

Elaborar los modelos nacionales de oferta y demanda, y balance de minerales, analizando los escenarios minerales del país y estableciendo proyecciones de oferta y demanda de minerales en el corto, medio y largo plazo (a 2035)

Documento extenso completo



Este informe fue producido como un esfuerzo conjunto entre la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) y la Unión Temporal EY- JTBOYD dentro del proyecto para 'Elaborar los modelos nacionales de oferta y demanda, y balance de minerales, analizando los escenarios minerales del país y estableciendo proyecciones de oferta y demanda de minerales en el corto, medio y largo plazo (a 2035) para 18 minerales'

La información contenida en las siguientes páginas fue preparada para dar respuesta a requerimientos específicos en función del contrato asociado al proyecto referenciado, de modo que responde a un contexto y un alcance determinado, con lo cual EY y JTBOYD limitan su responsabilidad ante la interpretación y el uso que terceros puedan darle a esta información.

La divulgación y reproducción de este material, ya sea en forma parcial o total, será discrecional de la UPME como propietaria del mismo. Sin embargo, la modificación, transformación o manipulación del contenido queda expresamente prohibido salvo previa consulta, autorización y curaduría de los autores.

Si bien el trabajo que a continuación se presenta fue desarrollado bajo rigurosas condiciones técnicas, la Unión Temporal no garantiza la exactitud de ningún dato, supuesto, pronóstico u otra declaración prospectiva.

Tabla de contenido

- 1** Introducción
- 2** **Capítulo 1.** Actualización de los escenarios mineros para el país
- 3** **Capítulo 2.** Balance Nacional de minerales
- 4** **Capítulo 3.** Modelos de oferta y demanda nacional
- 5** Recomendaciones



Introducción



En el marco del proyecto para para 'Elaborar los modelos nacionales de oferta y demanda, y balance de minerales, analizando los escenarios minerales del país y estableciendo proyecciones de oferta y demanda de minerales en el corto, medio y largo plazo (a 2035) para 18 minerales' se desarrollaron y entregaron a la UPME seis productos los cuales se presentan de manera consolidada en el siguiente documento.

- **Producto 1.** Metodología y plan de trabajo detallado
- **Producto 2.** Actualización de los escenarios mineros para el país
- **Producto 3.** Elaboración del Balance Nacional de minerales
- **Producto 4.** Modelos de oferta nacional
- **Producto 5.** Modelos de demanda nacional
- **Producto 6.** Socialización y presentación de la información en el Sistema de Información Minero Colombiano SIMCO.

El último producto podrá consultarse en el portal web SIMCO <http://www1.upme.gov.co/simco/Paginas/default.aspx>

El alcance del proyecto corresponde a la análisis de 18 minerales:

- | | |
|------------------------------|-------------------------|
| □ Oro | □ Aluminio – bauxita |
| □ Platino | □ Cromo |
| □ Cobre | □ Manganeso |
| □ Minerales de fosfato | □ Plata |
| □ Minerales de magnesio | □ Níquel |
| □ Carbón metalúrgico | □ Esmeraldas |
| □ Carbón térmico | □ Arenas silíceas |
| □ Hierro | □ Estaño |
| □ Coltán – niobio y tantalio | □ Wolframio – tungsteno |



CAPITULO 1.

Escenarios Mineros para Colombia a 2035



Contenido

- 01** ● Introducción
- 02** ● Contexto sector minero
- 03** ● Metodología
- 04** ● Fuerzas motoras
- 05** ● Marco de los escenarios
- 06** ● Descripción escenarios
- 07** ● Recomendaciones



● Introducción

El presente documento hace parte de los resultados del proyecto “Elaborar los modelos nacionales de oferta y demanda, y balance de minerales, analizando los escenarios mineros y estableciendo proyecciones de oferta y demanda de minerales en el corto, mediano y largo plazo (a 2035)”. El proyecto se compone de cuatro entregables:

- **Producto 1.** Metodología y plan de trabajo detallado
- **Producto 2.** Actualización de los escenarios mineros para el país
- **Producto 3.** Elaboración del Balance Nacional de minerales
- **Producto 4.** Modelos de oferta nacional
- **Producto 5.** Modelos de demanda nacional
- **Producto 6.** Socialización y presentación de la información en el Sistema de Información Minero Colombiano SIMCO

El alcance del proyecto corresponde a la análisis de 18 minerales:

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Oro | <input type="checkbox"/> Aluminio – bauxita |
| <input type="checkbox"/> Platino | <input type="checkbox"/> Cromo |
| <input type="checkbox"/> Cobre | <input type="checkbox"/> Manganeso |
| <input type="checkbox"/> Minerales de fosfato | <input type="checkbox"/> Plata |
| <input type="checkbox"/> Minerales de magnesio | <input type="checkbox"/> Níquel |
| <input type="checkbox"/> Carbón metalúrgico | <input type="checkbox"/> Esmeraldas |
| <input type="checkbox"/> Carbón térmico | <input type="checkbox"/> Arenas silíceas |
| <input type="checkbox"/> Hierro | <input type="checkbox"/> Estaño |
| <input type="checkbox"/> Coltán – niobio y tantalio | <input type="checkbox"/> Wolframio – tungsteno |

Este documento tiene como fin presentar el desarrollo del producto 2. Actualización de los escenarios mineros para el país.

