017-2032
China	3.827	4.052	4.224	4.366	4.468	4.541	1,1%
Europa	1.249	1.260	1.248	1.221	1.176	1.119	-0,7%
Estados Unidos	962	1.016	1.056	1.089	1.111	1.125	1,0%
India	643	686	721	752	775	795	1,4%
Australia	516	587	657	726	792	856	3,4%
Indonesia	441	491	538	583	625	664	2,8%
Sudáfrica	290	319	345	370	392	413	2,4%
Colombia	102	113	124	135	144	153	2,8%
Otros	369	468	570	676	783	891	6,1%
Total mundial	**8.030**	**8.526**	**8.913**	**9.240**	**9.483**	**9.667**	**1,2%**

Fuente: CRU

Se debe enfatizar que el abastecimiento previsto por región, más allá del período de puesta en marcha del nuevo proyecto y la expansión de conductos es un ejercicio altamente especulativo, de modo que los datos en esta tabla deben ser considerados a modo indicativo, particularmente para los años posteriores al 2020.

CRU espera que la producción de carbón de China se siga expandiendo pero a una tasa más moderada que en el pasado, reflejando principalmente la madurez del sector energético y del acero. Además, esperamos aumentos en la salud y seguridad gubernamental y que las leyes ambientales continuarán desplazando algunas de las minas pequeñas restantes que no cumplen con las normas. Una creciente exigencia de importación será probablemente asumida por el carbón de Mongolia, que es el principal conductor detrás del crecimiento de producción en “otros” países.

A pesar de las actuales dificultades y el desfavorable panorama de demanda nacional, CRU espera que la industria del carbón de Norteamérica se estabilice y posiblemente crezca moderadamente durante este período. Sin embargo, la producción de carbón europea seguirá disminuyendo. Esto dejará un considerable espacio en el mercado para el desarrollo en la producción de los principales países de exportación.

Es probable que Mozambique se transforme en el principal exportador neto de carbón metalúrgico en la siguiente década. Los proyectos de carbón en ese país están en desarrollo y experimentando los típicos problemas de inicio. Sin embargo, creemos que esto será superado al final.

Mongolia está surgiendo como un serio exportador de carbón. China es su mercado natural y CRU piensa que abastecerá la más grande cuota de cualquier aumento de las importaciones que se requieran.

11.4 Balance de oferta y demanda

11.4.1 Descripción de la estructura y mecanismos de precios

La década de los 80 y 90 se caracterizó por la existencia de contratos anuales e incluso a varios años, lo que generó una gran estabilidad de precios durante varios años. Las centrales eléctricas típicamente querían recaudar el 80% o más de sus suministros a través de arreglos de precio fijo/volumen fijo. En algunos casos, los contratos contenían cláusulas de reajuste para que se ajustaran periódicamente por inflación, pero el modelo más común de negocio en el mercado

internacional solía ser la negociación anual de los precios. Lo mismo ocurría con las productoras de acero y su demanda de carbón metalúrgico.

Este tipo de arreglo se vio bajo severa presión durante el período 2000-2010, cuando los mercados *spot* se separaron drásticamente de los mercados de contratos. Por lo tanto, la industria del carbón se movió progresivamente a un sistema en donde los volúmenes se negocian a largo plazo, pero los precios se revisan trimestralmente o incluso, mensualmente. Esto ha traído consigo una creciente volatilidad en los precios observados. Se han desarrollado plataformas de comercio carbonero directo para mejorar la transparencia y la precisión del sistema de precios en este negocio, y los futuros del carbón de Estados Unidos están transados en la bolsa de materias primas NYMEX. Al respecto la evolución del sistema global de precios del carbón refleja lo que ha estado sucediendo en varios otros sectores energéticos y de metales durante este período.

Los precios más representativos del carbón térmico son los que se aplican a las importaciones en el noroeste de Asia, el cual es el mercado más grande del mundo para el carbón importado. El mercado del carbón térmico es técnicamente eficiente en el sentido entendido por los economistas. Así, los precios de las exportaciones para los proveedores claves de este mercado, tales como Australia y Sudáfrica, están vinculados al precio de las importaciones en los menores costos de transporte de Asia. Los costos de transporte también explican la relación entre los precios de exportaciones e importaciones en todo el resto del mundo.

El carbón metalúrgico, por su parte, tiene distintas dinámicas de precios, aunque naturalmente hay varios conductores del precio que tienen en común con el carbón térmico, tales como las presiones inflacionarias sobre el costo de la extracción referidas anteriormente. Además, el carbón metalúrgico está expuesto al ciclo comercial a través de su uso en la industria del acero, cuya producción exhibe una mayor volatilidad cíclica que la de la electricidad.

11.4.2 Balance histórico de mercado y series de precios históricos

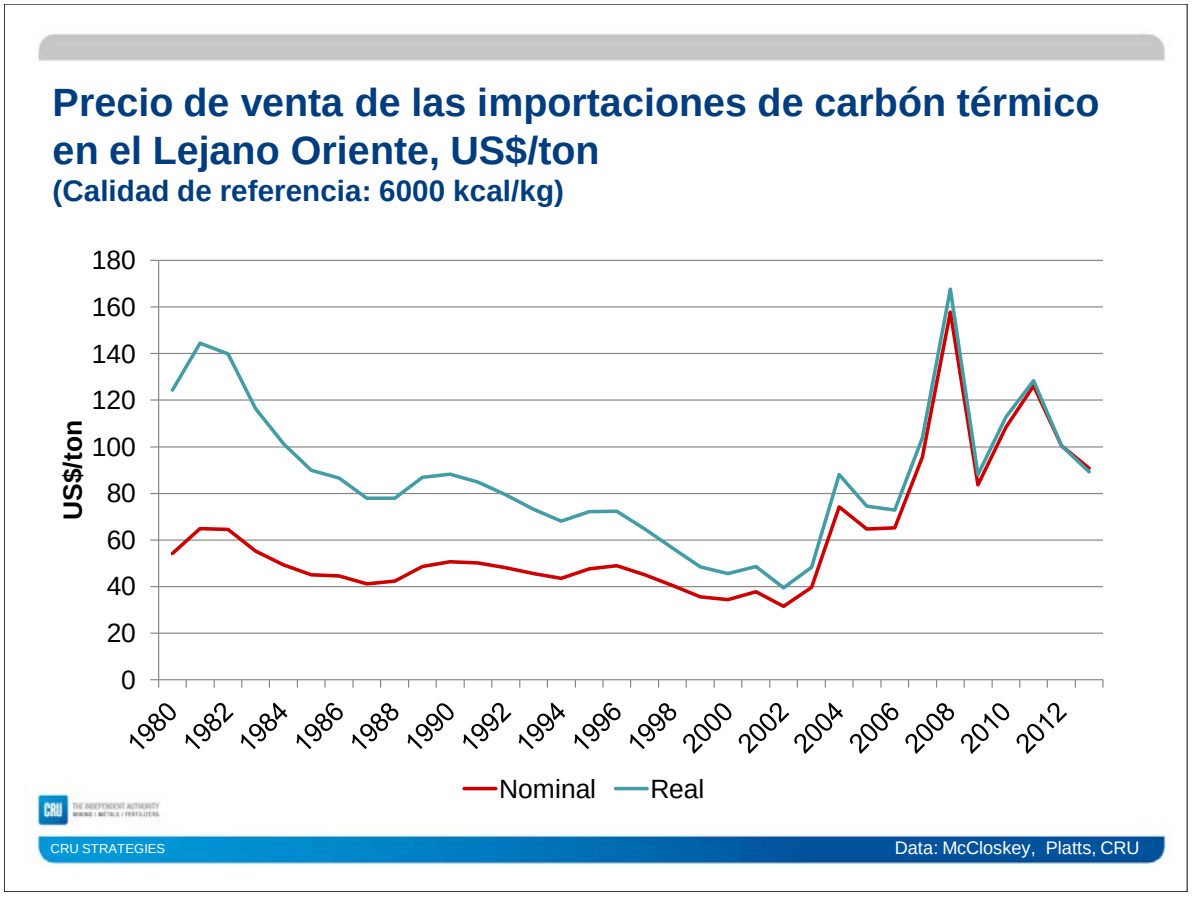
11.4.2.1 Carbón térmico

A diferencia de las materias primas con un alto radio precio/volumen que se pueden almacenar fácilmente, por lo general, el carbón es producido como respuesta a órdenes específicas del cliente. Así, los desequilibrios del mercado principalmente toman la forma de cambios en las tasas

operacionales de la industria en lugar de cambios en los inventarios visibles del mercado del carbón. Hay un espacio moderado para los stocks de carbón en minas, puertos, centrales eléctricas y plantas siderúrgicas. Sin embargo, se requiere de equipos especializados para amontonar y recoger el carbón, y la disponibilidad de área del terreno para tales actividades está estrictamente limitada en la mayoría de estas ubicaciones. Además, hay pocos o nada de datos estadísticos sobre los stocks de carbón, al menos a nivel global.

El siguiente gráfico muestra la evolución histórica de los precios del carbón térmico importado al Lejano Oriente, que, como se explicó, es uno de los mercados más representativos, entre 1980 y 2012.

Figura 11.19: Precio de venta de las importaciones de carbón en el Lejano Oriente



Los precios tuvieron una fuerte tendencia a la baja tanto en términos reales como nominales durante los primeros dos tercios de ese período. Enormes mejoras en la eficiencia minera y un aumento en

la competencia de las nuevas regiones exportadoras son las principales explicaciones para esta reducción. Sin embargo, los precios comenzaron a disminuir considerablemente y ahora son más inestables debido a los siguientes factores:

- Los bajos márgenes de utilidad insostenibles en la industria de los noventa: la competencia llevó los costos a la baja, hasta el punto en que casi todos los participantes en la cadena de abastecimiento de la industria no pudieron recuperar su capital. El resultado fue una falta de interés por invertir en las nuevas instalaciones los consecuentes cuellos de botella que surgieron tan pronto como comenzó a aumentar la demanda. Esto ocurrió no simplemente en las propias empresas mineras, sino que también en los proveedores de equipos y repuestos, servicios de contratos mineros de todo tipo e instalaciones portuarias y ferroviarias.

- Una demanda más fuerte que la esperada, que a su vez, reflejó la falla de la industria de energía nuclear para expandir su cuota de mercado como se esperó previamente. Este tema se politizó cada vez más luego de los accidentes en Three Mile Island en Pensilvania y de Chernóbil en Ucrania durante los años 80.

- El cambio de China de ser un pequeño exportador neto hasta transformarse en un enorme importador neto después de 2005.

La historia del precio naturalmente refleja el impacto de la crisis financiera global, que causó una significativa contracción económica. El mercado se recuperó en 2010, pero hacia 2012, un período posterior de debilidad emergió reflejando cómo el panorama de abastecimiento de energía cambió radicalmente en los Estados Unidos, asociados al crecimiento de la producción de *shale gas* y su substitución del carbón en la generación de energía. Esto forzó a los productores de los Estados Unidos a depender más aún del mercado de exportaciones, aumentando las presiones de competitividad.

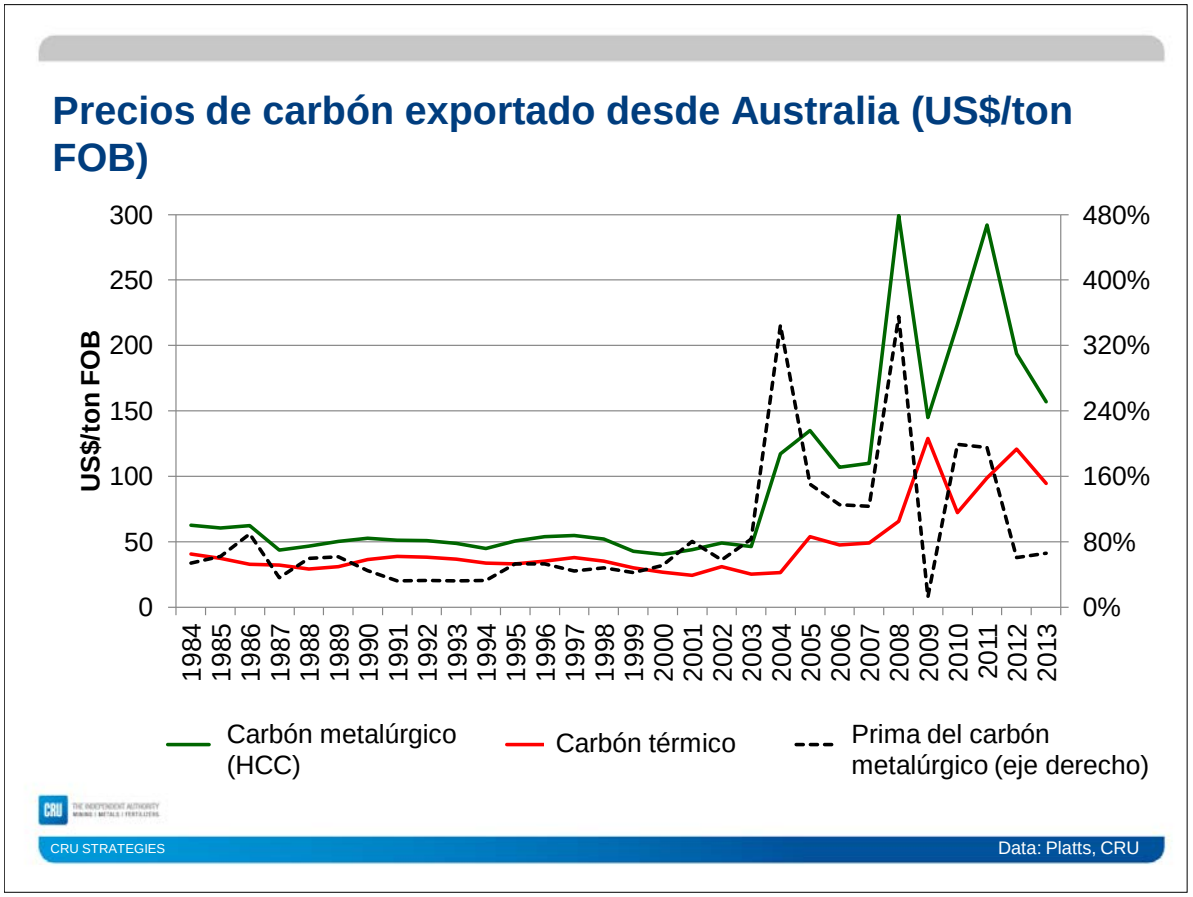
El actual precio del carbón térmico está justo bajo los US$90/ton, lo que en términos reales corresponde al doble de los niveles que prevalecieron en 2002. CRU no concibe los precios bajen en mucho más de los niveles actuales, ya que los costos subyacentes en la industria minera parecen haberse más que duplicarse en la última década. Esto queda demostrado en una gama de materias primas que incluyen el mineral de hierro, cobre, níquel, etc. En resumen, los precios del carbón

están probablemente tan bajos como vayan a ser en este ciclo en particular, y los precios a largo plazo, en promedio, serán algo más altos que los actuales precios que prevalecen.

11.4.2.2 Carbón metalúrgico

El gráfico a continuación presente una comparación histórica de los precios de exportaciones australianas para el carbón metalúrgico y térmico.

Figura 11.20: Precios de carbón exportado desde Australia

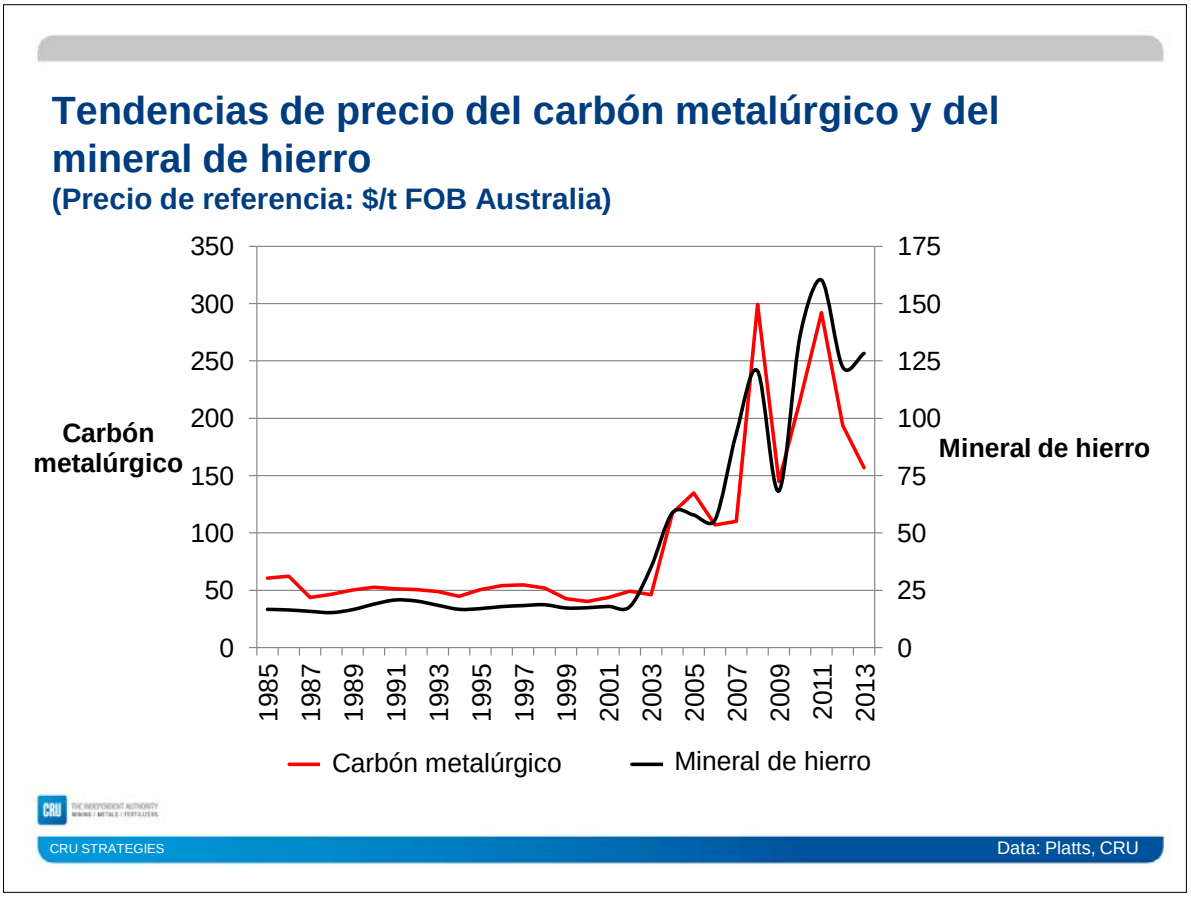


Hasta aproximadamente 2002, estos dos mercados siguieron caminos muy similares. Durante este período, el carbón de coque duro de baja volatilidad (HCC), que es de alta calidad dentro del rango de carbón metalúrgico, se vendió a una prima aproximada de 50% por sobre el carbón térmico. Sin embargo, se desarrolló una escasez en los mercados de carbón metalúrgico a comienzos de 2004, momento en que los precios duplicaron a los del carbón térmico y alcanzaron niveles tres veces más altos. Esto se puede explicar ampliamente por el ciclo del acero, que es también la razón de por qué

los precios del carbón metalúrgico colapsaron completamente en 2009, cuando la prima sobre el carbón térmico cayó a un muy modesto 12,4%. Otros factores que también han estado presentes en los mercados de carbón metalúrgico son situaciones de fuerza mayor, como por ejemplo las inundaciones en Queensland en 2008 y 2011 que redujeron enormemente la producción del carbón metalúrgico en esa área clave.

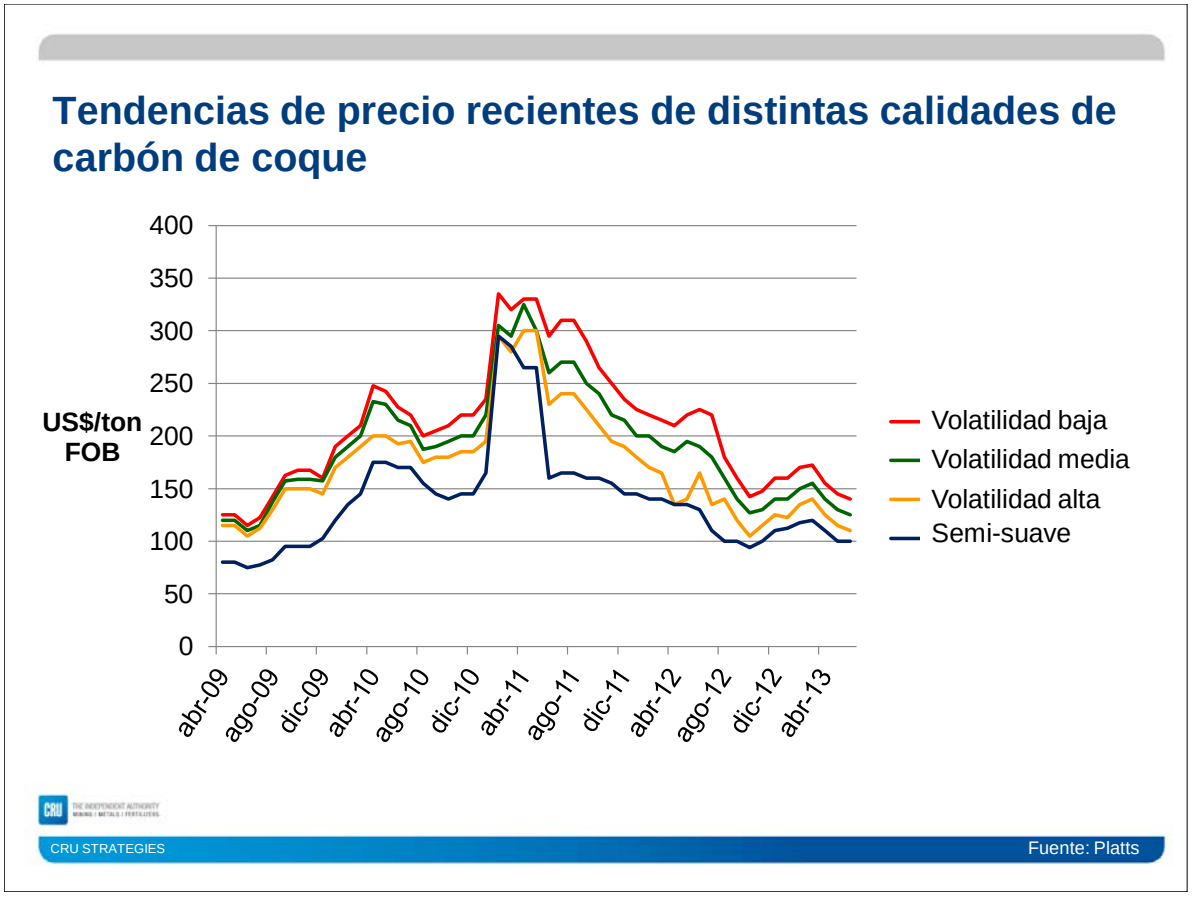
De hecho, existe una correlación importante entre los precios del carbón metalúrgico y los del mineral de hierro, que también son impulsados por el ciclo del acero, y esta correlación se ilustra en el siguiente gráfico. Se debe tener presente que en el último año o más la correlación ha sido más débil, un factor que CRU atribuye al impacto a corto plazo de las condiciones estadounidenses sobre el merado del carbón metalúrgico.