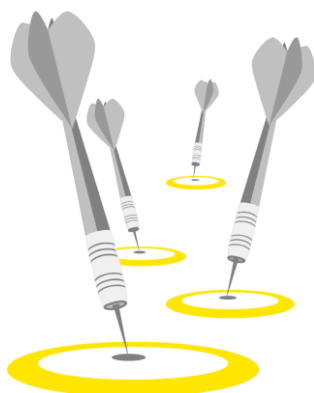
Este capítulo tiene como objetivo presentar las secciones principales que componen el presente informe y dar una introducción conceptual al uso de escenarios.



Descripción del presente documento

Las secciones principales que componen este informe son:

- **Contexto.** Presenta una descripción general del estado actual del sector minero a nivel internacional y nacional.
- **Metodología.** En esta sección se presenta la metodología que se siguió para la construcción de los escenarios mineros a 2035.
- **Fuerzas motoras.** Comprende el proceso de identificación de las fuerzas motoras, así como su categorización en variables críticas.
- **Marco de escenarios.** Describe los estados extremos de las variables críticas identificadas previamente, sobre los cuales los escenarios van a estar limitados.
- **Descripción de escenarios.** Se presenta la descripción, el estado de las variables críticas y las implicaciones principales para cada uno de los escenarios mineros para Colombia a 2035.
- **Recomendaciones preliminares.** Se presentan recomendaciones iniciales acerca de posibles acciones a tomar por la institucionalidad en relación a oportunidades y/o amenazas identificadas a partir de los escenarios.
- **Conclusiones.** Presenta las principales conclusiones alrededor de la elaboración de los escenarios mineros de Colombia a 2035.



¿Qué son los escenarios y por qué se utilizan?

Los escenarios son historias acerca del futuro. Estos representan historias acerca del contexto del futuro que son relevantes, plausibles, desafiantes y divergentes (Foro Económico Mundial, 2010).

Estos escenarios parten de imaginar los posibles futuros que se podrían llegar a producir, permitiendo identificar esas fuerzas que generan puntos de quiebre que al final se pueden consolidar en un número limitado de escenarios plausibles, como se muestra en la siguiente gráfica.

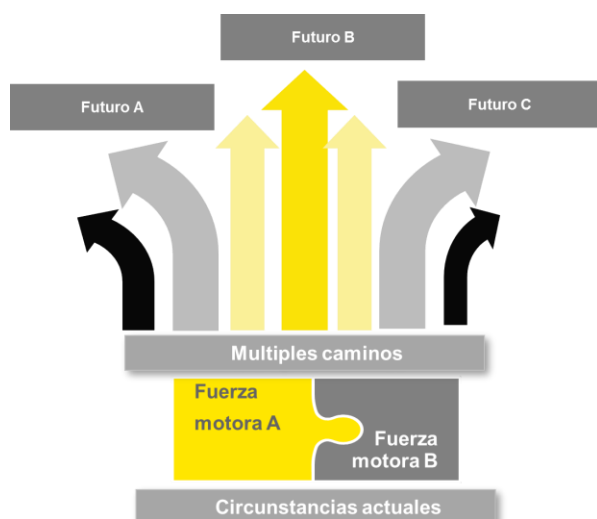


Figura 1. Pensamiento de escenarios (Foro Económico Mundial, 2010)

El desarrollo de escenarios representa una herramienta estratégica poderosa que puede ser usada en el sector privado, público, sectores sin ánimo de lucro o en un contexto de múltiples grupos de interés. Los escenarios proveen a los tomadores de decisión información importante acerca de potenciales riesgos y oportunidades que les permitan tener una cierta anticipación al futuro (Foro Económico Mundial, 2010).

Los escenarios no son empleados para predecir el futuro con total certeza, más bien son un mecanismo que sirve para comprenderlo mejor (J. Schmalbach et al, 2010).

El Foro Económico Mundial asegura que un buen escenario debe ser plausible, desafiante y rigurosamente construido para proporcionar a los grupos interesados preguntas críticas que ayuden en la toma de decisiones (Foro Económico Mundial, 2010).