Figura 11.21: Tendencias de precio del carbón metalúrgico y del mineral de hierro



Dado el monto substancial de “ruido” en los datos del precio del carbón establecido en la última década, es difícil llegar a cerrar contratos dado la volatilidad de la prima del HCC sobre el carbón térmico. Actualmente, esta prima está en un rango de 60% a 70%, lo que es bastante por sobre su promedio histórico a largo plazo. CRU cree que el equilibrio podría ser algo más alto, posiblemente en un rango de 80%, dada la relativa escasez de los depósitos de HCC. La industria del acero está sobrellevando este desafío a través del uso creciente del HCC de volatilidad media y el carbón de coque suave (SSCC) en la mezcla general del horno de coque. Según muestra el gráfico siguiente, todos estos tipos de carbón se venden con descuentos significativos sobre el HCC de baja volatilidad, pero están altamente correlacionados.

Figura 11.22: Tendencias de precio recientes de distintas calidades de carbón de coque



A continuación se muestran algunos precios seleccionados en el periodo 2005-2012:

Tabla 11.23: Precios nominales históricos de carbón, 2005-2012 (US$/ton)

	Unidad	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Carbón térmico									
Importaciones Japón	US$/ton CFR	64,6	65,2	95,6	157,9	83,6	108,5	126,1	100,3
% cambio anual			*0,9%*	*46,6%*	*65,2%*	*-47,1%*	*29,8%*	*16,3%*	*-20,4%*
Importaciones Europa Occidental	US$/ton CFR	60,6	64,0	88,6	147,2	70,5	92,0	121,7	92,8
% cambio anual			*5,6%*	*38,4%*	*66,1%*	*-52,1%*	*30,5%*	*32,3%*	*-23,8%*
Australia	US$/ton FOB	47,5	49,2	65,8	128,8	72,3	98,9	120,7	107,5
% cambio anual			*3,6%*	*33,7%*	*95,9%*	*-43,9%*	*36,8%*	*22,1%*	*-11,0%*
Carbón metalúrgico									
Australia, HCC Baja volatilidad	US$/ton FOB	135,0	106,9	110,0	299,4	144,8	216,0	292,1	193,8
% cambio anual			*-20,8%*	*2,9%*	*172,2%*	*-51,6%*	*49,2%*	*35,2%*	*-33,7%*
Prima de carbón metalúrgico	*% carbón térmico*	*184%*	*117%*	*67%*	*132%*	*100%*	*119%*	*142%*	*80%*

Fuente: Platts

11.4.3 Balance pronosticado de mercado y proyecciones de precios en el corto plazo

No hay duda de que el año 2013 está resultando ser un año muy desafiante para la industria global del carbón. Hay dos factores – el cambio en el equilibrio único de GNL en América del Norte y su impacto en las exportaciones de carbón, así como el panorama revisado para la producción de acero de China y su impacto en las importaciones de carbón metalúrgico – que han creado incertidumbre por sobre lo normal, y esto se refleja en los precios relativamente bajos actuales para todos los tipos de carbón.

CRU estima que ambas reacciones podrían haber corregidas el optimismo previo que era evidente en la industria del carbón en años tan recientes como 2011. Según lo ya explicado, permanecemos cautelosamente positivos sobre el panorama del carbón térmico, simplemente basados en que los prospectos de la energía nuclear claramente disminuyen y el carbón es el único combustible disponible en cantidades suficientes como para satisfacer el creciente consumo energético del mundo en desarrollo. Fuera de Medio Oriente, América del Norte, y algunas áreas que tienen gas en exceso, el gas sigue siendo una solución relativamente costosa de generación a largo plazo comparada con el carbón. Las energías renovables, que se están desarrollando rápidamente, no cuentan con el factor de confiabilidad necesario para desempeñar este papel en la matriz energética.

Asimismo, CRU anticipa que la industria del acero estará mejor en el mediano plazo de lo que parece actualmente. Aún hay al menos 500 millones de personas en China que probablemente se trasladarán del sector rural al urbano en los próximos 10 a 15 años. Además, esperamos que las incertidumbres económicas actuales en India comiencen a resolverse después de la próxima elección. Notamos también que hay una cantidad de otras grandes poblaciones, países en desarrollo como Indonesia y Nigeria, que lo han hecho bastante bien en los años recientes, pero que no han comenzado verdaderamente una transformación económica como la que ocurrió en China y en el Noreste de Asia en los últimos 40 años. Según nuestra opinión, esto debería dar un considerable impulso al sector del acero de aquí en adelante.

La siguiente tabla muestra las predicciones de precio a mediano plazo de CRU para los mercados seleccionados de carbón. Esto refleja nuestro juicio respecto de que el mercado del carbón térmico se estabilizará a los niveles actuales y que el mercado del carbón metalúrgico gradualmente volverá a condiciones más equilibradas que los que existen actualmente.

Tabla 11.24: Precios nominales pronosticados de carbón, 2012-2017 (US$/ton)

	Unidad	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Carbón térmico							
Importaciones Japón	US$/ton CFR	100,3	90,7	96,4	97,2	96,8	95,9
% cambio anual		*-20,4%*	*-9,6%*	*6,2%*	*0,8%*	*-0,4%*	*-0,8%*
Importaciones Europa Occidental	US$/ton CFR	92,8	81,9	87,4	88,2	87,9	87,2
% cambio anual		*-23,8%*	*-11,7%*	*6,7%*	*1,0%*	*-0,4%*	*-0,8%*
Australia	US$/ton FOB	107,5	91,1	93,7	91,5	88,5	86,4
% cambio anual		*-11,0%*	*-15,2%*	*2,8%*	*-2,4%*	*-3,2%*	*-2,4%*
Carbón metalúrgico							
Australia, HCC Baja volatilidad	US$/ton FOB	193,8	143,3	146,5	173,8	187,0	198,0
% cambio anual		*-33,7%*	*-26,0%*	*2,2%*	*18,6%*	*7,6%*	*5,9%*
Prima de carbón metalúrgico	*% carbón térmico*	*80%*	*57%*	*56%*	*90%*	*111%*	*129%*

Data: CRU

Habiendo dicho esto, CRU advierte que el carbón es una materia prima un tanto riesgosa, más que los otros considerados en este estudio. Ponemos énfasis en el impacto potencial muy poco predecible de la acción política que busca controlar el cambio climático. Existe un riesgo de que no se permita que el carbón compita con el gas en la generación energética. Ya hemos visto a la Unión Europea adoptar una impuesto sobre el carbono y otras regulaciones para el cambio climático que impactarían severamente los prospectos del carbón, y se cree que varios otros gobiernos alrededor

del mundo copiarían este enfoque. No obstante, la opinión de CRU es que esto no ha funcionado realmente. Los precios de los permisos por emisiones de carbono en Europa han sido erráticos y han caído a prácticamente cero en varias ocasiones. Esto aumenta enormemente el riesgo para los consumidores de energía al no proporcionar ningún tipo de señal constante respecto del comportamiento de inversión a largo plazo. En tales circunstancias, algunas empresas eléctricas pueden simplemente tomar el camino más fácil y evitar el carbón de una vez. En muchos casos, ellas pueden hacer eso porque los reguladores les permitirán traspasar los costos extra de utilizar gas a los consumidores. Mientras esto tiene consecuencias perjudiciales en la competitividad de la economía, evita los problemas políticos asociados al a generación de carbono.

11.4.4 Balance pronosticado de mercado y proyecciones de precios en el largo plazo

En el largo plazo, es probable que el precio del carbón, al igual que en el caso de otros *commodities*, revierta al costo marginal de largo plazo de la industria. Desde el punto de vista global el costo de producción de la mayor parte de los *commodities* ha incrementado de forma substancial en términos reales en la última década. Hay muy pocos *commodities*, si es que existen, en los que los costos no se han duplicado en valor en términos reales y, en algunos casos, incluso triplicado. En el caso del carbón, CRU ha identificado la influencia de los siguientes factores:

- La restauración de la rentabilidad en la cadena de suministros de la industria: durante el largo periodo de reducción de costos en las décadas de los 80 y 90, la rentabilidad de la cadena de suministros de la industria fue disminuyendo hasta el punto en el que los productores de equipos y prestadores de servicios eran incapaces de invertir en nueva capacidad y por lo tanto no pudieron satisfacer la demanda una vez que la expansión de la economía china gatilló la entrada al mercado de una serie de nuevos proyectos. La creación de una cadena de suministros financieramente estable ha traído como consecuencia un aumento significativo de los costos por sobre la inflación.
- La consolidación de la industria china: varios de los pequeños productores han cerrado y las operaciones de mayor magnitud se han visto bajo presión para mejorar su desempeño en términos de seguridad y protección del medio ambiente. Esto ha generado un gran aumento en los costos. El costo real de la mano de obra también ha aumentado. Como

resultado, China, antes un productor de bajo costo, se está transformando en un país importador.

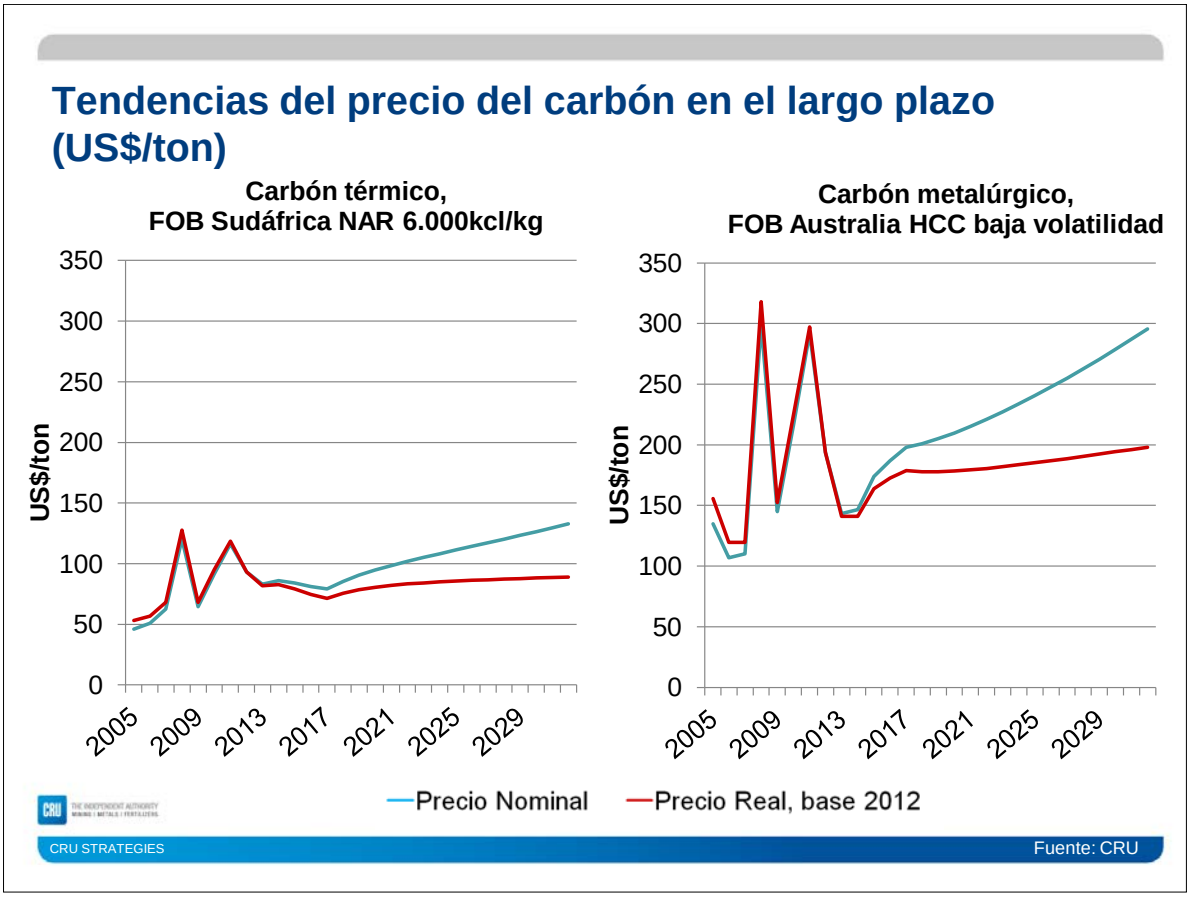
- Desarrollo de nuevos recursos de carbón: particularmente en el sector del carbón metalúrgico, se están desarrollando operaciones en lugares como Mozambique y Mongolia con las subsecuentes inversiones masivas en infraestructura. Otro ejemplo de esto es la industria del carbón en Indonesia, todo esto en contraste con los años 90 en los que se le daba preferencia a un incremento modesto en producción utilizando infraestructura existente.
- Geografía cambiante en cuanto a la comercialización del carbón: Estados Unidos en particular, con sus altos costos de producción, se está convirtiendo en el productor y exportador balanceador y está comenzando a tener un impacto significativo en los precios globales.
- Sistemas tributarios y reguladores: en algunos países se han establecido impuestos al carbón, mientras que en muchos otros las regulaciones al carbón se han vuelto más estrictas bajo la creencia de que el carbón es uno de los mayores contribuidores al cambio climático global.
- Cambios en las tasas de cambio: el boom del sector de los minerales ha resultado en grandes excedentes de exportación en algunos de los principales países mineros, lo que ha subido el valor real de las tasas de cambio en países clave como Australia. Parte importante de este problema ha sido ahora resuelto pero en comparación con las tasas de cambio de los años 90, las tasas siguen estando altas en varios países exportadores.

CRU estima que el costo marginal de producción a largo plazo del carbón térmico está en el rango de US$80-US$85/ton FOB Sudáfrica o US$95-US$100/ton CIF Lejano Oriente. Es opinión de CRU que este es el nivel de precios necesarios para financiar los nuevos proyectos *greenfield* que serán necesarios eventualmente para satisfacer la demanda. A mediados de los años 90 el valor comparable era de US$40-US$45/ton FOB Sudáfrica. En el caso del carbón metalúrgico, CRU estima que el costo marginal de largo plazo de producir el producto *premium* HCC de baja volatilidad está dentro del rango de US$170-US$175/ton FOB Queensland (Australia). Es importante notar, sin embargo, que la emergente demanda por este producto en India y China puede aumentar este valor. En escenarios de fuerte demanda proveniente de estos países, se podrían llegar a requerir precios por sobre losUS$200/ton. Para efectos de este reporte, sin embargo, CRU prefiere

adoptar una posición conservadora. La cifra comparable a fines de los años 90 para este valor era de alrededor de US$60/ton FOB Queensland.

A continuación se muestran los pronósticos realizados:

Figura 11.23: Tendencias del precio del carbón en el largo plazo



En forma general, por lo tanto, CRU considera que la estructura subyacente a los precios del carbón térmico se ha duplicado desde principios de los años 2000, mientras que en el caso del carbón metalúrgico se ha triplicado. Esto refleja de manera directa las presiones por parte de la demanda. China está utilizando grandes cantidades tanto de electricidad como de acero pero el crecimiento en la demanda de acero ha sido más rápido. Como se mencionó anteriormente, recursos de carbón metalúrgico de buena calidad se han vuelto relativamente escasos, lo que también influye en este aumento de precios más drástico.

La siguiente tabla resume el pronóstico para los precios de comercialización claves dentro del mercado. Para el carbón térmico es el precio FOB Sudáfrica de carbón NAR 6.000 kcal/kg y para el carbón metalúrgico es el precio FOB Queensland para el HCC (*hard coking coal*) de baja volatilidad.

Tabla 11.25: Precio pronosticado de carbón térmico en el largo plazo, 2012-2032 (US$/ton)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Nominal	93,1	83,0	86,0	84,0	81,0	79,0	85,3	90,4	94,7
Real, base 2012	93,1	81,7	82,8	79,2	74,7	71,4	75,5	78,4	80,5

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Nominal	98,5	101,9	105,1	108,2	111,2	114,2	117,2	120,2	123,3
Real, base 2012	82,1	83,2	84,2	85,0	85,6	86,2	86,7	87,2	87,7

	2030	2031	2032
Nominal	126,4	129,6	132,9
Real, base 2012	88,2	88,6	89,1

Data: CRU Analysis

FOB Sudáfrica 6.000kcl/kg NAR

Tabla 11.26: Precio pronosticado de carbón metalúrgico en el largo plazo, 2012-2032 (US$/ton)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Nominal	193,8	143,3	146,5	173,8	187,0	198,0	201,0	205,0	209,8
Real, base 2012	193,8	141,1	141,1	163,8	172,6	178,9	177,9	177,8	178,3

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Nominal	215,2	221,0	227,2	233,7	240,6	247,7	255,0	262,6	270,5
Real, base 2012	179,3	180,5	182,0	183,5	185,2	186,9	188,7	190,5	192,4

	2030	2031	2032
Nominal	278,6	287,0	295,6
Real, base 2012	194,3	196,2	198,1

Data: CRU Analysis

FOB Queensland HCC de baja volatilidad

11.4.5 Márgenes y rentabilidad

Aunque parece ser seguro el lugar del carbón en los mercados metalúrgicos, el determinante principal del futuro del mercado del carbón térmico es el éxito o fracaso de otros combustibles alternativos, tales como el gas, energía nuclear y las energías renovables. El carbón térmico actúa como si tuviera una función de agente residual para el mercado energético global. La seguridad de

este abastecimiento, combinado con su relativo bajo costo, significa que una central eléctrica a carbón ofrece poco riesgo y puede proporcionar una cantidad confiable de grandes cantidades de electricidad. El carbón térmico es un combustible inherentemente sucio, que produce altas cantidades de carbono y otros subproductos tóxicos. Una central eléctrica a carbón implica, también, enormes costos de capital y logística complicada.

El repentino aumento global en la demanda de electricidad, encabezado por China, provocó que los precios de los bienes combustibles se elevarán también en la década pasada. Sin embargo, esta situación ya no persiste. Se espera que baje el crecimiento de China. Por el lado del abastecimiento, la revolución del *shale gas* de Estados Unidos ha transformado su energía, con lo que Estados Unidos ha provocado que bajen los precios de gas natural. En la medida en que baje el precio del gas natural, una central eléctrica a gas natural sería una alternativa más competitiva para el carbón. La competitividad del carbón, por lo tanto, depende en gran medida de cómo acabe la revolución del *shale gas*. Si éste es sobre-inyectado, entonces el carbón seguiría siendo una combustible competitivo y con el potencial para un gran desarrollo de la producción. Sin embargo, si Europa u otro país pueden repetir el éxito de Estados Unidos en la producción del gas de esquisto, una grande, entonces, la producción del carbón seguirá aumentando, pero con una tasa mucho más lenta.

Otro factor instrumental en la competitividad del carbón térmico es la naturaleza de las plantas futuras incorporadas a la red energética. El tipo y papel de una nueva central energética afecta el tipo de energía consumida. Una central de combustión, diseñada para proporcionar energía en situaciones críticas es más reformable para el gas natural.

Finalmente, queda una pregunta sin responder sobre el calentamiento global, y lo que las políticas establezcan para luchar contra eso. El carbón tiene un enorme rendimiento de carbono, y comparativamente es más costoso bajo planes que impliquen un costo de permiso o tributario para su producción. Si los principales poderes económicos, tales como los Estados Unidos y China, deciden repetir el experimento de Europa con una forma de carbono regulado, entonces el carbón se transformaría en una opción menos atractiva. Recientemente, tanto Australia como India implementaron algunas formas de impuestos al carbono.

11.5 Análisis competitivo de la industria en Colombia

11.5.1 Modelamiento de las cinco fuerzas de Porter y atractivo de la industria

A través del análisis de las cinco fuerzas de Porter se busca determinar qué tan atractiva es una industria, siendo este el paso inicial para determinar si es atractiva para Colombia en particular. A continuación se muestra el modelamiento de las cinco fuerzas para la industria del carbón.

Tabla 11.27: Modelo de las cinco fuerzas de Porter

Fuerza	Observaciones
Riesgo de sustitución MEDIO-ALTO	• En el caso del carbón térmico existe una probabilidad importante de que el carbón sea sustituído por el gas dentro de los combustibles fósiles. Al mismo tiempo, existe el riesgo de que los combustibles fósiles sea sustituídos por otras fuentes de energía. • La sustitución puede darse no sólo por razones económicas, sino que también como resultado de intervenciones políticas extremadamente impredecibles. • En el caso del carbón metalúrgico el riesgo es menor, aunque existe la posibilidad de que el HCC de volatilidad alta y media y el carbón de coque semi-suave sean reemplazados por el HCC de baja volatilidad, que es el producto preferido por la industria del acero en este momento.
Barreras de entrada MEDIA	• Existen muchos depósitos de carbón y ya han sido identificadas una cantidad masiva de reservas. • Aún así, la explotación de estos depósitos involucra típicamente una considerable inversión en infraestructura, notablemente en instalaciones ferroviarias y portuarias. • Es necesario desarrollar minas de al menos 8 - 10 millones de toneladas al año para que la significativa inversión en infraestructura tenga sentido económico en el caso de nuevos proyectos.
Poder proveedores BAJO-MEDIO	• No hay mucha diferencia con la minería en general.
Poder clientes BAJO	• El negocio de las acerías tiene una limitada consolidación, con compañías realmente internacionales como ArcelorMittal manteniéndose como un fenómeno relativamente nuevo. • En el caso del negocio energético, éste está más fragmentado que antes, ya que procesos de privatización y liberalización de la economía terminado con una serie de monopolios estatales.
Rivalidad de la industria ALTA	• El carbón es un buen ejemplo de una mercado en el que cada empresa por sí sola tiene un poder muy limitado. • En el futuro, a medida que la demanda disminuye, se espera que la competencia aumente aún más.