Kees Van Der Heijden postula 5 criterios en el desarrollo de escenarios (J. Schmalbach et al, 2010) :

- ✓ Al menos dos escenarios son requeridos para reflejar la incertidumbre
- ✓ Cada escenario debe ser plausible
- ✓ Los escenarios deben ser internamente consistentes
- ✓ Los escenarios deben ser relevantes
- ✓ Los escenarios deben producir una nueva y original perspectiva

Algunas ventajas de la utilización de la planeación de escenarios son:

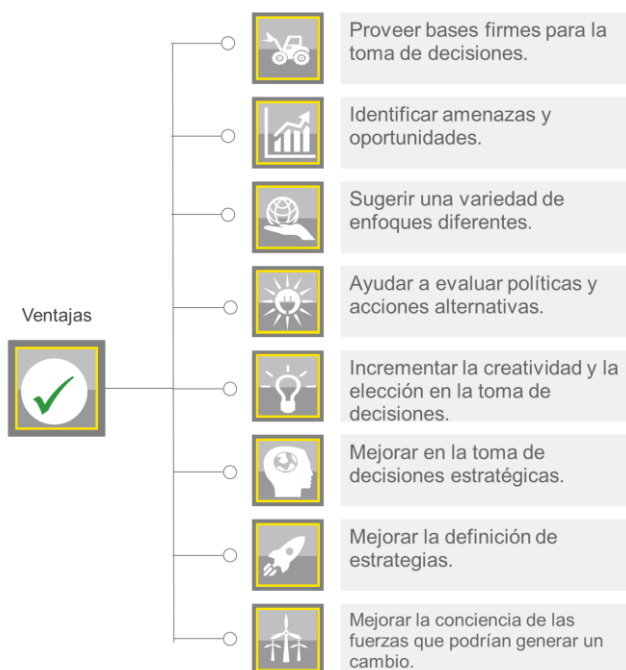


Figura 2. Ventajas de la planeación por escenarios. Elaboración propia con base al Foro Económico Mundial y J. Schmalbach et al.

La planeación por escenarios no se acaba cuando los escenarios son diseñados, por lo que deben establecerse indicadores que permitan detectar si un escenario se está haciendo realidad. En una entidad, institución u organización, los escenarios deben desarrollarse para estudiar los factores de una situación, establecer algo que podría ocurrir e imaginar varios caminos que podrían desarrollarse y la secuencia de pasos que deben seguirse (J. Schmalbach et al, 2010).



● Contexto



Para un cabal entendimiento de los escenarios mineros que se diseñaron, es preciso considerar el contexto en el cual se adelanta la actividad minera y, de alguna manera, dimensionar la infinidad de variables que pueden estimular o limitar el desarrollo del sector.

También resulta necesario entender los procesos mineros y la forma como se desarrolla la actividad, de manera que resulten claras las diferencias entre los diferentes tipos de minería: minería de subsistencia, minería de pequeña escala, de mediana escala y gran minería.

La interrelación entre la minería y las características del entorno que la rodea definen grandemente su factibilidad. Es necesario que los análisis que se adelanten con el fin de comprender las características que tendrá la industria en el futuro, incluyan las implicaciones que la vinculan con el medioambiente, las comunidades que afecta, los mercados de minerales, los avances tecnológicos, los condicionamientos legales y los compromisos tributarios.

Si bien los aspectos del entorno que se han mencionado afectan a la totalidad de la minería como sector de la economía, al abordar la comprensión de las características futuras de la explotación de cada mineral en forma independiente, se detectan condiciones particulares que afectan solamente a uno, o a unos pocos, de los minerales incluidos en el alcance del proyecto y acerca de los cuales, en los productos 4 y 5, correspondientes a un entregable posterior, se formularán modelos de proyección de la oferta y demanda en el corto, mediano y largo plazo (a 2035).

Este capítulo se desarrolla con el fin de introducir una visión general de las variables desde las perspectivas global, nacional y territorial entendidas como el contexto en el que se adelanta la actividad minera.



1

Contexto Internacional

La minería es uno de los sectores productivos más importantes de la economía mundial, ya que brinda, entre otras cosas, productos cotidianos necesarios para el desarrollo de las actividades diarias. La actividad minera contribuye con el crecimiento económico, crea empleo directo e indirecto y genera rentas para la sociedad.

Los fundamentos económicos de la oferta y la demanda mundial, además de los efectos especulativos en el mercado de minerales, juegan un rol importante en la formación de precios de los productos mineros. Las materias primas se pueden negociar a precios spot y a precios futuros en los mercados financieros internacionales, siendo las principales plazas bursátiles Reino Unido, Estados Unidos y China.

China es la economía que ha consumido más minerales en los últimos 15 años. El proceso de industrialización y el crecimiento económico de China impulsó la demanda de minerales durante ese período, lo que se tradujo en el incremento sostenido del nivel de precios entre 2003 a 2011, alcanzando máximos históricos. Esta tendencia positiva condujo a un fuerte flujo de capitales hacia los países exportadores netos de minerales.