Fuente: CRU

El mercado del carbón se caracteriza por ser un mercado bastante competitivo, con una rivalidad alta, con una variedad de clientes independientes uno del otro y con barreras menores a las de otros *commodities*. Si bien la inversión en capital para entrar a este mercado es alta, ésta es prácticamente la única barrera si se cuenta con un depósito explotable. Lo que caracteriza al mercado de carbón en

este momento, más que la estructura de éste, es el riesgo al que está expuesta la demanda futura. Cerca de un 80% de la demanda depende total de carbón proviene de la demanda de carbón térmico, la que se ve amenazada por la tendencia a querer disminuir lo más posible su participación en la matriz energética global. Como se especificó antes, existe la posibilidad de que se instauren fuertes impuestos al carbón para desincentivar su utilización, así como políticas estrictas en contra del uso de carbón como fuente energética. Si bien CRU es de la opinión de que, debido a la falta de opciones eficientes y seguras para satisfacer la demanda de energía, el carbón seguirá siendo parte importante de la matriz energética global, este riesgo existe y debe considerarse a la hora de evaluar la industria.

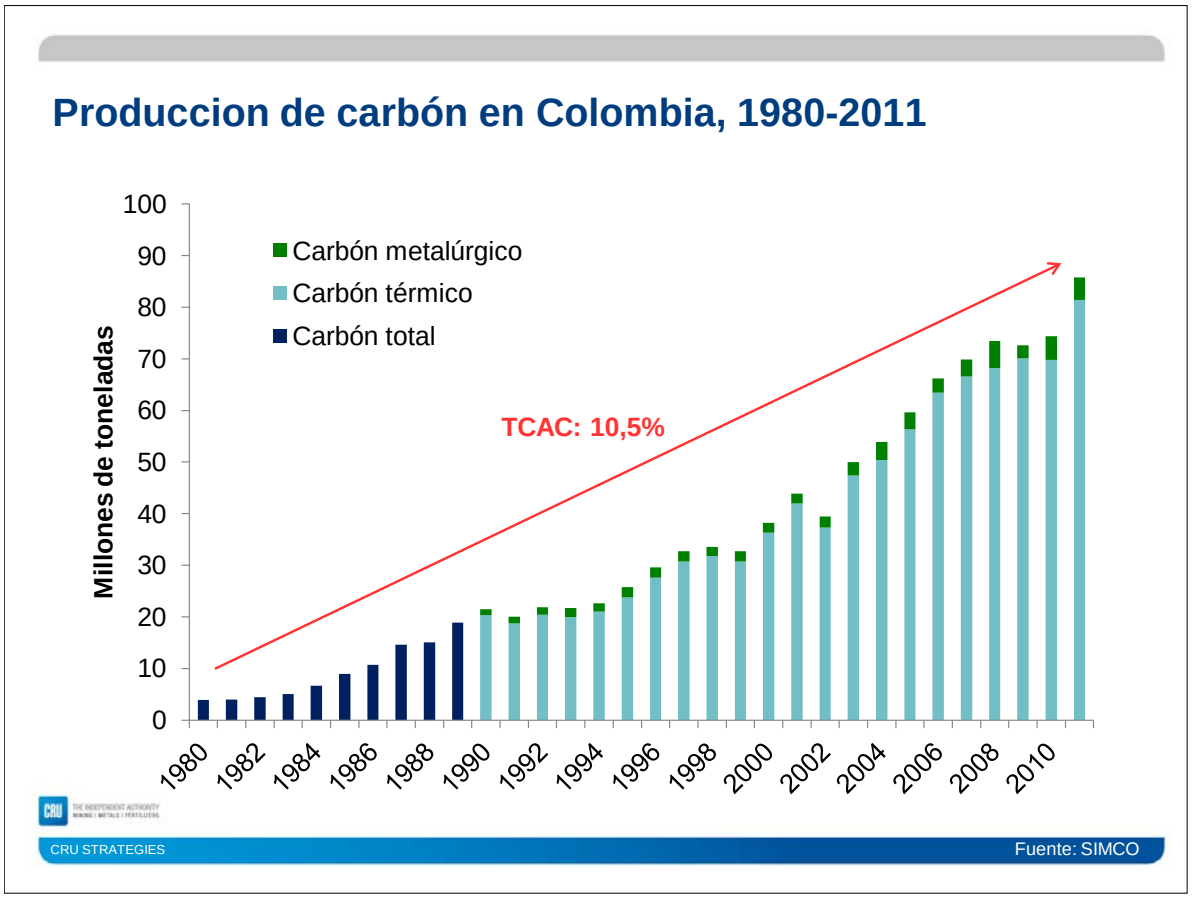
Considerando todo lo anterior, CRU considera que la industria del carbón presenta una atractivo medio-alto, establecido principalmente por la alta competitividad de su mercado y las barreras relativamente bajas en comparación con otros *commodities*.

11.5.2 Dotación de recursos de Colombia

11.5.2.1 Producción histórica de carbón en Colombia

En las últimas dos décadas, el sector de extracción del carbón en Colombia ha experimentado un crecimiento asombroso. De producir menos de diez millones de toneladas de carbón anual a comienzos de los 80, Colombia ha visto un repentino aumento en la producción del carbón, produciendo 90 millones de toneladas en 2012. Desde 2001, el carbón llegó a ser el segundo bien de exportación más importante. El siguiente gráfico ilustra el espectacular crecimiento de la industria colombiana de carbón.

Figura 11.24: Producción de carbón en Colombia



Este increíble crecimiento se debe a varios factores. Primero, luego de un período de inestabilidad interna y de conflictos en los años 80 y 90, Colombia se recuperó y logró importantes mejoras en su estabilidad política. Esto tiene un importante efecto en las inversiones, ya que la paz trae consigo un aumento en el gasto y el restablecimiento del estado de derecho permite que inversionistas extranjeros se comprometan con proyectos que requieran fuertes inversiones de capital. Además, en la última década el gobierno de Colombia experimentó varias reformas en la legislación minera. Estas reformas han tenido como efecto facilitar la inversión extranjera. Asimismo, el gobierno se ha deshecho de su propiedad mineras de carbón y se ha desligado de todo tipo de interferencia en la industria.

Aún quedan importantes desafíos para la industria colombiana del carbón. Si se desea que el crecimiento continúe, se requerirá una gran inversión de capital para construir los puertos necesarios y la infraestructura para exportar grandes cantidades de carbón. Además, aunque las condiciones hayan mejorado en el país, la seguridad sigue siendo un objetivo importante. Cualquier

tipo de retroceso en las mejoras que tuvieron lugar en la última década podría desincentivar el desarrollo de la prometedora industria colombiana del carbón.

11.5.2.2 Reservas y recursos

Colombia cuenta con un total de 6.746 millones de toneladas de carbón en recursos probados, de los cuales la mayoría corresponden a carbón de muy buena calidad en la categoría de antracita y bitumen (específicamente, 6.366 millones toneladas equivalentes al 94% del total de las reservas del país).

Dentro de Sudamérica, más de la mitad de las reservas están en Colombia. Además Brasil, que tiene alrededor del 35% de las reservas de la región, tiene sólo carbón de peor calidad que cae en la categoría de carbones sub-bituminosas menos valiosos.

A nivel continental, sin embargo, Colombia pierde relevancia frente a Estados Unidos, el país con más reservas de carbón de la región y a nivel mundial. Las reservas estadounidenses son más de diez veces mayores a las colombianas. Desde una perspectiva global, las reservas de Colombia son relativamente poco importantes y ascienden a menos de 1% del total general.

Tabla 11.28: Reservas probadas de carbón en América (millones de toneladas)

	Antracita y bitúmen	Sub-bituminoso y lignito	Total	% del total mundial	% del total de América
Estados Unidos	108.501	128.794	237.295	27,6%	92,1%
Canadá	3.474	3.108	6.582	0,8%	2,6%
México	860	351	1.211	0,1%	0,5%
Total América del Norte	**112.835**	**132.253**	**245.088**	**28,5%**	**95,1%**
Brasil	-	4.559	4.559	0,5%	1,8%
Colombia	6.366	380	6.746	0,8%	2,6%
Venezuela	479	-	479	0,1%	0,2%
Otros países de Am. C&S	45	679	724	0,1%	0,3%
Total América C&S	**6.890**	**5.618**	**12.508**	**1,5%**	**4,9%**
Total América	**119.725**	**137.871**	**257.596**	**29,9%**	**100,0%**

Fuente: BP Statistical Review

11.5.3 Principales competidores y posición competitiva de Colombia

11.5.3.1 Principales competidores

Más del 90% de la producción colombiana es exportada, por lo que CRU cree que Colombia debe ser comparado directamente con otros países que también exportan una parte sustancial del carbón que producen como Australia, Indonesia y Sudáfrica. Los exportadores como Estados Unidos no son considerados como competidores estratégicos de largo plazo, puesto que sus decisiones de producción son dirigidas fundamentalmente por los mercados nacionales y las exportaciones ocurren basadas en la oportunidad. Por ejemplo, CRU no ha sido capaz de identificar ningún proyecto de extracción de carbón importante en el país cuya actividad se dedicaría completamente o principalmente a los mercados de exportación.

Es muy probable que el nuevo competidor más importante para Colombia en el negocio del carbón sea Mongolia, cuya producción ha aumentado rápidamente en los últimos años. Mongolia tiene una ventaja logística obvia en el abastecimiento a China y también está más cerca de otros mercados de importaciones asiáticos. Mozambique también emerge como un exportador de carbón importante, aunque probablemente su producción se concentre en el carbón metalúrgico.

Por lo tanto, Australia, Indonesia, Sudáfrica y Mongolia son los competidores claves más probables para Colombia en el negocio del carbón térmico. CRU está consciente de que Colombia carece de potencial para las futuras exportaciones de carbón metalúrgico, y en este sector, Australia, Canadá, los Estados Unidos, Mozambique y Mongolia son países con probabilidades de transformarse en competidores claves.

11.5.3.2 Ubicación y costos de transporte marítimo

Dado que el carbón es un producto cuyo peso es bajo en relación con su valor, los costos de transporte son un factor significativo a la hora de determinar competitividad. Estos están directamente correlacionados con las distancias de transporte marítimo. La siguiente tabla resume la posición de Colombia respecto de otros competidores claves de carbón en términos de distancia marítima hasta los mercados de importación principales en Lejano Oriente y Europa Occidental. A modo de referencia, también hemos considerado los mercados en Brasil e India.

Tabla 11.29: Distancia marítima (millas náuticas)

	Colombia	Australia	Canadá	Indonesia	Sudáfrica	Estados Unidos
Lejano Oriente	8.086	4.272	4.260	3.103	7.667	9.129
Europa Occidental	4.478	11.025	8.861	8.926	6.944	3.547
Brasil	4.083	7.954	8.493	8.917	4.157	4.877
India	8.946	4.272	9.513	3.086	3.809	8.321

Fuente: www.sea-distances.com

Nota: los números destacados indican rutas en las que se necesita cruzar el canal de Panamá; máximo 70.000 DWT

Esta tabla muestra que Colombia está en una desventaja considerable en el Lejano Oriente frente a Australia, India y Sudáfrica (y, obviamente, Mongolia). Colombia está aproximadamente en la misma posición que Estados Unidos. No sólo estos dos exportadores tienen que abarcar distancias marítimas más grandes, sino que la ruta natural es a través del Canal de Panamá, la que actualmente está limitada a navíos de 70.000 DWT. En contraste, otros exportadores pueden utilizar navíos de 120.000 DWT, lo que se traduce en costos unitarios significativamente más bajos.

En el caso de Europa Occidental, Colombia tiene una leve desventaja en comparación con Estados Unidos, pero está claramente en mejor posición que otros proveedores clave. Desafortunadamente, la demanda de estos mercados tiene un muy lento crecimiento, si es que no se encuentra en caída, por lo que las oportunidades son bastante limitadas.

Colombia tiene una ubicación muy favorable cuando se trata de abastecer a los mercados sudamericanos, como Brasil. Sin embargo, actualmente hay mercados relativamente pequeños para el carbón importado. En el caso de India, Colombia y Estados Unidos, ambos están en una desventaja significativa en comparación con sus rivales más importantes.

La ampliación del Canal de Panamá aumentará la posición competitiva de Colombia al permitirle embarcar naves de 120.000 DWT al Lejano Oriente, en lugar del actual tamaño Panamax de 70.000 DWT. CRU calcula que bajo las condiciones de mercado de 2012, la industria del carbón colombiano enfrentaría los siguientes costos de transporte marítimo para abastecer al Lejano Oriente:

- Barcos vía Panamá en naves de 70.000 DWT - US$30,50/ton;
- Barcos vía Panamá en naves de 120.000 DWT - US$22,29/ton;
- Barcos vía Suez en naves de 120.000 DWT - US$35,10/ton.

Las cifras anteriores asumen que las tarifas del Canal de Panamá se mantendrán en las tasas actuales. Sin embargo, CRU entiende que, en la práctica, éstas probablemente aumenten algo para financiar la ampliación del canal. Esto menoscabará algunas de las ventajas, pero probablemente no los US$8/ton que Colombia puede ganar al utilizar barcos de mayor capacidad.

A continuación se resumen las ventajas y desventajas competitivas de Colombia dentro de la industria del carbón:

Tabla 11.30: Ventajas y desventajas competitivas de Colombia

Ventajas	• Colombia tiene reservas de carbón que ya se encuentran medidas y certificadas. Es el país con más reservas en Sudamérica y el segundo con más reservas en las Américas y el Caribe. • Las reservas del país son de muy buena calidad. • Cuenta con una industria del carbón muy desarrollada y que ha mostrado crecimientos importantes en las últimas décadas. • El país está consciente de la necesidad de invertir en mejorar su infraestructura para poder continuar aumentando las exportaciones de carbón.
Desventajas	• Si bien las reservas son sustanciosas, sólo representan el 1% de las reservas mundiales. • Geográficamente, Colombia se encuentra más alejada de los mercados clave como el Lejano Oriente que algunos de sus competidores más directos como Australia, Indonesia y Sudáfrica. • Para llegar al Lejano Oriente desde Colombia se debe pasar por el Canal de Panamá, lo que limita considerablemente el tamaño de buque que se puede utilizar.

Data: CRU Strategies

RESUMEN

- Mientras Colombia ha construido una industria del carbón sustentable, su éxito futuro y expansión depende ampliamente en la forma en que el mundo decida propulsar sus necesidades energéticas. El carbón siempre tendrá un rol como fuente de energía, pero la dimensión de este rol sigue sin poder determinarse. Hay pocas dudas de que el mundo requerirá más energía y carbón en el futuro, pero hasta qué punto el carbón satisfacerá las necesidades energéticas para ciertos mercados claves sigue siendo una interrogante abierta. El principal problema con el carbón como fuente energética es que al ser quemado libera una cantidad considerable de contaminantes, particularmente carbono y cenizas. En los últimos diez años, el mundo desarrollado ha mostrado una creciente renuencia a emitir grandes cantidades de carbono sin revisar, y ha aprobado varios permisos y medidas

tributarias diseñadas para controlar y reducir las emisiones de carbono. Sin embargo, esta tendencia no es absoluta. Las continuas presiones económicas de la crisis financiera global pesan enormemente, y es difícil implementar planes de aumento a los impuestos al carbono en una era de malestar económico. La adopción de tales planes por parte del mundo en desarrollo, particularmente China y Sudamérica, es algo que hay que ver. El futuro del carbón térmico es, entonces, en parte determinado por el aumento mundial de la demanda energética que se obtenga desde el carbón.

- Colombia debería trabajar para asegurarse de que sus productores de carbón sigan siendo competitivos y eficientes. Colombia no puede confiar en que sólo bastará con abastecer a Sudamérica para crecer, sino que tiene que ir más allá. El aumento de producción por parte de Mozambique y Mongolia constituye un desafío para que Colombia desarrolle una estrategia de venta del carbón a China y el resto del Lejano Oriente. Mongolia, en particular, cuenta con una proximidad que le favorece enormemente.
- Colombia enfrenta un ambiente extremadamente competitivo en la producción y venta del carbón. Los factores subyacentes hacen que este mercado altamente competitivo probablemente no cambie a mediano o largo plazo. Hay un papel para el carbón de Colombia a nivel mundial y ciertamente Colombia cuenta con el espacio para crecer. Sin embargo, este papel será dictado por la competitividad y eficacia de cada empresa productora de carbón de Colombia.

Capítulo 12 – Mercado del Coltán (Niobio & Tantalio)

12.1 Resumen general del mercado

RESUMEN DEL MERCADO

- **Características claves**

  En 2012, el mercado mundial de niobio alcanzó los USD$6 mil millones y el mercado mundial de tantalio cerca de USD$ 1 mil millones.

  El mercado de coltán es esencialmente el mercado para los metales de alta tecnología: el niobio y el tantalio. En términos de la oferta mundial, los volúmenes procesados y extraídos son pequeños: 130.000 toneladas contenidas para el niobio y 750 toneladas contenidas para el tantalio en 2012.

  Ambos metales tienen características similares, pero usos distintos: el niobio es principalmente usado en la producción de aceros de alta resistencia y baja aleación (HSLA por sus siglas en inglés) mientras el tantalio se utiliza en la electrónica avanzada. Otras aplicaciones de alta tecnología, tales como las superaleaciones, equipo de imágenes médicas, lentes ópticos, marcapasos y prótesis son también importantes para estos dos metales.

  Por el lado de la oferta, existen tres fuentes principales de mineral de tantalio y niobio: el coltán (columbite y tantalita), el wodginita y el pirocloro. La producción futura de niobio y tantalio está concentrada en Brasil, Canadá y Australia, donde se ubican la mayoría de las reservas probadas y probables de los dos metales. Además, el reciclaje es otra fuente importante de tantalio.

  En términos de precio, se analiza el precio de ferroniobio, ya que es la principal aplicación de uso final, y el precio de la tantalita (Ta_2O_5), el mineral que contiene al tantalio. En 2012 el precio promedio de ferroniobio fue de US$ 38,99/lb y el precio promedio de tantalita de US$ 118,7/lb. De acuerdo a los fundamentos del mercado CRU prevé una tendencia a la subida en el precio en el largo plazo.

- **Cambios recientes y en desarrollo**

  El tantalio experimentó un aumento de precio en un corto período en 2000, el cual causó un colapso de los precios, la demanda y la producción. Sin embargo, últimamente la cadena de suministro se ha hecho más concentrada e integrada. La fijación de precios y el poder de mercado corresponden a alrededor de 4 compañía procesadoras fuertemente posicionados; la minería no integrada está altamente expuesta al riesgo de precios de productos. En el caso del niobio, la cadena de suministro desde el mineral hasta un producto refinado o selecto está casi completamente integrado y dominado por dos compañías: CBMM de Brasil y Niobec de Canadá.

- **Oportunidades / Riesgos**

  La Unión Europea ha incluido al niobio y tantalio en su lista de 14 materias primas fundamentales cuya importancia económica se considera extremadamente vulnerable por problemas de abastecimiento. Sin embargo, la producción del metal de niobio y tantalio es una de las operaciones más complejas en la industria de minerales y metales. Actualmente, al parecer hay más extracción de mineral de niobio que producción de ferroniobio y otros productos de especialidad requeridos, es decir que la oferta supera la demanda. En el caso del tantalio, el mercado parece haber estado en equilibrio durante el período 2005-2012.

  Una tendencia importante dentro de la industria es la integración vertical. En el caso de tantalio, la empresa minera, Global Advanced Metals, recién adquirió operaciones de procesamiento y ahora se considera líder en la producción de tantalio como consecuencia de esa reciente integración vertical aguas arriba. Además, las empresas de niobio también cuentan con un alto nivel de integración vertical, es decir participan en cada etapa de la producción: minería, procesamiento y comercialización.

- **Acceso al mercado / Barreras de entrada**

  Como ya se ha indicado, la industria cuenta con un alto nivel de integración vertical, el cual dificulta la entrada de nuevos participantes al mercado. Como consecuencia, para competir con las empresas líderes se requiere una gran inversión inicial, que es difícil conseguir en el actual clima económico. Por otra parte, la industria es dominada por un puñado de empresas importantes, las cuales pueden causar influencia en el precio de mercado.

Coltán es el nombre dado al grupo más común de los minerales que contienen tantalio y niobio. El niobio es también conocido como columbita y este nombre suele mencionarse en la literatura sobre tantalio y niobio. En términos mineralógicos, "coltán" es una serie continua de mineral entre la *columbita*, que contiene alrededor de 78% de niobio y poco tantalio, y la *tantalita* con un poco de niobio, pero con alrededor de un 86% de tantalio.

La Unión Europea ha incluido al niobio y tantalio en su lista de 14 materias primas fundamentales cuya importancia económica se considera extremadamente vulnerable por problemas de suministro.

Las características del mercado del niobio y tantalio son totalmente diferentes, de modo que estos dos metales se presentan por separado en las secciones de oferta, demanda, balance de mercado y precio. Además, estos dos metales cuentan con componentes de alta tecnología, la mayoría de los cuales están patentados, por lo que la información detallada sobre las aplicaciones de uso final, precios, existencia de materias y comercio no están tan fácilmente disponibles como en el caso de muchos otros metales. Como consecuencia, las cifras de la oferta y la demanda para el período de 2005 a 2012 y la información de costos de producción frecuentemente han sido escasas.

Desde el principio, hay que entender que los recursos del tantalio y niobio no están limitados al coltán. Otro mineral, la wodginita (proveniente de Wodgina, mina de tantalio australiana), es una fuente importante de tantalio, pero también contiene alrededor de 8% de niobio. Similarmente, el pirocloro (encontrado en Brasil y Canadá) es un mineral que tiene una gran importancia económica para la producción de niobio.

Por lo tanto, este informe se enfoca en los mercados del tantalio y niobio, ambos considerados metales de alta tecnología e incluye todas las fuentes minerales claves.