Los precios recientes de los minerales y metales incluidos en las estadísticas del Banco Mundial se muestran en la siguiente tabla en dólares nominales:

Materias primas	Unidad	2014	2015	2016	2017
Carbón, Australia	\$/mt	70,1	57,5	65,9	88,4
Roca fosfórica	\$/mt	125	131	126	97
Aluminio	\$/mt	1.867	1.665	1.604	1.968
Cobre	\$/mt	6.863	5.510	4.868	6.170
Minerales de hierro	\$/dmt	97,0	55,9	58,4	71,8
Níquel	\$/mt	16.893	11.863	9.595	10.410
Estaño	\$/mt	21.899	16.067	17.934	20.061
Oro	\$/toz	1.266	1.161	1.249	1.258
Plata	\$/toz	19,1	15,7	17,1	17,0
Platino	\$/toz	1.384	1.053	987	948

Tabla 1. Precios de los materias primas. Tomado del Banco Mundial.

Para entender en retrospectiva el contexto global de la minería y su efecto sobre la industria es bueno traer a colación una corta historia sobre la evolución de los precios de los minerales tal como la relatan Tamayo, Jesús; et al, 2017. La industria de la minería en el Perú: 20 años de contribución al crecimiento y desarrollo económico del país. Osinergmin. Lima-Perú.

“En principio, según Custodio y Huerga (2000), las dos crisis del petróleo de 1972 (consecuencia de la guerra del Yom Kippur) y de 1980 (caída del Sha de Irán y posteriores sucesos) ocasionaron un crecimiento histórico en el precio del crudo (sobre todo en 1980), lo que provocó una recesión económica y la consecuente menor demanda de materias primas, la sobreoferta de metales y, por lo tanto, la disminución de sus precios. Solo los precios de los metales preciosos mantuvieron cotizaciones altas, lo que incrementó la explotación y producción de oro; y se incrementaron los inventarios de metales con bajos precios por parte de las economías planificadas, como se evidenció en los menores precios del arsénico metálico en 1985 por la superproducción China.

Según Dammert y Molinelli (2007), en la década de los noventa, la búsqueda de mayores márgenes mediante las economías de escala en la producción originó una serie de adquisiciones y fusiones de empresas mineras, con el consiguiente incremento de la oferta minera, presionando a la baja los precios. Los efectos de esta presión fueron contrarrestados por el incremento de la demanda de metales. En este periodo la tasa de crecimiento de la demanda de metales superó el ritmo de crecimiento del PIB mundial. En consecuencia, los precios se mantuvieron constantes con niveles de crecimiento fluctuantes durante la década de los noventa.

En 1997, la Crisis Asiática afectó el equilibrio de los precios de los metales. El mundo se sumergió nuevamente en una recesión mundial. La especulación y la incertidumbre fueron características principales de este periodo. La disminución de la inversión extranjera directa generó la paralización de proyectos de inversión minera (Dammert y Molinelli, 2007).

Por otra parte, según Erten y Ocampo (2012), entre 2003 y 2008 se produjo un auge de precios de metales sin precedentes en su duración y magnitud: los precios reales de la energía y los metales se duplicaron. Humphreys (2010 citado en Lagos 2010), identifica tres factores determinantes de este incremento: 1) la larga duración y fuerza del boom, 2) la naturaleza del crecimiento, explicada por el incremento en participación del crecimiento mundial por parte de los países en desarrollo; y 3) restricciones de oferta, debido a que los precios bajos y la desconfianza de los inversionistas generaron una renuencia a invertir en el incremento de la capacidad operativa.

Por otra parte, el FMI (2014) comenta que los precios de las materias primas aumentaron de manera abrupta desde mediados de 2000. La tasa de crecimiento de precios de materias primas para países exportadores de América Latina y El Caribe pasó a ser positiva en 2003 y alcanzó niveles elevados hasta 2011 (con excepción de 2009), por lo que se refiere a los años 2003-2011 como el periodo del boom de las materias primas, en especial para la región.

Desde 2012 a la fecha, los precios de los metales se encuentran en proceso de corrección, siendo la causa principal la disminución de la demanda de China, dado que se encuentra en un proceso de moderación de su economía. Entre 2011 y 2015, el índice de precios de materias primas del FMI (2016b) cayó 34%, tras subir 323% en el periodo 2002-2011."

En referencia con la visión de los inversionistas de capital y su apreciación del sector como destino de sus aportes de riesgo, el mundo se ha visto afectado en los últimos años por diversos factores, tal como se explica en el Informe Internacional sobre fusiones, adquisiciones y financiamiento en el sector minero presentado por EY, donde se identifica una tendencia en la disminución de las inversiones relacionadas con el sector desde 2013 (Frik Els, 2016).