La abundancia del tantalio y el niobio en la corteza terrestre es relativamente baja y los dos minerales están más comúnmente asociados a rocas ígneas, tales como granitos, sienitas, pegmatitas y carbonatitas. En términos de extracción, los volúmenes de producción del niobio y concentrados de tantalio son pequeños, alrededor de 300.000 toneladas de pirocloro y 2.250 toneladas de columbio-tantalita. En 2012, el contenido de metal de concentrados extraídos fue de aproximadamente 130.000 toneladas de niobio y una pequeña cantidad de 725 toneladas de tantalio.

El procesamiento de residuos y chatarra de tantalio son también fuentes importantes de tantalio y representaron 669 toneladas en 2009.

Estos dos metales no se comercializan en ninguna bolsa de metales y los precios contractuales son negociados entre las minas productoras, operadores y un muy pequeño número de compañías procesadoras. El valor de este mercado aumenta considerablemente cuando los concentrados son procesados a metal. Los concentrados de niobio (50% de Nb_2O_5) fueron comercializados en alrededor USD$17,50/lb Nb_2O_5 y los concentrados de tantalio (30% de Ta_2O_5) a un precio promedio de USD$126/lb Ta_2O_5 en junio de 2013. No ha sido posible determinar el valor agregado de los concentrados de ferroaleaciones para el niobio ya que existe un alto nivel de integración vertical. Sin embargo, en el caso del tantalio, el procesamiento de los concentrados a un polvo con un 98% de tantalio, el cual en la primera mitad de 2013 alcanzó un costo promedio de USD$515/kg, tuvo el efecto de aumentar el valor del tantalio contenido en un 52%. A estos precios, evaluamos el mercado del niobio a cerca de USD$6 mil millones y el mercado del tantalio (primario y secundario) en alrededor de USD$860 millones en 2012.

El principal uso del niobio está en la producción de ferroniobio (88,7% en 2010), que es un ingrediente esencial de los aceros HSLA que se usan en la fabricación de carrocerías de vehículos, cascos de barcos, oleoductos y gasoductos. En el caso del tantalio, el polvo se usa para la fabricación de condensadores y productos metalúrgicos. Además de esto, el alambre de tantalio es un componente esencial para los condensadores y láminas de tantalio que se usan en la fabricación de plantas químicas. Los condensadores de tantalio son idealmente aptos para dispositivos electrónicos de mano y las aplicaciones de alta fiabilidad para aviones, automóviles y otros equipos electrónicos claves.

La comercialización y el poder de fijar los precios en los mercados de niobio y tantalio corresponde a las compañías procesadoras (aguas abajo).

En el caso del niobio, las empresas cuentan con un alto nivel de integración vertical, es decir participan en cada etapa de la producción: la minería, operaciones de procesamiento y de comercialización. La más grande compañía mineral de niobio, Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração (CBMM) de Brasil, también ha desarrollado tecnología de procesamiento y afirma haber creado el mercado para el niobio. Esta compañía es dominante en este sector produciendo la

mayor parte del ferroniobio del mundo, así como una gran proporción de los actuales químicos del niobio y de la producción compuesta.

En el caso del tantalio, Global Advanced Metals posee las operaciones de extracción del tantalio en Greenbushes y Wodgina y recientemente adquirió las operaciones de procesamiento de Cabot en los Estados Unidos. La compañía también tiene la producción de polvo para condensadores en Japón y es considerada líder en la producción de tantalio a través de su reciente integración vertical de extracción y procesamiento.

Hay cuatro otras compañías de procesamiento: Cabot Inc de los Estados Unidos, HC Starck en Alemania, Ningxia y Baotou-Rare Earth en China, las que regularmente adquieren los concentrados de niobio y tantalio. Además, hay otras compañías menores de procesamiento de tantalio en Estonia, Kazakstán, Rusia y China.

Tenemos entendido que en Colombia se han identificado yacimientos de coltán cerca de la frontera venezolana, y que han sido asociados con granitos alcalinos y rocas de sienita. Si este es el caso, es muy probable que estos sean más ricos en niobio que en tantalio. Esto sugeriría que para que estos yacimientos se exploten comercialmente, se necesitaría organizar algunas formas de procesamiento en ferroniobio y en químicos de niobio.

12.2 Estructura y caracterización de la demanda

12.2.1 Determinantes de la demanda de niobio

12.2.1.1 Demanda en base de usos finales de niobio

El principal uso del niobio se encuentra bajo la forma de ferroniobio para los aceros HSLA que son usados para la fabricación de carrocerías de automóviles, cascos de barcos, vías ferroviarias y oleoductos y gasoductos. Las principales áreas de consumo se ubican en las establecidas regiones productoras de acero del hemisferio occidental, tales como Europa Occidental, Estados Unidos, Japón y Corea del Sur. China llegó a ser el importador más grande de ferroniobio en 2008. Otras naciones emergentes, tales como Rusia, India, México, Turquía e, incluso, Arabia Saudita, están ahora comenzando a importar ferroniobio mientras van aumentando su producción de aceros HSLA.

El ferroniobio representó el 89% del consumo del niobio en 2004 y el 88,7% del consumo en 2010.

El restante 11% de la demanda se usa en los químicos de niobio (incluyendo carburos), ferroniobio de alta pureza, productos metálicos del niobio y aleaciones de niobio.

Los químicos de niobio se usan en los revestimientos de cerámica y de vidrio para anteojos y lentes de cámaras; los carburos de niobio son extremadamente duros y se usan en la fabricación de carburos cementados para herramientas de corte. El ferroniobio de alta pureza se usa en la producción de súper aleaciones para las aplicaciones aeroespaciales. Otros metales que se usan para producir aleaciones de niobio incluyen el circonio, titanio y estaño. Estas aleaciones son extremadamente resistentes a la corrosión y se usan para los equipos de procesos manufactureros y tuberías. El estaño y el titanio al ser aliados con el niobio pueden ser usados en magnetos superconductores, tales como los que se usan en los equipos de imágenes médicas.

En términos de ubicación geográfica, la mayor parte de esta demanda para los compuestos de niobio se ubica en las plantas de alta tecnología de Estados Unidos, Europa Occidental y Japón, en donde las compañías individuales han desarrollado tecnología patentada. Algunas de estas actividades también están ocurriendo en China, en la medida en que el país se involucra en la manufactura de más alta tecnología.

Figura 12.01: Estimación para los usos finales de niobio en 2010



Respecto a la sustitución, los usos del niobio son muy específicos y a menudo la sustitución involucra un costo o pérdida de rendimiento. En el caso del acero de HSLA, el molibdeno y vanadio pueden ser usados como sustitutos en algunos casos, pero no en cantidades significativas. Además, el tantalio y el titanio se pueden usar como alternativas para el niobio en algunos aceros inoxidables y en otros aceros de alta resistencia. En aplicaciones de altas temperaturas, la cerámica el molibdeno y el tantalio pueden ser usados como alternativas.

12.2.2 Evolución histórica de la demanda de niobio

Como se puede apreciar en la Tabla siguiente, con excepción de 2009, el consumo informado de ferroniobio ha estado cerca de las 100.000 toneladas anuales. China ha sido un destacado importador de ferroniobio desde 2008. Los otros países líderes han sido Estados Unidos, Japón, Alemania y muchos otros países de la Unión Europea. Casi todos los países que tienen una

instalación de producción de acero importan ferroniobio. Sin embargo, los cinco países líderes importan aproximadamente el 70% del consumo total.

Tabla 12.01: Las importaciones de ferro-niobio por país, 2007-2012 (toneladas)

País	2007	2008	2009	2010	2011	2012
China	15.082	23.585	18.322	18.778	19.135	19.872
Holanda	19.565	19.683	10.894	17.491	19.081	18.712
EE.UU.	13.399	11.251	4.758	10.142	11.128	12.066
Japón	8.862	10.952	5.167	8.214	8.162	8.670
Alemania	6.373	6.364	4.153	5.878	6.579	6.297
Corea del Sur	3.642	3.526	3.434	5.146	6.325	6.069
Italia	2.893	2.724	1.396	2.752	2.522	2.620
Rusia	2.442	2.175	1.506	3.431	2.319	2.427
Canadá	2.061	2.487	972	1.963	2.222	2.114
Austria	954	1.124	664	1.061	1.191	1.867
Bélgica	2.859	1.507	1.084	1.835	1.583	1.685
Suecia	1.242	1.264	604	1.146	1.584	1.614
Francia	2.797	3.293	1.184	2.195	2.225	1.608
Índia	1.724	2.007	757	1.242	1.710	1.554
Ucrania	1.940	1.280	1.000	954	1.494	1.140
España	8.268	695	593	993	1.382	1.000
Otros (más de 35 países)	12.201	10.737	7.027	9.487	9.987	7.455
Total	**106.304**	**104.654**	**63.515**	**92.708**	**98.629**	**96.770**

Fuente: GTIS

12.2.3 Determinantes de la demanda de tantalio

12.2.3.1 Demanda en base de usos finales de tantalio

El principal uso del tantalio está en la producción de polvo para la fabricación de condensadores y producción de metales aglomerados. Existen dos tipos principales: el polvo producido para la producción de condensadores y polvo para fines metalúrgicos.

Hemos encontrado diferentes estimaciones sobre la proporción del tantalio usado en la producción de polvo de calidad para condensadores. Algunos recursos sugieren un 48%, mientras que otros han generado estimaciones de alrededor de 24%.

La confusión puede surgir del modo en que se fabrican los condensadores de tantalio. Un condensador de tantalio tiene una esponja metálica de tantalio aglomerado como un ánodo (formado del polvo de tantalio), un dióxido de manganeso para un cátodo con una capa dieléctrica de pentóxido de tantalio creado por anodización. Todos éstos están condensados alrededor de conectores de alambre de tantalio. En general, los condensadores de tantalio podrían consumir 48%

de la demanda del tantalio, pero probablemente de forma conjunta en la forma de polvo, alambre y metal. El alambre y metal se fabrican de polvo metalúrgico, de modo que probablemente podría haber una confusión en cuanto a la definición.

El Centro de Información de Tantalio (CIT) ha desarrollado estimaciones para aplicaciones de uso final de los embarques de procesadores de tantalio que indican que durante el período entre 2004 y 2010, el polvo de calidad metalúrgico y los productos de metal se han expandido más rápido que el uso del tantalio en los condensadores. En sus cifras, el CIT incluye al polvo de calidad de condensador y al alambre de tantalio en sus cálculos de uso de condensadores. La Tabla siguiente resume estas estimaciones por uso final.

Tabla 12.02: Los usos finales de Tantalio, 2004 y 2010

Uso final	2004 (%)	2010 (%)
Carburos de tantalio	9	5
Lingote de tantalio	6	12
Productos laminados de tantalio	17	13
Condensadores	42	27
Químicos de tantalio	15	24
Otros (incl polvo metálico)	11	19
Total	**100**	**100**
Total estimado (toneladas)	**1.300**	**1.635**

Fuente: CIT, CRU

El mayor uso del polvo y alambre de tantalio está en la fabricación de condensadores para la industria electrónica. La demanda para este uso final permaneció estable entre 2005 y 2008, pero la crisis financiera de 2009 causó una abrupta baja en su consumo. Esto se extendió a todos los otros usos de tantalio y fue, incluso, más fuerte con los productos como químicos, productos laminados, carburos y lingotes.

Los condensadores de tantalio ofrecen alta confiabilidad, resistencia a altas temperaturas, una amplia variedad de capacitancia y lo más importante es que se pueden fabricar en dimensiones muy pequeñas. El creciente uso de dispositivos electrónicos de mano, tales como los celulares, computadores portátiles, tablets y muchos otros tipos diferentes de instrumentos para estaciones de trabajo son factores importantes de demanda. Similarmente, las aplicaciones de alta confiabilidad para sistemas de aviones, aeroespacial y transporte, también pueden confiarse en los condensadores de tantalio para sus operaciones continuas.

En cuanto a otros usos finales del tantalio, el metal de tantalio se usa en próstesis médicas, tales como: marcapasos, audífonos y artículos de prótesis – como por ejemplo, articulaciones de caderas. También se usan en partes de hornos, motores de reacción, toberas de cohetes y en partes de misiles ya que tiene un punto de fusión extremadamente alto. El metal y las aleaciones de tantalio se usan también en equipos para procesamiento químico. La figura siguiente identifica la demanda del tantalio por uso final en el período 2005-2012.

Figura 12.02: Usos finales de tantalio, 2005-2012

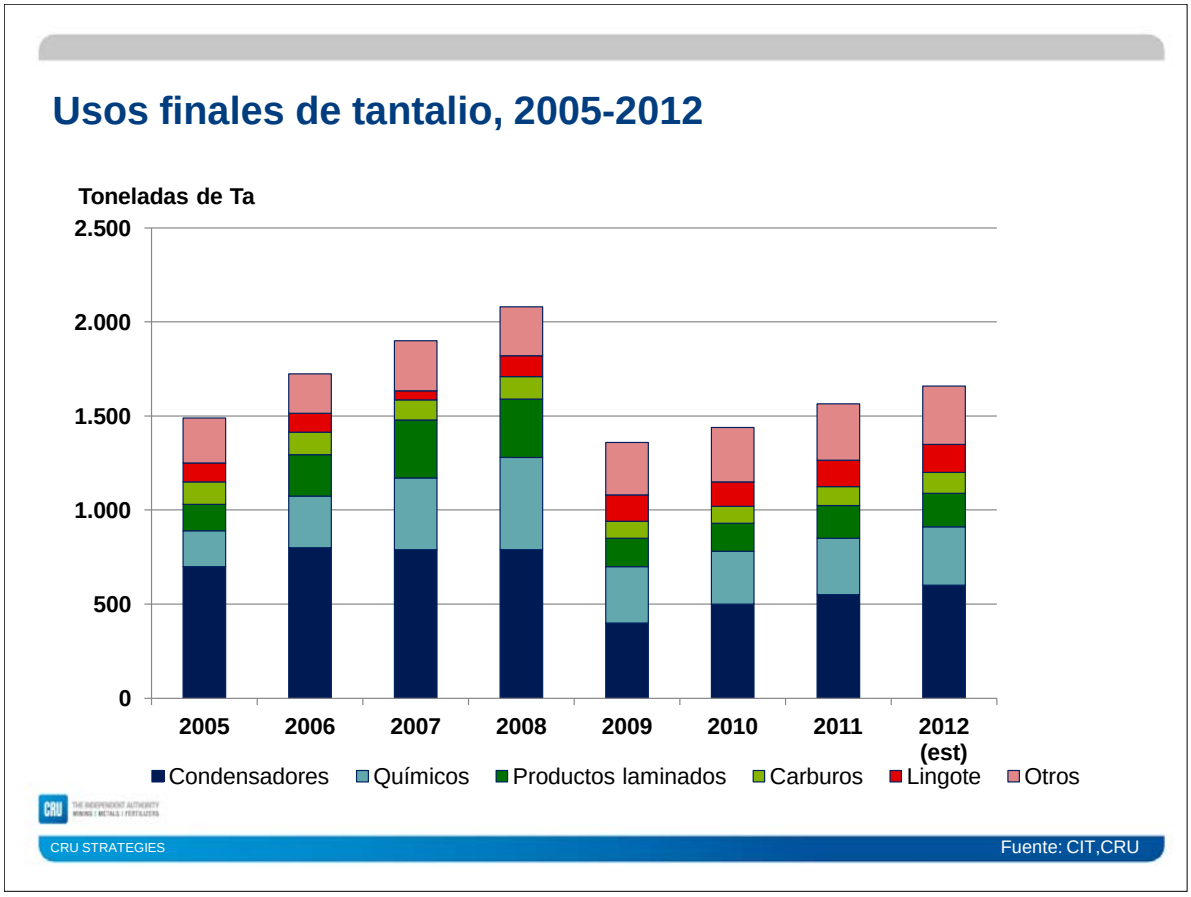


Tabla 12.03: Demanda de tantalio por uso final, 2005-2012 (toneladas)

Uso final	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012 (est)
Condesadores	700	800	790	790	400	500	550	600
Químicos	190	275	380	490	300	280	300	310
Productos laminados	140	220	310	310	150	150	175	180
Carbides	120	120	105	120	90	90	100	110
Lingot	100	100	50	110	140	130	140	150
Other	240	210	265	260	280	290	300	310
Total	**1.490**	**1.725**	**1.900**	**2.080**	**1.360**	**1.440**	**1.565**	**1.660**

Sources: TIC, CRU

Respecto a la sustitución, se puede utilizar aluminio o cerámicas en condensadores en lugar de tantalio, y molibdeno o tungsteno en las aplicaciones de alta temperatura. Sin embargo, al igual que el niobio, la sustitución involucra un costo adicional o una pérdida de rendimiento.

12.2.4 Evolución histórica de la demanda de tantalio

La Tabla siguiente identifica los principales países importadores de polvo de tantalio y de productos metalúrgicos desde 2007. Los países líderes son Estados Unidos, Indonesia, México y la República Checa – donde el consumo en 2012 varió de 400 toneladas en los Estados Unidos e Indonesia a 150 toneladas en la República Checa. En todos estos países líderes, los productores de condensadores de tantalio han ubicado plantas manufactureras. Otros países, tales como El Salvador, Alemania y Japón son también el hogar de importantes fabricantes de condensadores de tantalio. Estos se enuncian en la siguiente sección.

Tabla 12.04: Importaciones de polvo de tantalio y productos metalúrgicos, 2007-2012, (toneladas)

País	2007	2008	2009	2010	2011	2012
EE.UU.	356	423	280	401	304	389
Indonesia	-	-	46	106	105	354
México	117	199	131	215	166	197
La República Checa	188	218	106	240	174	146
El Salvador	90	90	40	85	89	75
Alemania	21	41	30	73	85	67
Japón	70	91	43	86	92	64
Malasia	1	97	97	95	67	60
China	68	52	38	52	57	48
Otros	437	544	305	41	311	126
Total	**1.348**	**1.755**	**1.116**	**1.694**	**1.450**	**1.526**

Fuente: GTIS, CRU

En un estudio que trata de los desafíos para abastecer de tantalio a la Unión Europea (UE), se estableció que la producción total de todos los procesadores de tantalio dentro de la Unión Europea está entre 250 a 300 toneladas anuales.

12.2.5 Principales consumidores de tantalio

Los principales consumidores de tantalio son los productores de condensadores, tales como Vishay, Kemet y AVX. Se trata de corporaciones multinacionales estadounidenses con plantas manufactureras en muchos países. Por ejemplo, como se identificó en la sección precedente, estas compañías tienen conjuntamente presencia en Indonesia, México, República Checa, El Salvador y Malasia. En Japón existen compañías multinacionales y japonesas, tales como, Sonjio, Nichicon, Rohm. Similarmente, en Corea, está Neescap y Maxwell Technologies.

A su vez, estas compañías suministrarán a las compañías de electrónica con condensadores de tantalio. Sus principales clientes serán las compañías de tecnología inalámbrica, tales como Apple, Sony, Nokia, Motorola y Panasonic. Otros clientes son los proveedores de infraestructura electrónica, tales como Cisco Systems y Nortel Networks, y los fabricantes de hardware para computadores, tales como, Apple, Intel, Hewlett-Packard, IBM, Dell, Compaq y Seagate.

A nivel metalúrgico, los procesadores de minerales, como Cabot Corporation en los EE.UU. (sólo niobio), HC Starck en Alemania, y Ningxia y Baotou Rare Earth en China suministrarán polvo y productos laminados. Otra compañía, Plansee de Austria, también es un comprador importante de

materia prima de tantalio, que luego será procesada en productos de especialidad para aplicaciones metalúrgicas y electrónicas.

12.3 Dimensionamiento y caracterización de la oferta

12.3.1 Características generales

La abundancia del tantalio y niobio en la corteza terrestre es relativamente baja y está comúnmente asociada con rocas ígneas, tales como granitos, sienitas, pegmatitas y carbonatitas. En términos de extracción, los volúmenes de producción de concentrados de niobio y tantalio son pequeños, alrededor de 300.000 toneladas de pirocloro y 2.250 toneladas de columbio-tantalita. En 2012, el contenido de metal de los concentrados extraídos fue de aproximadamente 130.000 toneladas de niobio y una muy pequeña cantidad de 725 toneladas de tantalio.

Existen tres fuentes principales de mineral de tantalio y niobio. Está el *coltán*, que es una serie continua de mineral entre la *columbita* que contiene alrededor de 78% de niobio y un poco de tantalio a *tantalita* con un poco de niobio, pero alrededor de 86% de tantalio. Otro mineral, la *wodginita* (Wodgina, mina de tantalio australiana) es una importante fuente de tantalio, pero también contiene alrededor de 8% de niobio. La tercera fuente de mineral es el pirocloro (encontrado en Brasil y Canadá) y éste es un mineral de una enorme importancia económica para la producción del niobio.

12.3.2 Geología

Conforme al Consejo Británico de Estudios Geológicos (BGS por sus siglas en inglés), los yacimientos del mineral de niobio y tantalio suelen estar asociados mayormente con rocas ígneas, tales como granitos, sienitas, pegmatitas y carbonatitas. Algunos yacimientos secundarios también han sido identificados y suelen estar relacionados con el yacimiento primario.

Los yacimientos primarios de niobio y tantalio se pueden dividir en tres tipos:

- Carbonatitas y rocas asociadas;
- Alcalinos a granitos y sienitas peralcalinos;
- Granitos y pegmatitas enriquecidos con litio, cesio y tantalio (LCT).

Se han identificado cinco tipos de mineralización de niobio y tantalio que contienen cantidades considerables de estos metales para respaldar la minería.

1. **Los yacimientos primarios con inclusión de carbonatita** son yacimientos de niobio que se encuentran dentro de las rocas ígneas carbonatíticas en provincias ígneas alcalinas. Los grados típicos y tonelaje de este tipo de yacimiento son pequeños. Las minas de Niobec y Oka en Canadá son ejemplos en donde las reservas probadas y probables ascienden a 23,5 millones de toneladas a 0,59% de Nb_2O_5.
2. **Los yacimientos secundarios de origen de carbonatita** ocurren en sitios donde los efectos de la intemperie han concentrado minerales de niobio encima de una intrusión de carbonatita. Estos yacimientos pueden ser enormes, pero raramente tienen más de 1.000 millones de toneladas con grados relativamente altos de alrededor de 3% de Nb_2O_5. Los típicos ejemplos son Araxa y Catalao en Brasil; Tomtor (12% de Nb_2O_5) en Rusia y Lueshe en la República Democrática del Congo.
3. **Los yacimientos de granito y sienita alcalinas** frecuentemente contienen niobio y menos tantalio, a menudo cuando los minerales han sido concentrados por procesos magmáticos e hidrotermales. Estos yacimientos son mucho más pequeños que los yacimientos secundarios de carbonatita y la mayoría comúnmente contiene menos de 100 millones de toneladas a grados de 0,1% a 1% de Nb_2O_5 y < de 0,1% de Ta_2O_5. Ejemplos de este tipo son Motzfeldt e Ilfmaussaq en Groenlandia, Lovezero en Rusia, Thor Lake y Strange Lake en Canadá, Pitinga en Brasil, Ghurayyah en Arabia Saudita y Kanyika en Malawi. De una muy breve descripción, creemos que el yacimiento colombiano corresponde a este tipo de mineralización.
4. **Yacimientos de granitos enriquecidos con LCT** tienen tantalio con menos niobio. Ellos generalmente contienen menos de 100 millones de toneladas de metal, con menos de 0,05% de Ta_2O_5. Los ejemplos son Abu Dabbab y Nuweibi en Egipto y Yichun en China.
5. **Los yacimientos de pegmatita enriquecidos con LCT** contienen también tantalio con menos niobio. Asimismo, generalmente contienen menos de 100 millones de toneladas de metal, con menos de 0,05% de Ta_2O_5. Los ejemplos aquí son algunas de las operaciones más grandes de extracción del tantalio: Greenbushes y Wodgina en Australia, Tanco en Canadá, Volta Grande en Brasil, Kenticha en Etiopía y Morrua y Marropino en Mozambique.

En términos de *reservas*, éstas no están bien documentadas, pero se ha estimado que las actuales reservas de niobio y tantalio son suficientes para satisfacer la demanda mundial durante más de 500 años. Un área de preocupación es que los concentrados de tantalio suelen estar contaminados con materiales radiactivos y esto lleva a serios problemas de transporte por toda Europa y muchos otros países.

Tabla 12.05: Reservas y recursos de Niobio y Tantalio (toneladas)

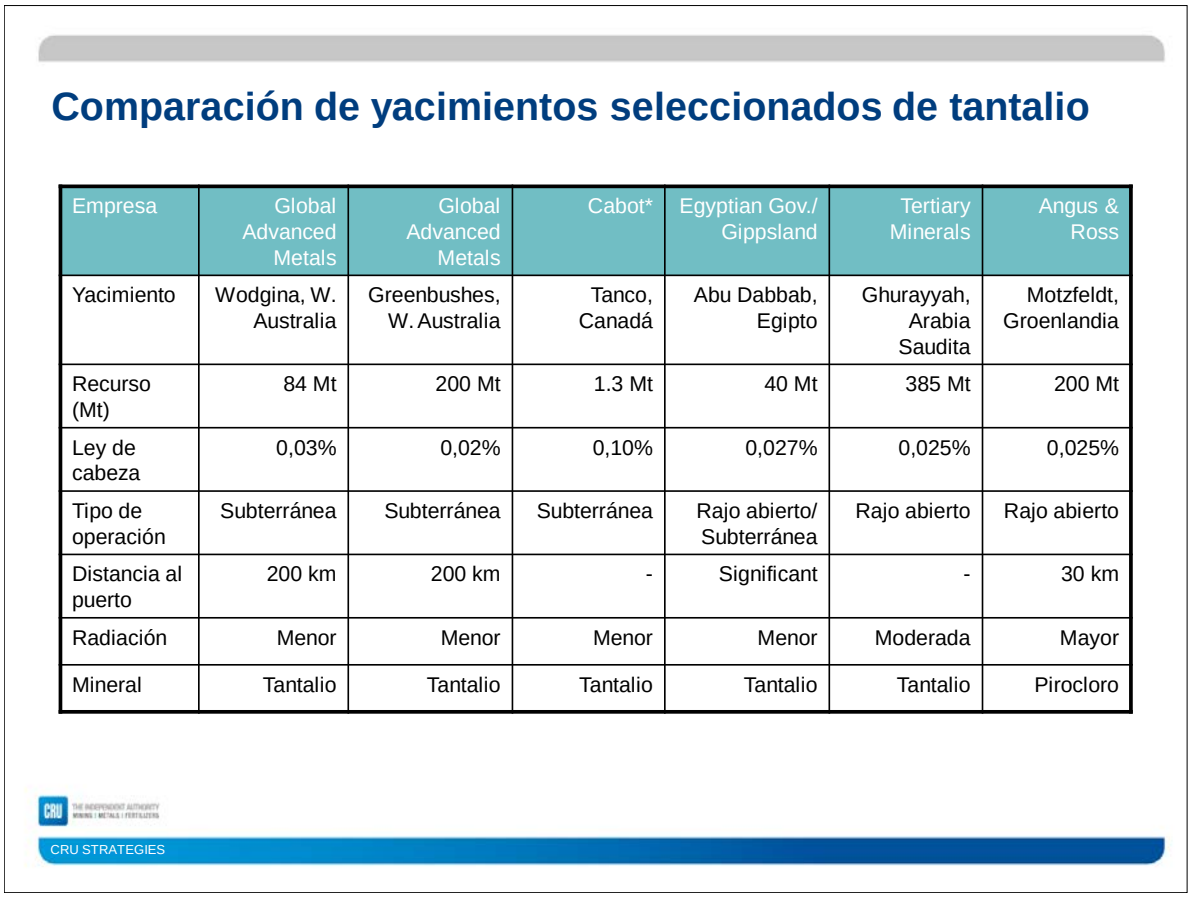
	País	Las reservas probadas y probables (toneladas)	La base de recursos (toneladas)
Niobio			
	Brasil	452.200.000	
	Canadá	32.086.000	
	EE.UU.	150.000	
	Total	**484.436.000**	
Tantalio			
	Brasil	87.360	129.274
	Australia	40.560	65.771
	China & SE Asia	7.800	33.112
	Rusia & Oriente Medio	n/a	31.298
	África Central	3.120	28.576
	África (otros países)	12.480	21.318
	Norteamérica	1.500	5.443
	Europa	n/a	2.268
	Total	**152.820**	**317.060**

Fuente: BGS

Según la Tabla anterior, los recursos y reservas de niobio se ubican casi exclusivamente en Brasil y Canadá. Hay recursos sin cuantificar en Egipto, Malawi y Groenlandia. Se calcula que las reservas mundiales probadas y probables son de 485 millones de toneladas con 93% de ellas en Brasil y el restante 7% en Canadá (BGS). CBMM citó recursos inferidos de 1,14 mil millones de toneladas y Niobec con 720 millones de toneladas.

Las reservas del mineral de tantalio se estiman en aproximadamente 153.000 toneladas y los recursos son de alrededor 317.000 toneladas. Éstos están más extendidos que las reservas y recursos del niobio y, en conformidad con BGS, se ubican en al menos 8 lugares. Brasil tiene el 40% de los recursos; Australia, 21%; China y Asia del Suroeste cuentan con el 10%; Rusia y Medio Oriente tienen también el 10%; y África Central, 9%.

Figura 12.03: Comparación de yacimientos seleccionados de tantalio



Comparación de yacimientos seleccionados de tantalio

Empresa	Global Advanced Metals	Global Advanced Metals	Cabot*	Egyptian Gov./ Gippsland	Tertiary Minerals	Angus & Ross
Yacimiento	Wodgina, W. Australia	Greenbushes, W. Australia	Tanco, Canadá	Abu Dabbab, Egipto	Ghurayyah, Arabia Saudita	Motzfeldt, Groenlandia
Recurso (Mt)	84 Mt	200 Mt	1.3 Mt	40 Mt	385 Mt	200 Mt
Ley de cabeza	0,03%	0,02%	0,10%	0,027%	0,025%	0,025%
Tipo de operación	Subterránea	Subterránea	Subterránea	Rajo abierto/ Subterránea	Rajo abierto	Rajo abierto
Distancia al puerto	200 km	200 km	-	Significant	-	30 km
Radiación	Menor	Menor	Menor	Menor	Moderada	Mayor
Mineral	Tantalio	Tantalio	Tantalio	Tantalio	Tantalio	Pirocloro

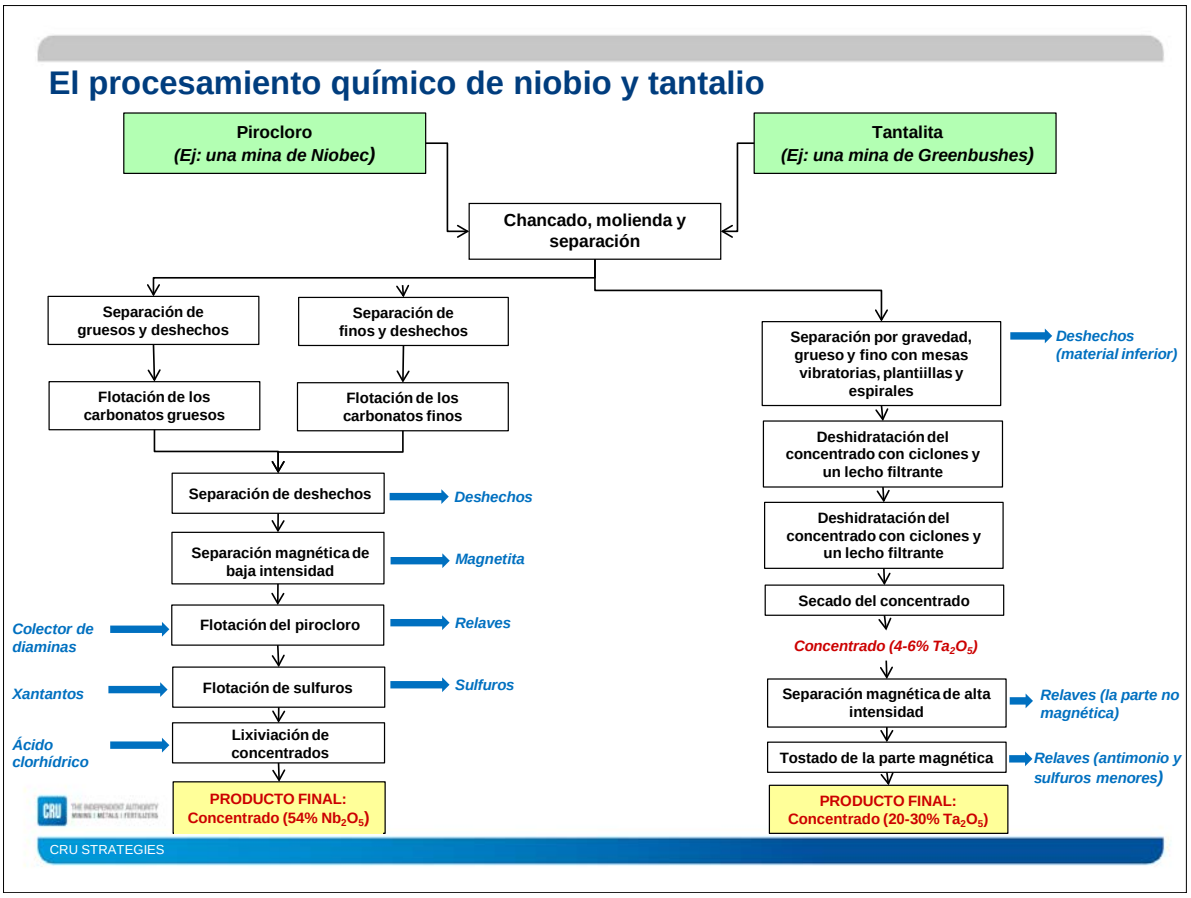
En la figura anterior, comparamos algunos yacimientos correspondientes a operaciones mineras con algunos nuevos proyectos potenciales, donde cabe notar la importancia del ítem de radiación dentro de las propiedades de cada uno.

12.3.3 Extracción y procesamiento

12.3.3.1 Rutas de procesamiento

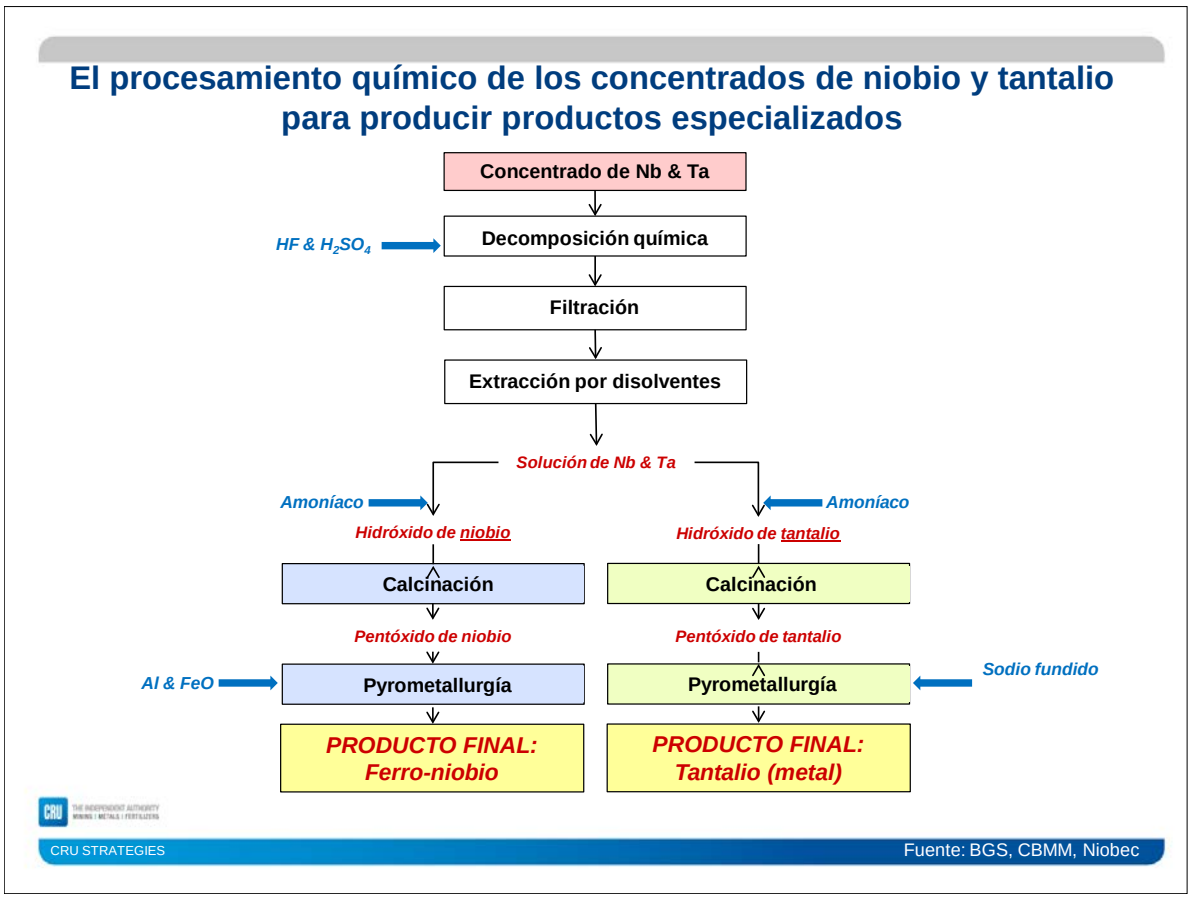
La producción del metal de niobio y tantalio es una de las operaciones más complejas en la industria de minerales y metales. La producción de concentrados es un proceso complejo para el pirocloro y tantalita. El pirocloro extraído pasa por siete etapas de beneficiación después de la trituración, molienda y filtración, y la tantalita pasa por seis antes de que los concentrados vendibles sean producidos. Alrededor de 15 diferentes reactivos son usados en el caso del pirocloro y se necesita un sistema de control de Ph automático muy sensible.

Figura 12.04: Procesamiento químico de niobio y tantalio



También es complejo el procesamiento del concentrado mezclado de niobio y tantalio pues involucra el uso de sodio fundido en el caso del metal de tantalio y una reacción aluminotérmica en el caso del niobio. Una ruta típica para los concentrados es que se disuelven en una mezcla de ácidos hidrofluóricos y sulfúricos, la solución se filtra y el niobio y tantalio se extraen al usar los químicos para extracción por solventes. Luego, el amoníaco es agregado a la solución mezclada y se producen corrientes separadas de hidróxido de niobio y tantalio. Luego, éstos son calcinados para producir pentóxidos de niobio y tantalio, los cuales son después procesados en productos de niobio y tantalio.

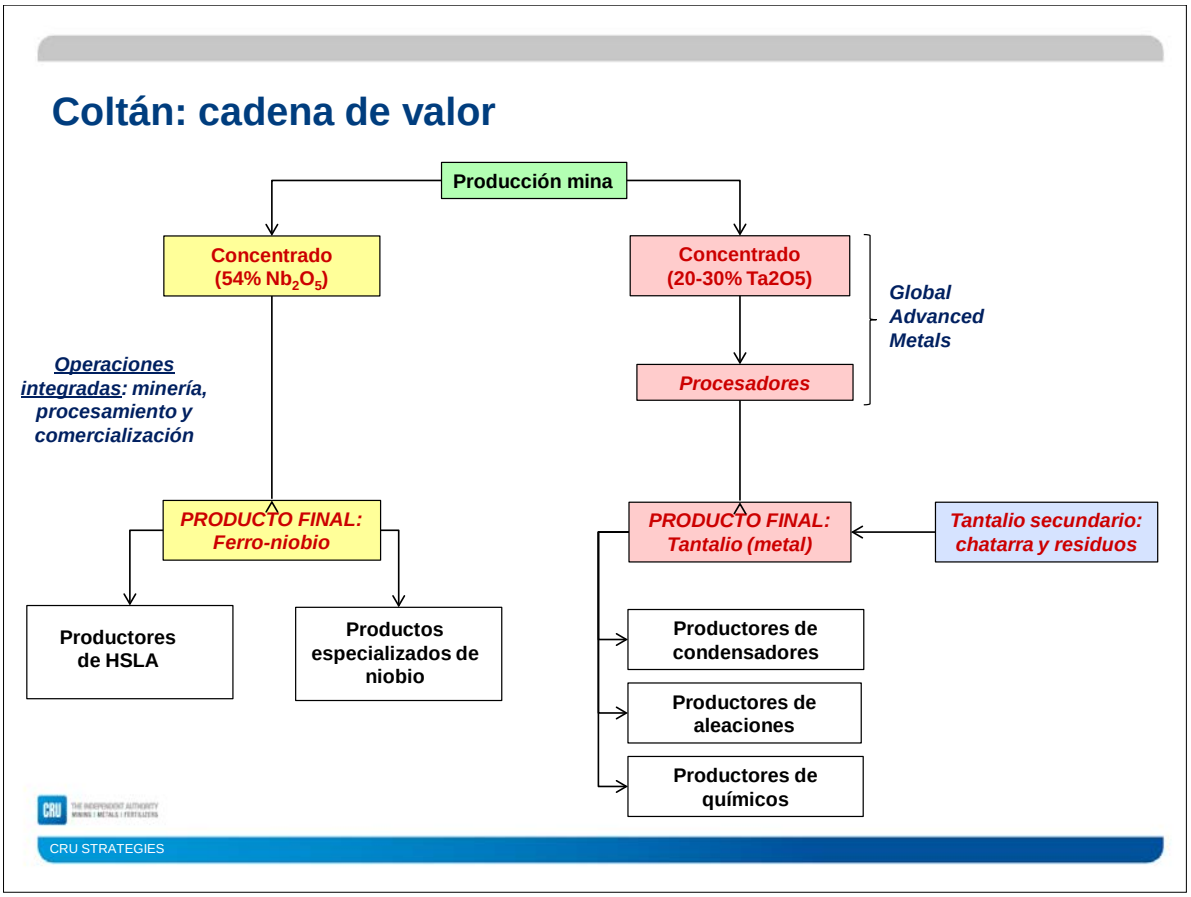
Figura 12.05: Procesamiento químico de los concentrados de niobio y tantalio para producir productos especializados



El ferroniobio se produce al calentar óxido de hierro y pentóxido de aluminio y niobio en un horno eléctrico. Otros productos de especialidad del niobio se obtienen luego del pentóxido. El polvo de tantalio se obtiene al reducir el pentóxido de tantalio con sodio fundido. Después del tratamiento de sodio, el metal se sedimenta para producir un fino polvo aglutinante para aplicaciones de condensadores y metalúrgicas.

12.3.3.2 La cadena de valor

Figura 12.06: Cadena de valor



Hemos estimado el aumento del valor desde la producción de concentrados a la producción de productos refinados de metales sobre la base del valor de los concentrados comercializados y el precio de venta del producto de metal.

En el caso del niobio, los concentrados fueron vendidos a US$17/lb Nb_2O_5 en China a mediados del año 2013. Esta libra de pentóxido de niobio contiene un 70% de niobio, por lo que la libra del concentrado verdaderamente tiene sólo 0,7 libras de niobio. A este precio, el valor efectivo de niobio en concentrados fue de US$17/0,7 = US$24.29/libra. Al mismo tiempo, el ferroniobio a un 65% se estaba vendiendo a los consumidores occidentales a US$47,000/ton Nb – lo que en libras es equivalente a US$21.32/lb Nb. Actualmente, los concentrados parecen ser vendidos a un precio mayor de lo que se esperaría de los precios de ferroniobio. Sin embargo, como prácticamente todo

el ferroniobio se produce en una cadena de suministro verticalmente integrada, es difícil determinar factores de valor agregado de los concentrados para las ferroaleaciones.

En el caso del tantalio, los concentrados se vendían a US$126/lb Ta_2O_5 a mediados de 2013. Una libra de pentóxido de tantalio contiene 82% del tantalio o 0,82 libras de tantalio, el cual usando aritmética similar al ejercicio anterior, tiene un valor efectivo de US$154/lb. El polvo de tantalio (99,8%) se estaba vendiendo a US$234/libras, el cual representa un aumento de $80/lb o 52% sobre el valor de tantalio en el concentrado.

En términos de valor de mercado, en donde estimamos una demanda total de 133.000 toneladas de niobio en 2012, calculamos que el valor total de ferroniobio y productos químicos estaba cerca de US$6 mil millones. En el caso del tantalio, donde el tamaño del mercado estaba cerca de las 1.660 toneladas, calculamos que el valor de este mercado sería aproximadamente de US$0,86 mil millones.