De acuerdo con este informe, el capital recaudado durante el tercer trimestre del año 2016 fue de US \$49.9 millardos, con una disminución del 17% desde US \$60 millardos en el segundo trimestre del año. Incluso las inversiones de capital disminuyeron en 3% hasta US \$172.2 millardos en los primeros nueve meses del año comparado con el mismo período en 2015. Según este Informe, "todavía hay un largo camino por recorrer antes de que veamos un retorno de capital del riesgo significativo al sector. La actual mejoría de los precios de algunas de las materias primas, como por ejemplo, el carbón, no corresponden al retorno de un ciclo alto, por lo cual los mercados y los gobiernos deben ser prudentes en pensar que se trata de una bonanza, y por el contrario estos últimos deben prepararse con responsabilidad y diligencia para mejorar el aporte fiscal del sector minero" (Ernst & Young, 2016)

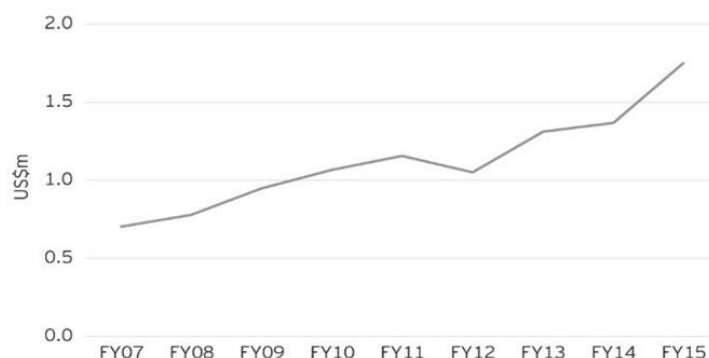


Figura 3 . Promedio de volúmenes tranzados en los mercados globales (Ernst & Young, 2016).

No obstante, esta disminución en la inversión no refleja necesariamente empeoramiento de las condiciones en el sector ya que la disminución podría indicar una mejoría en los precios de las materias primas durante los dos últimos trimestres, por lo que se habría disminuido la necesidad de refinanciación.

Consistente con las tendencias de los últimos años, ha habido relativamente poco capital obtenido a través de los mercados de acciones, lo que representa sólo el 14% de los ingresos totales del sector.

Es importante aclarar que este comportamiento de la inversión en el sector minero entre el 2007 -2015 es consistente para todo el mercado accionario. Los mercados han sido fuertemente golpeados por la crisis financiera mundial de 2008 y se ha presentado una reducción continua para los mercados de materias primas después de 2010, la cual se suavizó posteriormente a la caída del crecimiento de la demanda China.

El tema de la inversión en el mercado de capitales es particularmente importante en el caso del sector minero, por cuanto su desempeño está caracterizado por altas inversiones de capital. Según el mismo reporte de EY, “también se espera ver una mayor integración vertical y posiblemente ofertas de diversificación ya que las empresas más pequeñas buscan otras oportunidades - arriba, abajo, e incluso fuera de su cadena de valor existente” (Ernst & Young, 2016).

Según se aprecia en la siguiente gráfica, el mayor valor de negocios en el sector minero se encuentra en el oro, en segundo lugar se encuentra la venta del negocio Anglo American – Brasil en Niobio y Fosfatos a China Molybdenum, que se da como situación coyuntural y que pretende disminuir la deuda de la compañía vendiendo los activos considerados no esenciales, seguido por el aluminio, el carbón y las piedras preciosas (Ernst & Young, 2016).

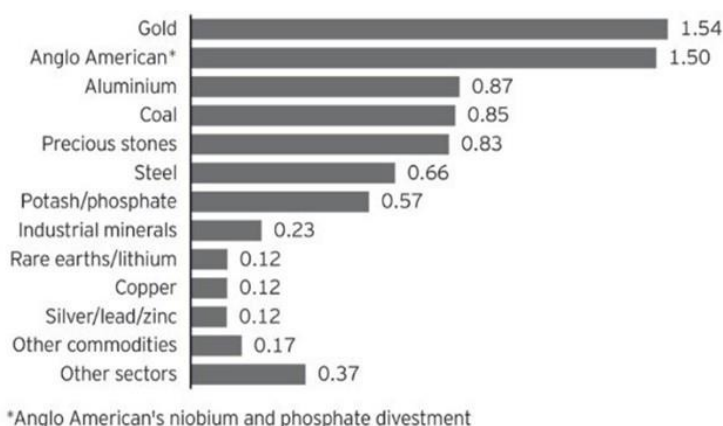


Figura 4 . Valor de tratos por tipo de commodity 2Q16 (US\$b) (Ernst & Young, 2016).

Este comportamiento claramente se refleja en Suramérica y por ende en Colombia, por cuanto la inversión en el sector minero depende en gran medida de la inversión extranjera. Es así “como el sector minero de América Latina finalmente se está recuperando de una recesión económica provocada por casi dos años de caída sostenida de los precios de las materias primas”. Pero el crecimiento en la región no será dirigido por los favoritos habituales, como Chile, sino por Perú y Brasil. En este sentido, será el modelo peruano uno de los referentes a analizar con mayor detenimiento por Colombia, pues ha logrado mantener su política sectorial a pesar de los cambios radicales que ha tenido en sus gobiernos.

Los países deben marcar guías de inversión asociada a la estructura política del país, su perfil macroeconómico, principales indicadores de desarrollo económico, clima de negocios, entorno empresarial y perspectivas para los próximos años.

En el estudio de riesgos para el sector minero 2016-2017 realizado por EY, se explican los principales riesgos del sector de minería y metales en el mundo, de los cuales en términos sociales y ambientales se encuentran: temas de la licencia social y ambiental para operar y transparencia de la industrial minera (Ernst & Young, 2016).

Para el periodo 2017-2018, EY, identifica nuevos riesgos que lideran el radar: eficacia digital para mejorar la productividad y el margen en toda la cadena de valor y retornos competitivos para los accionistas, que permitan equilibrar los rendimientos a corto plazo con el valor a largo plazo, puede ser difícil pero es importante (Ernst & Young, 2017). Esta evolución en la transformación de los riesgos se muestra en la siguiente gráfica:

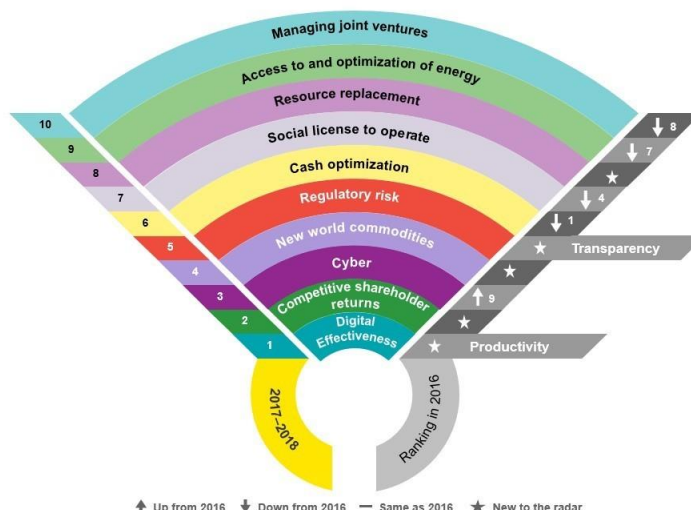


Figura 5 . Riesgos identificados del sector minero a nivel global (Ernst & Young, 2017).

En opinión Paul Mitchell, líder global de Minería y Metales de EY, hoy la discusión en materia de competitividad del sector minero se mueve alrededor de la innovación, las tecnologías digitales y las prácticas de transformación permanente.

La dinámica de la demanda futura en el sector de la minería y los metales se ve afectada por una tecnología rápidamente cambiante y una combinación de energía cada vez más centrada en las energías renovables. La tendencia al uso de vehículos eléctricos impactará una parte significativa de la demanda de platino: casi la mitad de la producción mundial de platino se usa en convertidores catalíticos para eliminar la contaminación del diésel. El requerimiento de sistemas de almacenamiento de energía en baterías así como la masiva electrificación del transporte han incrementado la demanda de litio: a principios de los 90 el uso de baterías de litio era un 6% de la demanda, hoy día es del 40-42%. Lo mismo ocurre con los mercados de cobalto y níquel.

No obstante, como se verá en el siguiente apartado respecto al contexto nacional, los riesgos globales no necesariamente coinciden con las dinámicas de sector minero colombiano, en donde la seguridad jurídica y la coordinación institucional son algunas de las principales preocupaciones del sector.

2

Contexto Nacional

En el ámbito nacional la minería se ha desarrollado en un entorno complejo para su óptimo desempeño. Algunos eventos y algunas cifras que muestran de forma relevante cuales son las condiciones de este contexto inmediato son las siguientes (Ernst & Young, 2018) :

- El PIB Minero se contrajo más de 3% en 2017.
- En 2017 la inversión minera apenas superó USD600 millones vs USD2.970 de 2014.
- La expectativa sobre el resultado de las elecciones presidenciales de 2018 produjo un alto grado de incertidumbre en los inversionistas del sector.
- Se mantienen algunos rezagos del “súper ciclo”: altos costos, demanda y precios variables.
- En 2017, se registraron cerca de 135 iniciativas municipales en contra del sector.
- Se estima que la inseguridad jurídica significó el freno en inversiones por US\$500 millones en 2017.

Con todo, para el año 2017, la producción de carbón térmico en Colombia bordeó 90 millones de toneladas. De ellas, casi 83 millones salieron del norte del país, la región de mayor producción, que además alcanzó una de las mejores cifras de su historia. Para 2018 se espera que la producción nacional alcance un récord de 92 millones de toneladas y que en el norte llegue a 84 millones de toneladas .