12.3.3.3 Capital y gastos operacionales para los nuevos proyectos

Debido a la naturaleza especializada y compleja de la industria del niobio y tantalio, y su tamaño pequeño, no existen muchos proyectos que se desarrollen para proporcionar estimaciones de capital y de costos operacionales para nuevos proyectos.

En 2006, CRU Strategies participó en la evaluación de un nuevo proyecto que planificaba producir 600.000 libras (275 toneladas) de Ta_2O_5 y 6 millones de libras (2.700 toneladas) de Nb_2O_5. El proyecto era extraer 1,5 millones de toneladas de mineral al año. Los costos de capital fueron estimados en US$300 millones y se previó que los costos operacionales serían de alrededor de US$42 millones anuales. Con los precios de 2013, estimamos que los costos de capital y operaciones, después de un período de importante inflación, volverían a estar casi a ese nivel. Cabe destacar que en aquel tiempo, con un costo total de US$42 millones, los costos de extracción fueron de US$6 millones anuales, los costos de procesamiento de US$22 millones y capital de mantenimiento de US$9 millones. Como la mayoría de este capital de mantenimiento fue para el equipo de procesamiento, vemos que el costo del procesamiento del mineral a concentrados es un negocio costoso. Esto tiene un efecto cuando intentamos calcular los costos marginales a largo plazo de la industria en la siguiente sección.

En términos de una operación integrada, es decir una mina de niobio junto con una fundición de ferroniobio, estimamos costos de capital de alrededor US$1,4 mil millones para una planta de 60.000 toneladas anuales. Los costos operacionales serían de alrededor de US$120 millones anuales.

En el área de procesamiento, notemos que Kemet, uno de los productores líderes de condensadores, adquirió la instalación de procesamiento de polvo de Niotan en Carson City, Nevada, por US$75 millones en febrero de 2012, la que aparentemente es considerada como la mayor instalación de procesamiento de polvo de tantalio en el hemisferio occidental.

12.3.4 Evolución histórica de la oferta

Trataremos con el aspecto del abastecimiento de niobio y tantalio en dos partes. Primero, la producción de los minerales y, luego, el suministro de los materiales refinados que son productos de especialidad usados en la fabricación.

Aquí señalamos que en el caso del niobio, la cadena de suministro desde el mineral hasta un producto refinado está casi completamente integrada y dominada por dos compañías: CBMM de Brasil y Niobec de Canadá. En el caso del tantalio, existen alrededor de 12 diferentes fuentes de mineral, pero todas ellas son procesadas por 4 o 5 compañías. Dos compañías, Advanced Global Metals (que adquirió las operaciones de tantalio de Cabot en 2012) y HC Starck, se ubican en el hemisferio occidental, Ningxia y Baotou Rare Earths, se ubican en China y Solikamst se ubica en Rusia. Tenemos muy pocos antecedentes de las operaciones rusas.

Tabla 12.06: Producción de tantalio y niobio, 2005-2012 (toneladas de mineral)

País		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Burundi	Colombio-tantalio	6	9	52	121	24	20	20	13
R. Democrática del Congo	Colombio-tantalio	325	330	428	509	490	279	260	260
Etiopía	Tantalio	45	70	117	183	206	220	250	280
Mozambique	Tantalio	418	100	-	-	-	133	126	80
Nigeria	Tantalio	5	5	20	30	83	60	50	50
	Colombio	40	80	180	335	300	128	128	120
Ruanda	Colombio-tantalio	974	1.604	1.389	922	952	1.634	1.165	801
Canadá	Pirocloro	3.300	3.500	10.000	10.200	9.500	10.100	10.800	11.000
	Tantalio	70	70	167	161	266	250	-	-
Brasil	Pirocloro	200.000	210.000	215.000	241.000	276.000	276.000	280.000	269.000
	Colombio-tantalio	250	260	420	440	250	450	600	700
China	Colombio-tantalio	100	100	350	350	350	350	350	300
Rusia	Colombio-tantalio	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Malasia	Estruverita	552	93	52	216	176	84	110	115
Australia	Tantalio	730	730	890	940	140	-	240	250
Totals	**Pirocloro**	**203.300**	**213.500**	**225.000**	**251.200**	**285.500**	**286.100**	**290.800**	**280.000**
	Colombio & tantalio	**2.923**	**3.278**	**3.833**	**3.656**	**2.761**	**3.396**	**3.061**	**2.734**
	Otros	**592**	**173**	**232**	**551**	**476**	**212**	**238**	**235**

Fuente: USGS, BGS, CRU

En el período de 2005 a 2012, se observó un cambio considerable en la extracción y procesamiento de concentrados de tantalio. Después de un alza de precios en 2000 y su subsecuente colapso, varias operaciones de extracción tuvieron que cerrar, ya que la demanda del mineral de los procesadores de tantalio colapsó. Sons of Gwalia, que poseía las operaciones en Greenbushes y Wodgina, se declaró en bancarrota en 2005, y la empresa pasó a ser controlada por Talison Group. Asimismo, las operaciones en Mozambique cerraron por un período de tres años. Además, la preocupación por el conflicto de los minerales de África causó cambios en las líneas de suministro a los procesadores. Cuando azotó la crisis financiera entre 2008 y 2009, el tantalio sufrió un golpe, ya que cuatro grandes minas de tantalio cesaron su producción: Greenbushes y Wodgina en Australia, Tanco en Canadá y Marropino en Mozambique. Dos de estas minas abrieron en 2011, Wodgina y Marropino,

pero en agosto de 2013 se informó que la mina de Marropino había cerrado y que se trataría de un cierre definitivo.

Actualmente, la mina más grande de tantalio en funcionamiento es la operación de Mibra en Brasil con una reciente aumentada capacidad de producción de 500.000 libras de Ta_2O_5 anual. Las siguientes operaciones de mayor importancia son las de la mina de Kenticha, que es operada por el Ethiopia Mineral Development Enterprise, la mina Lovozero en Rusia, parte de Solikamst Magnesium Works, la mina Yichun en China y la mina Pitinga en Brasil, parte del Minsur Group. La mina Wodgina con una capacidad de 1,4 millones de libras de Ta_2O_5, es la mina más grande de tantalio en operación, pero ésta fue cerrada nuevamente en enero de 2012 hasta que la demanda y los precios aumenten.

12.3.4.1 Oferta de ferroniobio

Como se mencionó previamente, el mayor volumen de ferroniobio se manufactura en Brasil y Canadá. Las estadísticas de exportaciones también incluyen a Holanda como un importante exportador. Creemos que esto se debe al hecho de que Fondel, una empresa comercial basada en Rotterdam, comercializa la producción de ferroniobio que utiliza la producción del mineral de niobio proveniente de las operaciones de extracción de Catalao de Anglo American en Brasil. El material de Holanda es, por lo tanto, de origen brasileño. La Tabla siguiente enumera los principales exportadores en el período 2007-2012.

Tabla 12.07: Exportaciones de ferroniobio, 2007-2012 (toneladas)

País	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Brasil	71.856	72.771	45.391	66.948	70.009	70.948
Holanda	21.834	21.347	11.381	17.386	18.964	18.076
Canadá	6.225	6.078	6.169	6.199	6.634	6.997
Otras	6.293	5.411	1.973	5.287	3.104	3.558
Total de exportaciones	**106.208**	**105.607**	**64.914**	**95.820**	**98.711**	**99.579**

12.3.4.2 Oferta de materiales de tantalio y productos de especialidad

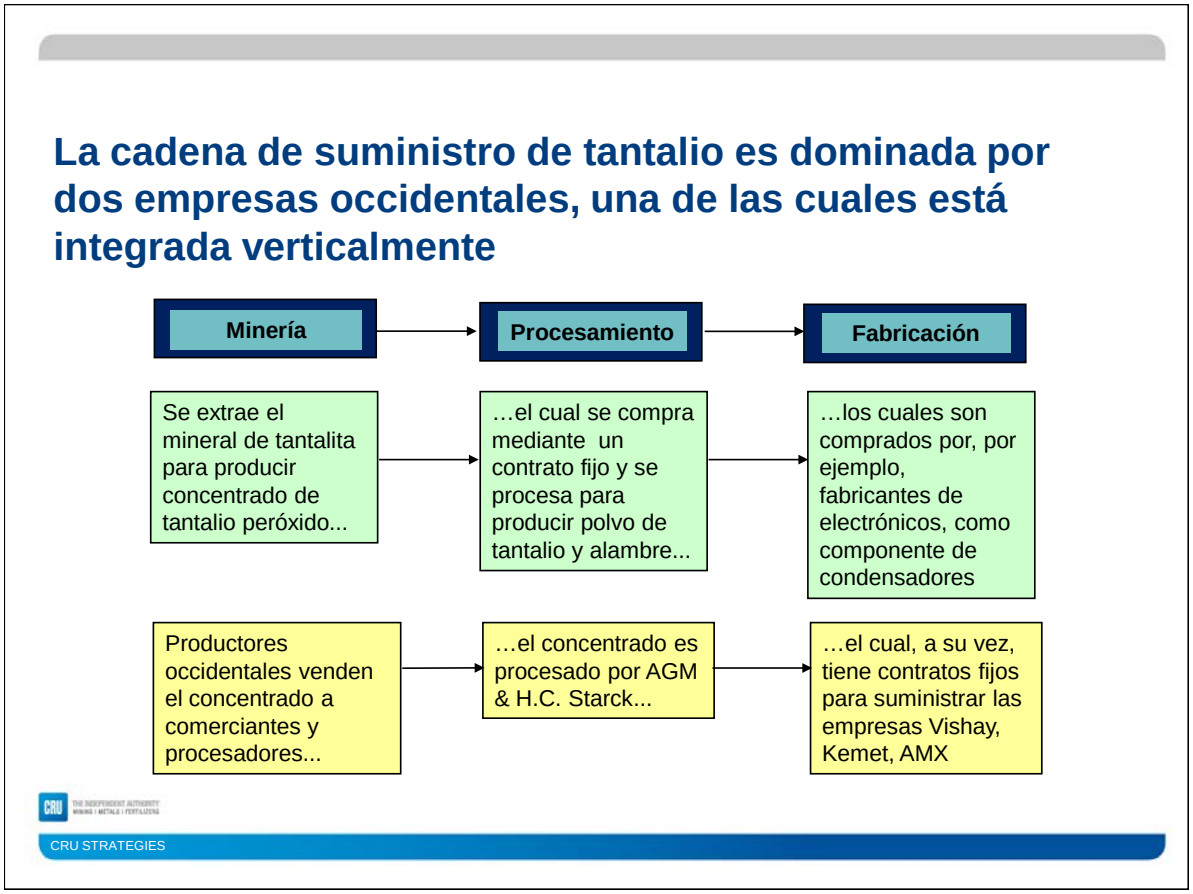
Los recursos de tantalio son más numerosos que los de niobio. La producción minera primaria es sólo una fuente. Considerables cantidades provienen del procesamiento de la escoria del estaño de Malasia y Tailandia, y de materiales secundarios, tales como chatarra y residuos. La Tabla siguiente enumera nuestras estimaciones del suministro total de tantalio para el período 2005-2012.

Tabla 12.08: Oferta de tantalio, 2005 – 2012 (toneladas)

Material	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Coltán & tantalio	2.923	3.278	3.833	3.656	2.761	3.396	3.061	2.734
Estruverita	552	93	52	216	176	84	110	115
Contenido de tantalio (30%)	**1.043**	**1.011**	**1.166**	**1.162**	**881**	**1.044**	**951**	**855**
Escorias de estaño	208	223	253	260	145	157	80	112
Secundaria	300	500	500	600	670	690	700	725
Total	**1.551**	**1.734**	**1.919**	**2.022**	**1.696**	**1.891**	**1.731**	**1.692**

El procesamiento de materia prima de tantalio se limita a 4 o 5 compañías, sólo dos de las cuales están en Occidente. Estas dos compañías son Advanced Global Metals (quienes adquirieron las operaciones de tantalio de Cabot en 2012) y HC Starck de Alemania. Otras industrias transformadoras son Ningxia y Baotou Rare Earths, que se ubican en China y Solikamst en Rusia. La Figura siguiente ilustra el patrón de transacciones de la cadena de suministro.

Figura 12.07: Cadena de suministro de tantalio es dominada por dos empresas occidentales, una de las cuales es integrada verticalmente



El reciclaje del tantalio es una importante fuente de material y se incluye en nuestras estimaciones de material secundario.

12.4 Balance de oferta y demanda

12.4.1 Descripción de la estructura y mecanismos de precios

El niobio y el tantalio no se comercializan en ninguna bolsa, de modo que los precios tienen que ser negociados entre el comprador y el vendedor. Los boletines comerciales tienen una lista con los precios de entrega inmediata que se basan en las conversaciones de descubrimiento de precios que involucran a los compradores, vendedores y operadores.

En el caso del niobio, se publican los precios de los concentrados de columbita y ferroniobio. Los concentrados vendibles de columbita tienen un contenido de 50% de Nb_2O_5 y a menudo contienen Ta_2O_5, pero el elemento comercial por el cual se paga es enteramente el Nb_2O_5. Los concentrados de tantalita son vendidos normalmente con un 30% de Ta_2O_5, pero esta ley puede ser tan baja como el 20%. El contenido de niobio se ignora al calcular el valor pagadero.

Los procesadores de tantalio a menudo negocian contratos a largo plazo con primas de alrededor de 10%. Sin embargo, con la adquisición de Cabot por AGM, los intereses de esta compañía han sido integrados a la cadena de procesamiento con las operaciones de Wodgina y Greenbushes, de modo que es probable que los contratos a largo plazo sean restringidos a HC Starck y las compañías chinas.

El ferroniobio se cotiza por varios boletines comerciales en una base de descubrimiento de precios. Varias industrias y presentaciones de inversionistas también han desarrollado series de precios a partir de las estadísticas de importaciones-exportaciones. Esto mismo sucede con el polvo de tantalio.

12.4.2 Balance histórico de mercado y series de precios históricos

Los equilibrios de mercado para el niobio y el tantalio parecen ser bastante diferentes. Según las estadísticas de producción disponibles públicamente, parece que hay más extracción de mineral de

niobio que producción de ferroniobio y otros productos de especialidad requeridos. En el caso del tantalio, el mercado parece haber estado en equilibrio durante el período 2005-2012.

Tabla 12.09: Balance histórico del mercado de niobio, 2005-2012 (toneladas)

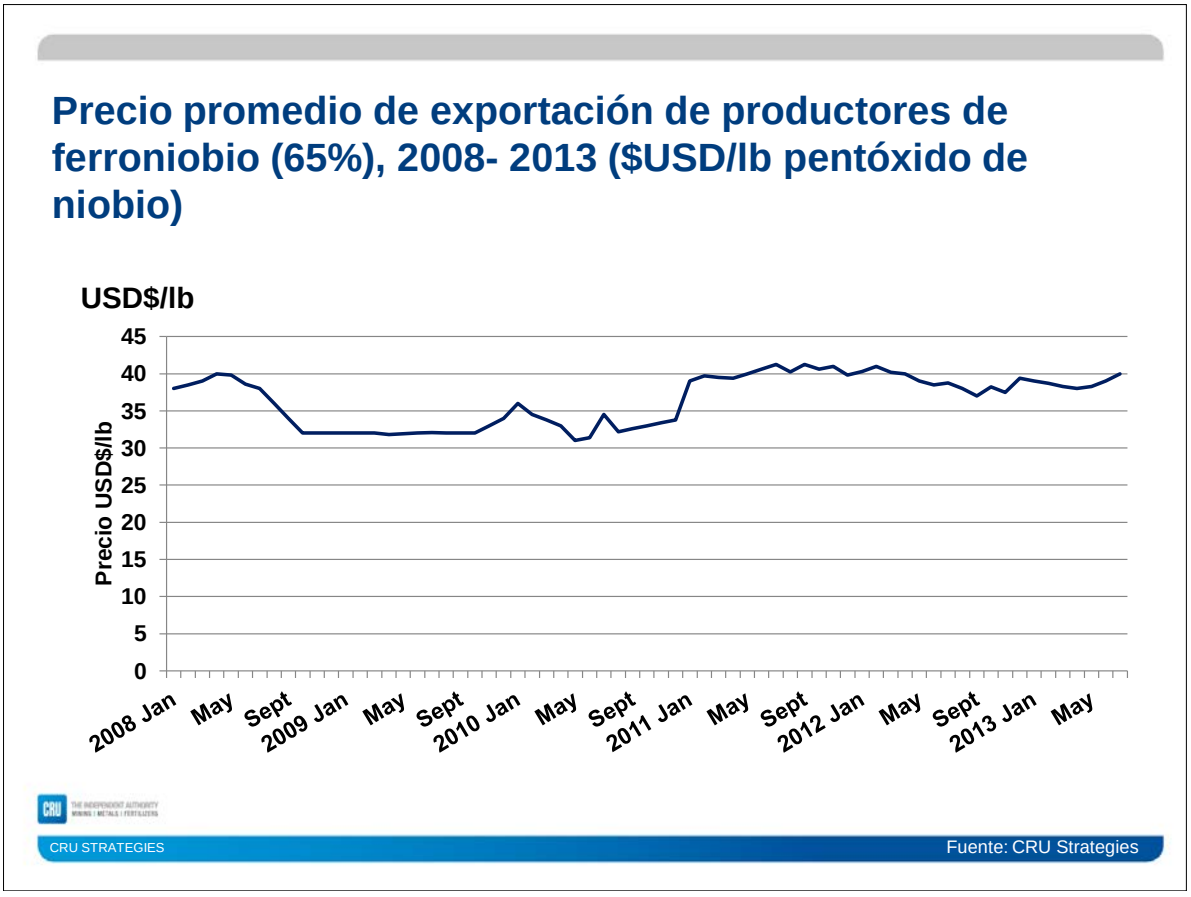
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Oferta								
Pirocloro	203.300	213.500	225.000	251.200	285.500	286.100	290.800	280.000
Colombio	40	80	180	335	300	128	128	120
Total (mineral)	**203.340**	**213.580**	**225.180**	**251.535**	**285.800**	**286.228**	**290.928**	**280.120**
Contenido de niobio (50%)	**71.169**	**74.753**	**78.813**	**88.037**	**100.030**	**100.180**	**101.825**	**98.042**
Demanda								
Ferroniobio	n/a	n/a	106.208	105.607	64.914	95.820	98.711	99.579
Contenido de niobio requerido			74.346	73.925	45.440	67.074	69.098	69.705
Productos especializados de niobio	n/a	n/a	9.293	9.241	5.680	8.384	8.637	8.713
Total	**n/a**	**n/a**	**83.639**	**83.166**	**51.120**	**75.458**	**77.735**	**78.418**
Balance de oferta y demanda	**n/a**	**n/a**	**-4.826**	**4.872**	**48.910**	**24.722**	**24.090**	**19.624**

Fuente: CRU Strategies

La tabla 12.9 presenta nuestra evaluación del equilibrio entre la oferta y la demanda del niobio. Se puede ver claramente que las cifras citadas de producción minera exceden los requerimientos del ferroniobio y los productos de especialidad a un gran nivel desde 2009. Este es un proceso de producción integrada, de modo que es muy difícil determinar hasta qué punto es correcto este análisis.

Los precios históricos desde 2008 a 2012 están presentes en la siguiente Figura siguiente. Se puede ver que durante este período, los precios se han centrado en alrededor de US$35/kg Nb a US$40/kg Nb.

Figura 12.08: Precio promedio de exportación de productores de ferroniobio (65%), 2008- 2013 ($USD/lb pentóxido de niobio)



En el caso del tantalio, donde la oferta tiene una base mucho más amplia y la demanda se extiende sobre más usos finales, nuestras estimaciones de oferta y demanda señalan un mercado que está muy cerca del equilibrio.

Tabla 12.10: Balance histórico del mercado del tantalio, 2005-2012 (toneladas)

Oferta	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**
Coltán y tantalio	2.923	3.278	3.833	3.656	2.761	3.396	3.061	2.734
Estruverita	552	93	52	216	176	84	110	115
Contenido de tantalio	**1.043**	**1.011**	**1.166**	**1.162**	**881**	**1.044**	**951**	**855**
Escoria de estaño	208	223	253	260	145	157	80	112
Secundaria	300	500	500	600	670	690	700	725
Total	**1.551**	**1.734**	**1.919**	**2.022**	**1.696**	**1.891**	**1.731**	**1.692**
Demanda								
Condensadores	700	800	790	790	400	500	550	600
Químicos	190	275	380	490	300	280	300	310
Productos laminados	140	220	310	310	150	150	175	180
Carburos	120	120	105	120	90	90	100	110
Lingotes	100	100	50	110	140	130	140	150
Otros	240	210	265	260	280	290	300	310
Total	**1.490**	**1.725**	**1.900**	**2.080**	**1.360**	**1.440**	**1.565**	**1.660**
Balance de oferta y demanda	**61**	**9**	**19**	**- 58**	**336**	**451**	**166**	**32**

Los precios de concentrados de tantalita se muestran en la Figura siguiente, donde se puede apreciar que ellos han estado aumentando desde comienzos de 2009.

Figura 12.09: Precio de tantalita, 2008- 2013 (USD$/lb pentóxido de tantalio)



En lo que concierne a la fijación de precios del polvo de tantalio, esto ha cambiado muy poco en los últimos tres años. Un típico precio de entrega inmediata es US$500/kg, pero en realidad el precio real es un precio acordado en un contrato a largo plazo entre los dos principales procesadores de tantalio y los fabricantes de condensadores. Se entiende que el volumen vendido en una base de compra es más pequeño en comparación y probablemente representa un descuento respecto a los precios contratados.

12.4.3 Balance pronosticado de mercado y proyecciones de precios en el largo plazo

Es poco probable elaborar con exactitud un pronóstico de los balances de mercado para estos dos metales de alta tecnología para los próximos 20 años. Sin embargo, hay algunos aspectos fundamentales que guiarán la demanda y los precios.

Primero, el ferroniobio está directamente relacionado con la producción de acero crudo. Una mayor producción de acero crudo aumentará la demanda de ferroniobio, y el ferroniobio representa aproximadamente el 90% de total del consumo de niobio. Segundo, Brasil y en particular la empresa CBMM, tiene un yacimiento extremadamente rico de pirocloro que puede satisfacer las necesidades mundiales durante muchos años, particularmente si se desea proceder con sus actuales planes de expansión. Esta compañía, más las empresas de Niobec y Catalao, tienen conjuntamente el poder de fijar los precios. Existen otros depósitos y operaciones de ferroniobio que también pueden ser expandidos. Por lo tanto, es claro que en general, hay una abundancia de minerales de niobio que se pueden convertir en ferroniobio y productos de especialidad.

Hemos identificado alrededor de siete posibles proyectos que podrían llegar a producción y están siendo promovidos por compañías mineras *junior*, que son, por lo tanto, mucho más avanzadas que cualquier posible proyecto colombiano. Es probable que esta abundancia de niobio y el fuerte posicionamiento de mercado de los líderes impidan la entrada nuevas empresas que podrían cambiar este *status quo*. Los precios de mercado son probablemente irrelevantes en lo que respecta a los nuevos participantes, ya que si fuera necesario, el poder de fijar los precios en forma desleal estaría en manos de los líderes actuales del mercado. Actualmente, el precio del ferroniobio se encuentra en alrededor de US$40/kg Nb. Estimamos que una nueva mina independiente de concentrado de columbita necesitará un precio de largo plazo de US$49/lb Nb_2O_5, un precio mucho más alto que los que se comercializan actualmente.

Tabla 12.11: Costos de producción indicativos en el largo plazo 2023 (valores nominales USD$)

Tipo de proyecto	CAPEX total (millones de USD$)	Costo de capital promedio ponderado (%)	Prima de riesgo país (%)	Carga de capital (millones de USD$)	Producción annual de Ta/Nb ('000lbs)	Carga de capital (USD$/lb)	Costo operacional típico (millones de	Costo operacional típico ($/lb)	Costo de realización típico (USD$/lb)	Costo al largo plazo (USD$/lb) pentóxido)	Producto final
Nueva capacidad potencial											
Medio/África produciendo concetrados de Ta	300	10,04	2,0	36,12	600	60,20	32,00	53,33	1,00	115	Concentrado de Ta
Mina de coltán en el Oriente Medio/África produciendo concentrados de Nb	350	10,04	2,0	42,14	1.600	26,34	35,00	21,88	1,00	49	Concentrado de Nb
Operaciones establecidas, se espera que apoyen los precios en el largo plazo											
Wodgina, mina de Ta, Australia	n/a	10,04	0,0	n/a	150	0,00	20,00	133	1,00	134	Concentrado de Ta

Fuente: informes de empresas, estimaciones de CRU

Desde la perspectiva del tantalio, el futuro es poco claro. El mercado ha estado cerca del equilibrio durante varios años y los precios han aumentado sólidamente desde enero de 2009. El tamaño actual del mercado es de aproximadamente 1.700 toneladas anuales. Considerando que la posición del tantalio es la de un metal menor en donde, históricamente, la demanda ha aumentado a una tasa más rápida que la Producción Industrial mundial (PI), podríamos considerar que la demanda aumentaría en un 6% anual en las próximas dos décadas. Si esto sucede, estamos siendo testigos de un aumento del tamaño de mercado desde las actuales 1.700 toneladas a casi 5.500 toneladas hacia 2032. Obviamente, será necesario invertir en las nuevas instalaciones, pero lo más importante será invertir en las operaciones mineras - un tema que resulta ser fundamental.

Hasta la fecha, varios proyectos han fallado a la hora de atraer inversiones porque los precios no han respaldado el capital proyectado ni los gastos operacionales, y un pequeño número de compañías procesadoras han conservado el poder de fijar los precios. Refiriéndonos a lo recién mencionado sobre capital y gastos operacionales, estimamos que un nuevo proyecto de tantalio necesitará un precio atractivo de alrededor de US$115/lb Ta_2O_5, sin ningún crédito por productos secundarios que podrían estar presentes en el mineral del yacimiento. Claramente, los prospectos para las nuevas inversiones van a depender mucho del proyecto, pero las perspectivas a largo plazo son que los precios sean considerablemente más altos. Otro factor importante es que ahora tenemos un productor y procesador integrado de tantalio, de modo que cualquier futura inversión probablemente no sea sostenible sin la provisión de fondos para el procesamiento.

12.4.3.1 Balance pronosticado de mercado y proyecciones de precios de tantalio en el largo plazo

Nuestras predicciones para la oferta y la demanda y precio se han hecho en forma separada para el niobio y el tantalio. En el caso del niobio, nos hemos centrado en el ferroniobio, ya que es la principal aplicación de uso final. Nuestro análisis del tantalio se ha basado en la demanda general del metal de tantalio, pero hemos traducido esto a volúmenes de mineral (Ta_2O_5) y a los costos de producción.

Nuestro enfoque inicial fue determinar la demanda futura. Nuestros métodos han variado según el producto, pero nuestro objetivo ha sido determinar la demanda sobre una base anual hasta 2032. Esto nos dio una indicación de cuánta respuesta, en términos de la oferta, se requerirá durante el período de pronóstico.

En términos de precios pronosticados, hemos adoptado el enfoque de evaluar la opinión del mercado a mediano plazo, en donde tratamos de estimar el balance de oferta y demanda. Para el largo plazo, hemos estimado el costo marginal a largo plazo basado en la inversión de capital y costos operacionales de los nuevos proyectos que se necesitarán para satisfacer la demanda futura. Aquí, evaluamos el “precio atractivo” para cada metal o mineral que se requerirá para respaldar este tipo de inversión.

Los proyectos que hemos seleccionado son minas típicas que tendrían que abastecer de tantalio o pentóxido de niobio y aumentar la producción de ferroniobio mediante una expansión de capacidad de fundición y del equipo asociado.

Tabla 12.12: Balance pronosticado del mercado de tantalita en el largo plazo (toneladas)

		Valores históricos						Forecast				
		2005	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
Oferta	Coltán & tantalita	2.923	3.278	3.833	3.656	2.761	3.396	3.061	2.734	3.313	3.488	3.668
	Estruverita	552	93	52	216	176	84	110	115	100	100	100
	Contenido de Ta	1.043	1.011	1.166	1.162	881	1.044	951	855	994	1.046	1.100
	Escoria de estaño	208	223	253	260	145	157	80	112	50	50	50
	Secundario (chatarra y residuos)	300	500	500	600	670	690	700	725	700	700	700
	Oferta total	**1.551**	**1.734**	**1.919**	**2.022**	**1.696**	**1.891**	**1.731**	**1.692**	**1.744**	**1.796**	**1.850**
Demanda	Condensadores	700	800	790	790	400	500	550	600	600	620	630
	Químicos	190	275	380	490	300	280	300	310	320	350	364
	Productos laminados	140	220	310	310	150	150	175	180	150	156	160
	Carburos	120	120	105	120	90	90	100	110	110	115	120
	Lingote	100	100	50	110	140	130	140	150	160	170	180
	Otros	240	210	265	260	280	290	300	310	340	350	360
	Demanda total	**1.490**	**1.725**	**1.900**	**2.080**	**1.360**	**1.440**	**1.565**	**1.660**	**1.710**	**1.761**	**1.814**
	Balance de oferta y demanda	***61***	***9***	***19***	***- 58***	***336***	***451***	***166***	***32***	***34***	***35***	***36***
		2016	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**
Oferta	Coltán & tantalita	3.853	4.043	4.240	4.442	4.650	4.865	5.086	5.314	5.548	5.789	6.038
	Estruverita	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Contenido de Ta	1.156	1.213	1.272	1.333	1.395	1.459	1.526	1.594	1.664	1.737	1.811
	Escoria de estaño	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	Secundario (chatarra y residuos)	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700
	Oferta total	**1.906**	**1.963**	**2.022**	**2.083**	**2.145**	**2.209**	**2.276**	**2.344**	**2.414**	**2.487**	**2.561**
Demanda	Condensadores	640	650	660	-	-	-	-	-	-	-	-
	Químicos	373	380	390	-	-	-	-	-	-	-	-
	Productos laminados	170	185	187	-	-	-	-	-	-	-	-
	Carburos	125	130	135	-	-	-	-	-	-	-	-
	Lingote	190	200	210	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otros	370	380	400	-	-	-	-	-	-	-	-
	Demanda total	**1.868**	**1.925**	**1.982**	**2.042**	**2.103**	**2.166**	**2.231**	**2.298**	**2.367**	**2.438**	**2.511**
	Balance de oferta y demanda	***37***	***38***	***40***	***41***	***42***	***43***	***45***	***46***	***47***	***49***	***50***
		2027	**2028**	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**					
Oferta	Coltán & tantalita	6.294	6.558	6.830	7.110	7.399	7.696					
	Estruverita	100	100	100	100	100	100					
	Contenido de Ta	1.888	1.968	2.049	2.133	2.220	2.309					
	Escoria de estaño	50	50	50	50	50	50					
	Secundario (chatarra y residuos)	700	700	700	700	700	700					
	Oferta total	**2.638**	**2.718**	**2.799**	**2.883**	**2.970**	**3.059**					
Demanda	Condensadores	-	-	-	-	-	-					
	Químicos	-	-	-	-	-	-					
	Productos laminados	-	-	-	-	-	-					
	Carburos	-	-	-	-	-	-					
	Lingote	-	-	-	-	-	-					
	Otros	-	-	-	-	-	-					
	Demanda total	**2.587**	**2.664**	**2.744**	**2.827**	**2.911**	**2.999**					
	Balance de oferta y demanda	***52***	***53***	***55***	***57***	***58***	***60***					

Fuente: CRU Strategies

Desde 1970, es decir, un periodo de cuatro décadas, la demanda del tantalio ha crecido a una tasa general de sólo 4% anual. Hubo períodos cuando el crecimiento excedió esta tasa y períodos en que la demanda creció a un ritmo más lento.

El tantalio es un metal de alta tecnología, y según se mostró en la sección anterior, existen seis principales aplicaciones de uso final. Hemos examinado cada aplicación de uso final para las tendencias recientes y aplicado estas tendencias para determinar la demanda hasta 2018.

Después de 2018, hemos asumido que la demanda crecerá en un 3% anual, más la inflación del PIB, nos da una tasa de crecimiento efectiva de 4% a 5%. Esta tasa de crecimiento indica que la demanda del tantalio aumentará desde 1.700 toneladas en 2013 hasta casi 2.000 toneladas en 2018 y hasta sobre 3.000 toneladas hacia 2033. Este aumento en demanda de metal se traduce en un aumento en requerimientos del mineral de tantalita desde 3.310 toneladas en 2013 hasta 4.240 toneladas en 2018, y 8.000 toneladas hacia 2033. Existen dos minas importantes en cuidado y mantenenimiento, Greenbushes y Wodgina en Australia, que tienen una capacidad combinada de 1.200 toneladas anuales de tantalio. Esperamos que se reabran antes de 2017. Naturalmente, eso sucederá sólo si los precios son lo suficientemente altos.

En nuestros cálculos sobre costos marginales de producción a largo plazo, esperamos que los precios sean de alrededor US$163/lb Ta_2O_5, los cuales son considerablemente más altos que los precios actuales. Según nuestros cálculos para una mina nueva de tantalio típica y una mina existente que se encuentre en cuidado y mantención, creemos que los precios actuales para la tantalita a US$125/lb Ta_2O_5 son muy cercanos a los costos marginales para la industria. Para que la nueva capacidad adicional entre en funcionamiento, es necesario que los precios aumenten hasta un nivel de US$163/$Ta_2O_5$ antes de 2018 y US$218/lb Ta_2O_5 antes de 2033, según se muestra en la Figura siguiente.

Figura 12.10: Precio de tantalita, histórico y pronosticado, 2008- 2032 (USD$/lb pentóxido de tantalio)

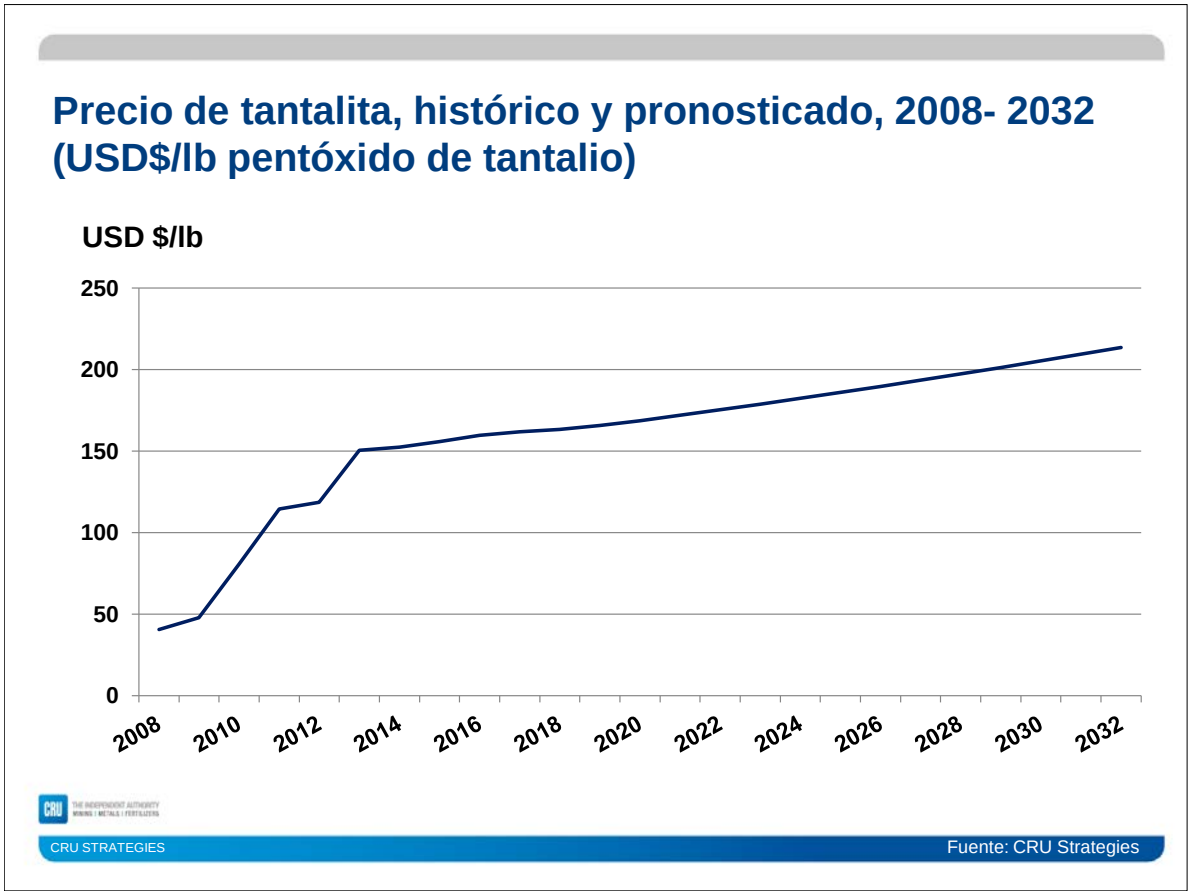


Tabla 12.13: Estimado costo marginal a largo plazo de Ta_2O_5 (toneladas)

Mina de coltán en el Oriente Medio/África, produciendo concentrados de Ta

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Costo a largo plazo (USD$/lb) pentóxido (a+b+c)	150,45	152,43	155,81	159,54	161,77	163,23	165,69	168,63	171,82	175,17

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Costo a largo plazo (USD$/lb) pentóxido (a+b+c)	178,63	182,18	185,81	189,51	193,30	197,16	201,10	205,12	209,22	213,40

Fuente: CRU Strategies

12.4.3.2 Balance pronosticado de mercado y proyecciones de precios de tantalio en el niobio en el largo plazo

En el caso del niobio, nuestra demanda prevista se ha basado en el crecimiento de la industria de acero mundial. Ha habido una buena correlación en el pasado entre el crecimiento de la producción de acero crudo y el incremento en las exportaciones y consumo del ferroniobio.

Tabla 12.14: Balance pronosticado del mercado de ferroniobio en el largo plazo (toneladas)

		Valores históricos								Forecast		
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Oferta	Pirocloro	203.300	213.500	225.000	251.200	285.500	286.100	290.800	280.000	240.993	252.050	262.031
	Colombio	40	80	180	335	300	128	128	120	100	100	100
	Mineral total	203.340	213.580	225.180	251.535	285.800	286.228	290.928	280.120	241.093	252.150	262.131
	Contenido de niobio	71.169	74.753	78.813	88.037	100.030	100.180	101.825	98.042	84.383	88.252	91.746
	Oferta total	**71.169**	**74.753**	**78.813**	**88.037**	**100.030**	**100.180**	**101.825**	**98.042**	**84.383**	**88.252**	**91.746**
Demanda	Ferroniobio	n/a	n/a	106.208	105.607	64.914	95.820	98.711	99.579	102.050	106.730	110.955
	Contenido de niobio requerido			74.346	73.925	45.440	67.074	69.098	69.705	71.435	74.711	77.669
	Productos especializados de Niobio	n/a	n/a	9.293	9.241	5.680	8.384	8.637	8.713	8.929	9.339	9.709
	Demanda total	**n/a**	**n/a**	**83.639**	**83.166**	**51.120**	**75.458**	**77.735**	**78.418**	**80.364**	**84.050**	**87.377**
	Balance de oferta y demanda	***n/a***	***n/a***	***-4.826***	***4.872***	***48.910***	***24.722***	***24.090***	***19.624***	***4.018***	***4.202***	***4.369***

		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Oferta	Pirocloro	269.402	278.973	286.701	292.383	300.809	305.453	309.785	313.520	317.196	320.842	323.863
	Colombio	100	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mineral total	269.502	279.023	286.701	292.383	300.809	305.453	309.785	313.520	317.196	320.842	323.863
	Contenido de niobio	94.326	97.658	100.345	102.334	105.283	106.908	108.425	109.732	111.019	112.295	113.352
	Oferta total	**94.326**	**97.658**	**100.345**	**102.334**	**105.283**	**106.908**	**108.425**	**109.732**	**111.019**	**112.295**	**113.352**
Demanda	Ferroniobio	114.075	118.105	121.355	123.760	127.327	129.292	131.126	132.707	134.263	135.806	137.085
	Contenido de niobio requerido	79.853	82.674	84.949	86.632	89.129	90.505	91.788	92.895	93.984	95.064	95.960
	Productos especializados de Niobio	9.982	10.334	10.619	10.829	11.141	11.313	11.474	11.612	11.748	11.883	11.995
	Demanda total	**89.834**	**93.008**	**95.567**	**97.461**	**100.270**	**101.818**	**103.262**	**104.507**	**105.732**	**106.947**	**107.954**
	Balance de oferta y demanda	***4.492***	***4.650***	***4.778***	***4.873***	***5.013***	***5.091***	***5.163***	***5.225***	***5.287***	***5.347***	***5.398***

		2027	2028	2029	2030	2031	2032
Oferta	Pirocloro	327.088	329.852	332.463	335.507	337.838	340.295
	Colombio	-	-	-	-	-	-
	Mineral total	327.088	329.852	332.463	335.507	337.838	340.295
	Contenido de niobio	114.481	115.448	116.362	117.428	118.243	119.103
	Oferta total	**114.481**	**115.448**	**116.362**	**117.428**	**118.243**	**119.103**
Demanda	Ferroniobio	138.450	139.620	140.725	142.014	143.000	144.040
	Contenido de niobio requerido	96.915	97.734	98.508	99.410	100.100	100.828
	Productos especializados de Niobio	12.114	12.217	12.313	12.426	12.513	12.604
	Demanda total	**109.029**	**109.951**	**110.821**	**111.836**	**112.613**	**113.432**
	Balance de oferta y demanda	***5.451***	***5.498***	***5.541***	***5.592***	***5.631***	***5.672***

Fuente: CRU Strategies

En los últimos tres años, a un nivel mundial entre 65 y 68 gramos de ferroniobio fueron consumidos por tonelada de producción de acero crudo. Nuestras estimaciones se han basado en el pronóstico de acero crudo a largo plazo hasta 2035 de CRU. El acero crudo mundial aumentará desde 1,57 mil millones de toneladas en 2013 hasta 1,87 mil millones de toneladas en 2018 y hasta 2,27 mil millones de toneladas en 2035. Esto llevará a un aumento en el consumo de ferroniobio desde 102.050 toneladas en 2013 hasta 121.000 toneladas en 2018 y 145.000 toneladas en 2035.

Hemos asumido que el porcentaje relativamente bajo de productos de niobio selectos (11%) permanecerá constante durante el período de pronóstico hacia el futuro.

Para producir este monto adicional de ferroniobio, se requerirá un aumento en la capacidad de extracción y fundición. Por lo tanto, hemos estimado los costos de capital y operacionales para una nueva mina en Sudamérica, por ejemplo en Brasil, y la capacidad adicional de fundición necesaria.

En términos de la extracción de la columbita, creemos que se requerirá un precio mínimo de US$17/lb Nb_2O_5 para atraer nueva inversión minera, precios muy similares a los actuales. En el caso de la inversión para fundición y de las tasas operativas, hemos modelado el costo de las ferroaleaciones para estimar el gasto de capital y los costos operacionales. Hemos inflado además los costos de acuerdo con nuestras predicciones sobre las tendencias en los precios de la energía térmica.

Establecer una serie apropiada de precios para el ferroniobio es bastante complejo, porque los precios de la colombita están citados en términos de libras de pentóxido, el cual tiene un contenido de 70% de niobio, mientras que los precios del ferroniobio se citan en términos de kilogramos de niobio. Aproximadamente 3,14 libras de columbita contienen 1 kilógramo de niobio, de modo que al calcular el precio necesario para respaldar tanto la inversión en extracción como la inversión en la fundición, el precio se debe basar en el costo del niobio y no del pentóxido.

En 2013, los precios de la columbita en términos de niobio fueron US$53/kg y el costo de capacidad adicional de fundición fue US$14,6/kg, lo cual nos da un costo marginal para la inversión en la capacidad de extracción y de fundición de US$67,6/kg Nb. Esto está considerablemente por encima de los precios actuales que bordean los US$40/kg Nb. El precio total del niobio, requerido para ambos tipos de instalaciones, ascendería a US$69/kg Nb en 2018 y a US$110/kg Nb antes de 2035.

Es probable que el problema respecto a la nueva inversión en niobio se origine en la necesidad de nuevas minas para abastecer la capacidad existente y adicional de fundición. De aquí proviene la presión sobre los costos cuando se establece el precio a largo plazo.