La situación no fue exclusiva del carbón. Lo mismo pasó con el cobre, la plata, el níquel y el mineral de hierro. El reflejo de esta recuperación se dio en dos cifras: por un lado, las exportaciones que crecieron 35% frente a 2016, al superar los US\$12.000 millones, de los cuales cerca de US\$7.400 millones fueron de carbón (ACM, 2018).

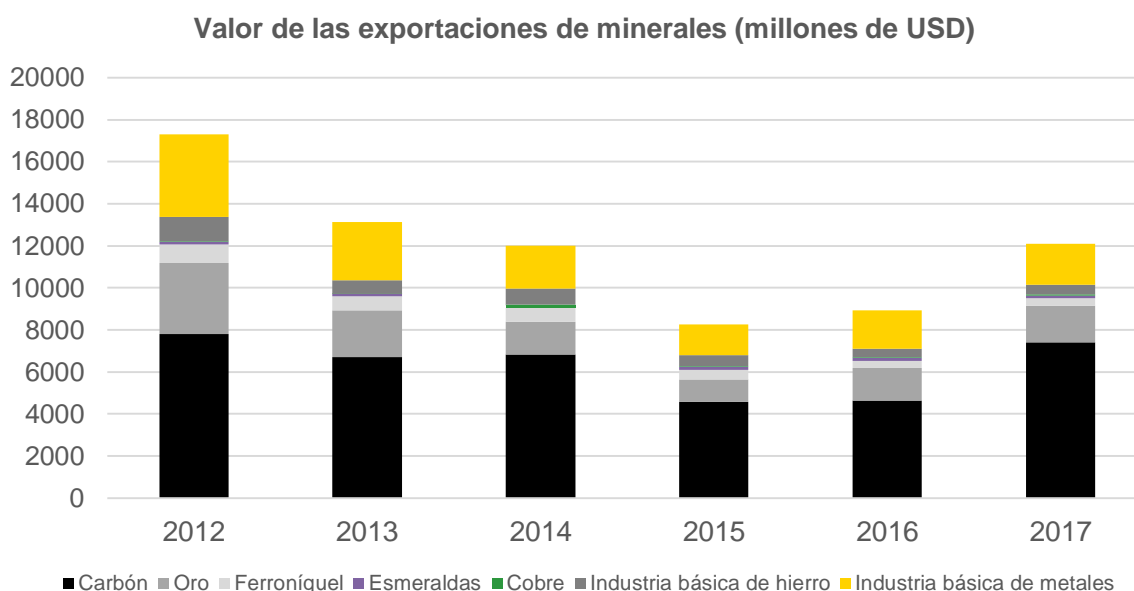


Figura 6 . Cifras de exportación de minerales (Asociación Colombiana de Minería, 2018).

La explicación de este repunte en las cifras es la estrecha relación que tienen los productos del sector con los precios de los commodities: según cálculos de la Asociación Colombiana de Minería (ACM), en 2017 el índice de precios fue cercano a 10% —en 2016 fue apenas superior a 5%—, pero, como advierte el gremio, lejos del boom de 2008, cuando llegó a 20%.

Sin embargo, las dificultades del sector incluyen barreras de naturaleza jurídica por cuenta de fallos judiciales. Un análisis de la ACM sobre sentencias de 2010 a 2017 muestra que en la Corte Constitucional se han proferido 60 sentencias con impacto sobre el sector minero: 27 de constitucionalidad, en las que 50% se ha declarado inexecutable total o parcialmente la norma; 33 tutelas seleccionadas y resueltas 90% de ellas en contra de la práctica de la minería.

De otro lado, en relación con otro aspecto fundamental del desarrollo del sector minero, se afirma desde el Ministerio de Minas y Energía que se ha venido construyendo un mayor conocimiento en la carta geológica del país. “De 52,2% que se había construido durante 100 años pasamos a tener 70% del país cubierto con cartografía geológica y en la determinación de yacimientos mineros” (Ministerio Minas y Energía, 2016).

El sector minero se proyecta hacia un entorno nuevo generado por la etapa del postconflicto que sin duda tendrá impactos importantes no solo sobre la minería sino sobre la economía en general, al disminuir la sensación de riesgo que la presencia de ilegales generaba en los inversionistas.

El Acuerdo Final para la Terminación del Conflicto y la Construcción de una Paz Estable y Duradera firmado a finales de 2016 en La Habana menciona de manera explícita en su punto 3, que versa sobre garantías de seguridad y lucha contra las organizaciones criminales, el control de las formas de economía ilegal como la minería criminal, advirtiendo sobre la diferencia entre ésta y la minería artesanal tradicional (Redacción Paz, 2016).

Diferentes estudios y publicaciones sobre la definición de la Política Minera y la institucionalidad del sector han coincidido en que los principales retos del sector están asociados con:

- Delimitación de zonas según la Ley de Páramos.
- Consultas previas, consultas populares y participación ciudadana.
- El Departamento Nacional de Planeación en 2017 reporta que el 65% de las 402 localidades mineras tienen su Plan de Ordenamiento Territorial desactualizado.
- Altos niveles de ilegalidad y/o informalidad en la actividad minera.
- Inseguridad jurídica.
- Alineación y coordinación institucional.