Figura 12.11: Precio de ferroniobio 65%, histórico y pronosticado, 2008-2032 (USD$/lb pentóxido de niobio)

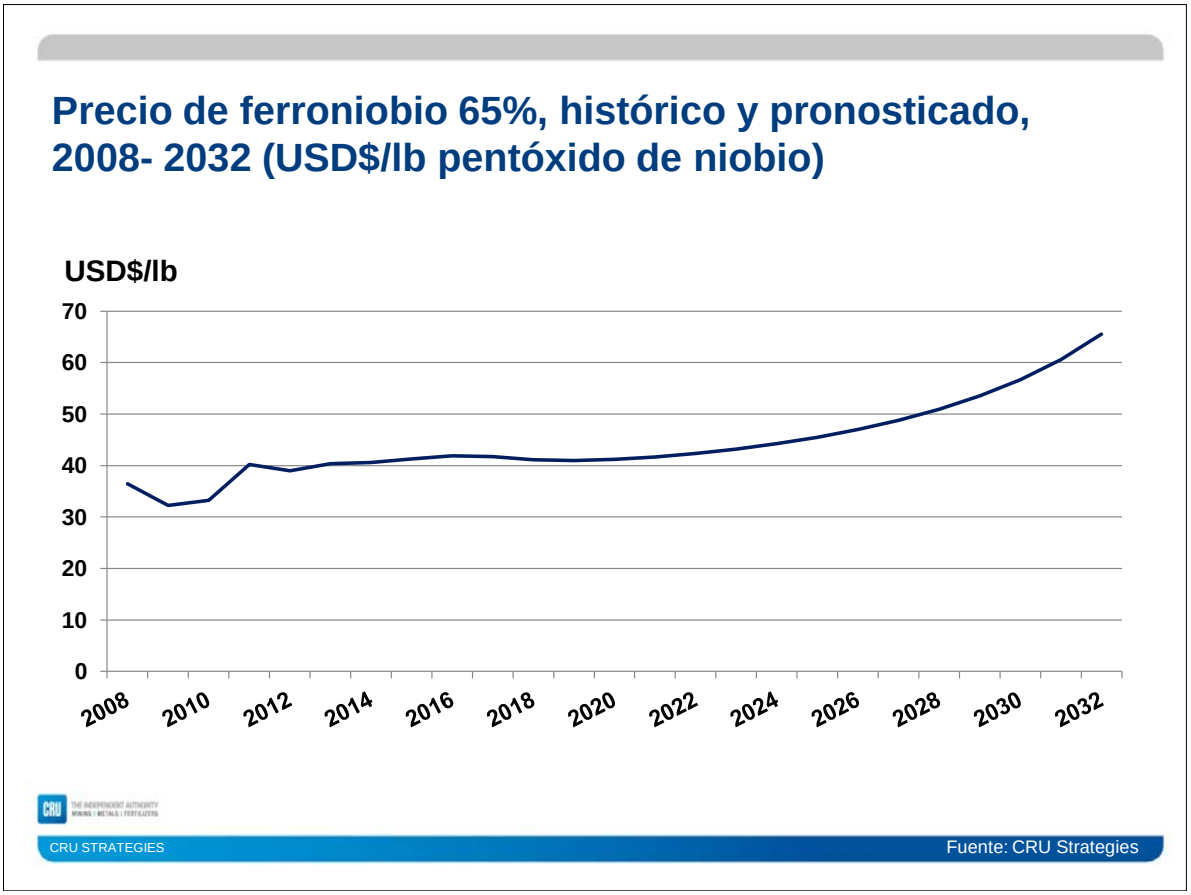


Tabla 12.15: Estimado costo marginal a largo plazo de Nb_2O_5 ($USD/lb)

Mina de niobio en Sudamérica produciendo concentrado de niobio

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Costo a largo plazo (USD$/lb) pentóxido (a+b+c)	16,74	16,96	17,35	17,78	18,05	18,21	18,49	18,81	19,17	19,54

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Costo a largo plazo (USD$/lb) pentóxido (a+b+c)	19,92	20,32	20,72	21,13	21,55	21,98	22,41	22,86	23,31	23,78

Fuente: CRU Strategies

12.5 Análisis competitivo de la industria en Colombia

12.5.1 Modelamiento de las cinco fuerzas de Porter y atractivo de la industria

Para entrar en el mercado de niobio y tantalio es importante entender si el mismo presenta un atractivo *per sé*. El modelamiento de las cinco fuerzas de la competitividad de Porter ayuda a abordar este punto y se ilustra a continuación.

Tabla 12.16: Modelo de las cinco fuerzas de Porter

Fuerza	Observaciones
Riesgo de sustitución MEDIO-BAJO	● En este momento no existen sustitutos comparables para el niobio, ya que sus usos son muy específicos y, a menudo la sustitución involucra un costo adicional o una pérdida de rendimiento. ● En cuanto al tantalio, existen sustitutos, por ejemplo se puede utilizar aluminio o cerámicas en condensadores, pero igual que el niobio, pero la sustitución, igual que el niobio, involucra un costo adicional o una pérdida de rendimiento.
Barreras de entrada MEDIAS-ALTAS	● El desarrollo y explotación de un yacimiento de coltán require un alto nivel de capital. ● Ambos minerales tienen ocurrencia baja en la naturaleza ● El procesamiento del coltán para obtener los metales de niobio y tantalio es muy complicado y requiere unos conocimientos técnicos muy especializados. ● Es una industria altamente concentrada, dominada por un puñado de empresas, la mayoría con un alto nivel de integración vertical, y que pueden influir el precio
Poder proveedores MEDIO	● Las operaciones mineras están limitadas por la ubicación geográfica de los yacimientos, por eso tienen que aceptar el costo del mano de obra, la energía, los consumibles etc. del país donde se encuentra la operación. ● El *boom* minero en muchos países ha impactado en la disponibilidad y altos costos de servicios y suministros fundamentales para la actividad minera, incluyendo a profesionales y expertos de la industria. ● Sin embargo, la mayoria de las mineras consumen cantidades grandes de energía, mano de obra y consumibles, lo cual les permite negociar el precio de los suministros.
Poder clientes MEDIO-ALTO	● En el caso del metal de niobio, la cadena de suministro, desde el mineral hasta un producto refinado o selecto, está casi completamente integrado y dominado por dos compañías:, CBMM de Brasil y Niobec de Canadá. ● En el caso del metal de tantalio los clientes son los procesadores del mineral. La fijación de precios y el poder del mercado corresponden a alrededor de 4 procesadores fuertemente posicionados. ● La minería no integrada está altamente expuesta al riesgo de precios de productos.
Rivalidad de la industria MEDIA-BAJA	● El mercado está dominado por un par de mineras grandes. ● La competencia se puede caracterizar como baja, dada la concentración del mercado. ● Ambos minerales tienen ocurrencia baja en la naturaleza y por ello la escasez de jugadores relevantes en la industria.

Fuente: CRU Strategies

CRU opina que el coltán no presenta un contexto atractivo para Colombia, ya que es una industria altamente concentrada, dominada por un puñado de empresas, la mayoría con un alto nivel de integración vertical, y que pueden influir en el precio. Además, el procesamiento del mineral para obtener los metales de niobio y tantalio es altamente complejo y requiere de conocimientos técnicos muy especializados.

Por otro lado, en este momento no existen sustitutos comparables para el niobio, ya que sus usos son muy específicos y, a menudo la sustitución involucra un costo adicional o una pérdida de rendimiento. Además, el uso principal del niobio es en la construcción de varios medios de transporte, las cuales respaldarán su demanda a largo plazo. En cuanto al tantalio, existen sustitutos, por ejemplo se puede utilizar aluminio o cerámicas en condensadores, pero al igual que el niobio, la sustitución involucra un costo adicional o una pérdida de rendimiento. Los condensadores hechos con tantalio tienen la ventaja de ser pequeños y ligeros, de modo que mucha de la demanda proviene de los dispositivos electrónicos de mano. A largo plazo se espera que el deseo de tener dispositivos cada vez más pequeños y ligeros sostenga la demanda de tantalio. Sin embargo, al menos que los recursos colombianos sean significativos, es poco probable que Colombia sea capaz de competir con el niobio de Brasil, el mayor productor de niobio del mundo.

12.5.2 Dotación de recursos de Colombia y su posición competitiva

12.5.2.1 Producción histórica de coltán (tantalio y niobio) en Colombia

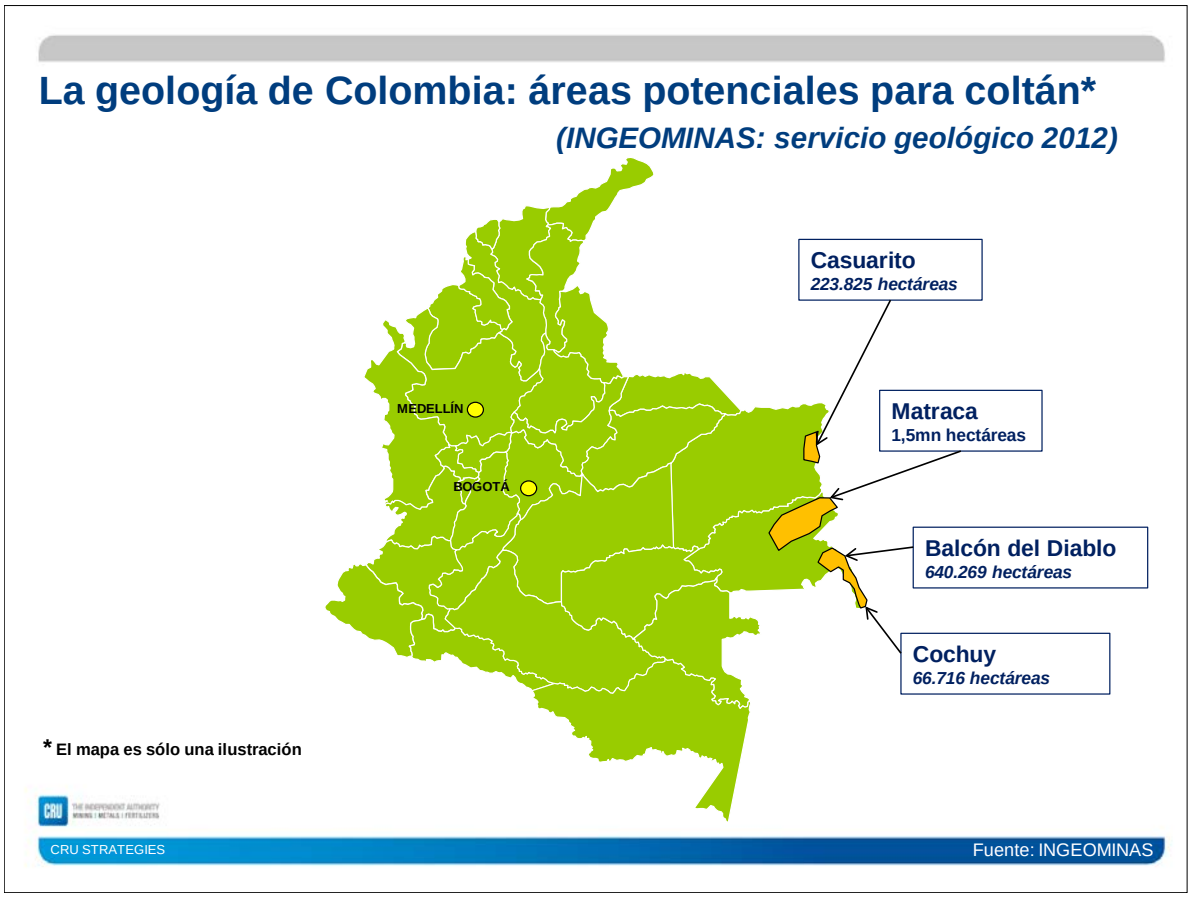
Colombia nunca ha producido tantalio y niobio a escala industrial, sin embargo hoy en día existen varios grupos indígenas en los Departamentos de Guainía y Vichada que extraen artesanalmente el coltán. Dado que son minerales de alto valor, muchos opinan que se requieren medidas urgentes para que este mineral estratégico sea controlado por el Estado. Es necesario evitar que termine siendo un estímulo para los grupos ilegales que han dominado los territorios amazónicos de Colombia en el pasado.

12.5.2.2 Reservas y recursos

Contamos con muy poca información sobre la naturaleza de los recursos del coltán en Colombia. A partir de una breve descripción de un boletín emitido por el Servicio Geológico Colombiano en febrero de 2012, tenemos entendido que los yacimientos de coltán que han sido identificados cerca de la frontera venezolana en los departamentos de Guainía y Vichada, parecen estar asociados con granitos alcalinos y rocas sienitas. Si este es el caso, es probable que sean más ricos en niobio que en tantalio.

Venezuela, que también posee de recursos de tantalio y niobio al otro lado de la frontera, militarizó los yacimientos al momento de ser descubiertos.

Figura 12.12: La geología de Colombia: áreas potenciales para coltán



Esto indica que, a menos que los yacimientos sean extraordinarios y tengan una base de recursos de más de mil millones de toneladas a una ley de 2,5% de Nb_2O_5, es poco probable que puedan competir con el poder de mercado de CBMM en Brasil.

12.5.2.3 Proyectos de coltán en Colombia

Como se ha mencionada anteriormente, no existen operaciones a escala industrial de tantalio y niobio dentro de Colombia. Sin embargo, varias mineras tienen concesiones en los Departamentos de Guainía y Vichada.

La empresa IBUT NITI S.A.A. tiene alrededor de 20 concesiones en el Corregimiento Departamental de Pana Pana, Departmento de Guainia, algunas de las cuales son para tantalio y niobio. Actualmente la empresa está realizando trabajos para ver si la explotación de los yacimientos sería económicamente viable.

Otras empresas que poseen de concesiones mineras para tantalio y niobio son: Colombian Strategical Minerals, Maple Minerals Exploration and Development Inc., Extracción y comercialización minera en la selva colombiana S.A y Leyhat Colombia Sucursal S.A.

12.5.3 Principales competidores y posición competitiva de Colombia

El principal competidor potencial de Colombia es Brasil, el mayor país productor de ferroniobio y tantalio del mundo. Como se pudo observar en el análisis (Tabla 12.5), hoy en día Colombia no tiene importancia en términos de recursos conocidos de niobio y tantalio – y es muy probable que los recursos que tiene no le permitan ser uno de los productores más importantes del mundo.

No obstante, el gobierno colombiano está trabajando intensamente en promover a Colombia como un país minero, más específicamente en relación a 11 minerales estratégicos, uno de los cuales es el coltán. Además, el Servicio Geológico Colombiano, basándose en el conocimiento del subsuelo del país, ha identificado las áreas de mayor potencial de alojamiento de minerales estratégicos con el fin de delimitar las Áreas Especiales de Reserva Estratégica, contempladas en la ley del Plan Nacional de Desarrollo.

Un reto para potenciales operaciones de coltán es su ubicación en sitios alejados de la red ferroviaria y los puertos. Las zonas con potencial más alto de coltán están ubicadas en los Departamentos del Vichada y Guainía, en la frontera con las Repúblicas de Venezuela y Brasil.

El transporte desde los Departamento del Vichada y Guainía hacia un puerto es complicado ya que no cuentan con una conexión ferroviaria y están a unos 1.000km de distancia del mar. Otro factor que podría complicar el transporte del coltán es el hecho de que algunos yacimientos, como se ha mencionado anteriormente, son radioactivos, una consecuencia de la mezcla de minerales contenidos.

Tabla 12.17: Ventajas y desventajas competitivas de Colombia

Ventajas competitivas	● Colombia tiene recursos geológicos de coltán. ● Suficiente energia para alojar potenciales plantas de fundición y refinación, ya que para competir con las empresas establecidas es necesario tener una operación integrada.
Desventajas competitivas	● El país no cuenta con un potencial estimado ni registros de reservas según normas internacionales. ● A menos que los recursos colombianos sean significativos, es poco probable que Colombia sea capaz de competir con el niobio de Brasil. ● Las reservas estratégicas de coltán están todos en el oeste del país, lejos del la red ferroviaria y portuaria existente.

Fuente: CRU Strategies

RESUMEN

- Podemos concluir que el coltán no es un *commodity* atractivo para la industria Colombia. Es una industria altamente concentrada, dominada por un puñado de empresas, la mayoría con un alto nivel de integración vertical, y que pueden influir en el precio. Además, el procesamiento del mineral para obtener los metales de niobio y tantalio es muy complicado y requiere unos conocimientos técnicos muy especializados. Por lo tanto, a menos que los recursos colombianos sean significativos, es poco probable que Colombia sea capaz de competir con la industria de niobio de Brasil.
- Colombia posee una desventaja competitiva en relación a la disponibilidad de información ya que el país no cuenta con registros de reservas, y esto dificulta el análisis de potenciales inversionistas. Se podría invertir en una extensa investigación de recursos minerales, quizás con la ayuda de algunas de las grandes compañías mineras o de exploración interesadas en conocer la riqueza mineral del país.
- Por otro lado, en este momento no existen sustitutos comparables para el niobio, ya que sus usos son muy específicos y, a menudo la sustitución involucra un costo adicional o una pérdida de rendimiento. Además, su uso principal es en la construcción de varios medios de transporte, las cuales respaldarán su demanda a largo plazo. En cuanto al tantalio, existen sustitutos, por ejemplo se puede utilizar aluminio o cerámicas en condensadores, pero igual que el niobio, pero la sustitución, igual que el niobio, involucra un costo adicional o una pérdida de rendimiento. Los condensadores hechos con tantalio tienen la ventaja de ser

pequeños y ligeros, de modo que mucha de la demanda proviene de los dispositivos electrónicos de mano. A largo plazo se espera que el deseo de tener dispositivos cada vez más pequeños y ligeros sostenga la demanda de tantalio.

- Es difícil analizar la cadena de valor del niobio, debido al hecho de que casi todo el ferroniobio producido procede de operaciones integradas, por lo tanto es difícil poner un número al valor agregado cuando el concentrado se convierte en un ferroaleación. En el caso de tantalio es algo más fácil determinar el valor agregado: la diferencia en los precios del concentrado de tantalio (Ta_2O_5) y del producto refinado, el polvo de tantalio, indicaría un aumento de valor de alrededor de un 50%.

ANEXO – Combustible a partir de carbón líquido

1. Introducción

Esta sección ha sido agregada al informe “Estudio para caracterizar el mercado nacional e internacional de los mercados estratégicos” como respuesta a la petición realizada por la UPME durante la sociabilización del Capítulo 11 - Mercado del Carbón.

A continuación se presentará de manera breve el mercado del carbón líquido y su funcionamiento a nivel global.

2. Tecnología de carbón líquido y sus productos

El carbón, además de ser utilizado en el procesamiento del acero y en la generación de energía, puede ser utilizado como el principal insumo utilizado por la tecnología conocida como CTL (*coal-to-liquid*). Los productos obtenidos a partir de esta tecnología incluyen:

- Diesel sintético
- Petróleo sintético
- Ceras sintéticas
- Lubricantes

Como combustible, el diesel y el petróleo sintético generados tienen una combustión más limpia que los combustibles convencionales al no emitir sulfuros y al liberar al ambiente menores niveles de óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono y material particulado.

3. Procesamiento

De manera general, los métodos existentes a través de los cuales se puede obtener combustibles desde carbón líquido se clasifican en dos:

- **Licuefacción directa:**
  El carbón es disuelto con la ayuda de un solvente y luego sometido a una alta presión y temperatura, en presencia de gas de hidrógeno y un catalizador. El producto líquido obtenido es de una baja calidad y requiere ser refinado para obtener un combustible de calidad superior.
- **Licuefacción indirecta:**
  Consiste en una serie de pasos. Primero se debe gasificar el carbón para producir gas de síntesis (combustible gaseoso con cantidades variables de monóxido de carbono e hidrógeno). Luego el gas de síntesis es refinado en presencia de un catalizador a través del proceso Fischer-Tropsch, obteniéndose un producto limpio y de alta calidad.

4. Consumo de carbón para producción de carbón líquido

El uso de combustible proveniente del carbón líquido es particularmente beneficioso para aquellos países que dependen en gran medida de las importaciones de petróleo y que tienen reservas de carbón considerables. Históricamente, el carbón líquido fue utilizado durante la Segunda Guerra Mundial por Alemania ya que el país no tenía suficiente acceso a petróleo durante esa época. Compañías internacionales de petróleo también han experimentado con la producción de combustible de carbón líquido desde entonces, dejándolo de lado debido a que el petróleo es más barato.

Actualmente la única planta de carbón líquido comercial a nivel mundial está en Sudáfrica en la ciudad de Secunda, y es propiedad de la compañía Sasol. En el momento de su instalación, las plantas de carbón líquido fueron subsidiadas por el gobierno debido al relativo aislamiento internacional del país durante el *apartheid* y a los altos precios del petróleo durante los años 70. Hoy en día, la planta de Sasol procesa cerca de 120.000 toneladas de carbón local al día, produciendo aproximadamente 150.000 barriles de combustible sintético al día. Alrededor del 30% del combustible anual consumido en Sudáfrica proviene de esta fuente.

La segunda mayor planta de carbón líquido fuera de Sudáfrica está instalada en China, en la región de Mongolia Interior, y pertenece al Shenhua Group. Esta planta produce cerca de 22.200 barriles de combustible sintético al día a partir de carbón extraído localmente.

En general, la generación de carbón líquido tiene sentido sólo cuando los precios del petróleo están a más de US$40-50/barril (aproximadamente) y se cuenta con recursos de carbón procesables. La inversión en tecnología necesaria para instalar una planta es bastante alta, por lo que se requiere de un escenario de altos precios del petróleo por un tiempo prolongado para que valga la pena realizar la inversión.

5. Carbón líquido en Colombia

Recientemente se confirmó el acuerdo entre Colombia y Corea del Sur para llevar a cabo el diseño, construcción y puesta en marcha de una planta experimental de carbón líquido en La Guajira. Con esto se buscar lograr abrir un nuevo mercado para el carbón colombiano, el cual podría ser utilizado

como materia prima para la producción de carbón líquido y otros varios productos resultantes del procesamiento de éste.

En este caso, la demanda de carbón por parte de la planta de carbón líquido estaría determinada por una serie de factores específicos al proyecto que se quiere poner en marcha. La capacidad de la planta, la tecnología utilizada, el tiempo que demore en ser construida, en entrar en marcha y en alcanzar su capacidad total son todas variables que podrían afectar el mercado interno del carbón en Colombia. La magnitud de estos efectos dependerá, como se dijo anteriormente, de las especificaciones del proyecto.