- Ordenamiento territorial limitado con respecto al uso del suelo y los determinantes ambientales, así como falta de coordinación sobre ello.
- Trámites mineros y ambientales atrasados
- Infraestructura deficiente.
- Conflictividad social y relacionamiento efectivo entre empresas, comunidades e institucionalidad.
- Bajo involucramiento de las dinámicas económicas locales y encadenamientos productivos.

En línea con los grandes retos del sector el Ministerio de Minas y Energía, planteó como visión para el sector a 2025 ‘contar con un sector minero organizado, legítimo, incluyente y competitivo, generador de desarrollo tanto a nivel regional como nacional, y que servirá de apoyo para el apalancamiento del postconflicto (Ministerio de Minas y Energía, 2016), lo cual le exigirá disponer de información suficiente y oportuna que permita la previsión y prevención de impactos, así como la disposición de herramientas para facilitar el acceso a la información a todos los interesados con un nivel de detalle nacional y territorial.

Colombia ha empezado a trabajar en este sentido, con la adhesión a iniciativas como la de Extractive Industries Transparency Initiative (EITI), que promueve a las empresas mineras, al Gobierno y a las autoridades territoriales a publicar información de los recursos de las regalías y tributos que generan las actividades mineras y cómo se utilizan, permitiendo que la industria minera actúe con transparencia y mejore la confianza de la sociedad civil e inversionistas.

En términos sociales y ambientales, el Plan Nacional de Ordenamiento Minero de la UPME, explica la importancia de una coordinación entre las autoridades ambientales y mineras, específicamente en la sinergia en el trámite de otorgar contratos de concesiones mineras y la licencia ambiental. También, resalta los conflictos sociales de la minería con las comunidades minoritarias y mestizas, y la forma como la consulta previa pretende solucionar las protestas sociales (Unidad de Planeación Minero Energética, 2014). Allí se plantean acciones encaminadas a resolver los problemas de coordinación interinstitucional, optimizar la estructura de la industria y disponer de información para soportar el proceso de la toma de decisiones.

El actual gobierno tiene entre una de sus metas lograr que la participación de la minería legal en el PIB se duplique durante este cuatrienio y se espera que este acceso universal a la información contribuya a lograrlo.

Un factor importante para el crecimiento del sector está relacionado con su acceso a recursos de crédito y de capital para el financiamiento de sus operaciones; el sector financiero ha sido reacio a otorgar financiamiento porque, en particular, los depósitos mineros no son aceptados como garantía de pago de los empréstitos otorgados.

Esto podría iniciar un proceso de cambio debido al ingreso de Colombia en 2018 al Comité Internacional para el Reporte de Recursos y Reservas – CRIRSCO, entidad reconocida a nivel mundial y avalada por el Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM por sus siglas en inglés), que valida el reporte público de los resultados de exploración, recursos y reservas minerales, bajo los requerimientos exigidos por las principales bolsas de valores del mundo (Toronto, Londres, Sídney y Johannesburgo). Esto significa la posibilidad de establecer el valor de un depósito minero de manera confiable, lo que abre las puertas al apalancamiento financiero y al capital de riesgo.



Contexto territorial

Teniendo presente que la minería es una actividad de uso del suelo y del subsuelo, uno de los principales retos es desarrollar instrumentos de planeación que incluyan al sector en el ordenamiento territorial y ambiental, de manera que se permita concertar con los planes de desarrollo municipal y departamental y otros sectores productivos en los territorios. No obstante, es importante resaltar, que según cifras oficiales del sector, mencionadas por la CCM y la ANDI, “Actualmente, del total del territorio continental colombiano (114 millones de hectáreas), solo el 4.7% (cerca de 5.4 millones de hectáreas) se encuentra titulado para actividades mineras, y solo el 1% de esas áreas terminan siendo objeto de exploración detallada y de ellas solo el 1% se convierte en un proyecto factible de explotar” (CCM, 2014).

En este sentido, la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial 1454 de 2011 y la Ley Plan de Ordenamiento Territorial 388 de 1997, definieron como objetivo del ordenamiento territorial: “propiciar las condiciones para concertar políticas públicas entre la Nación y las entidades territoriales, con reconocimiento de la diversidad geográfica, histórica, económica, ambiental, étnica y cultural e identidad regional y nacional”.

Esta perspectiva les exige a todos los actores involucrados en el sector – Estado central, sector privado, comunidades y entes territoriales – ser partícipes de la planeación, para lo cual será necesario identificar y conciliar aquellas variables de información que son relevantes para cada uno de los interesados de acuerdo con sus propias preocupaciones: crecimiento económico, equidad social, sostenibilidad ambiental y sostenibilidad física.

El futuro de los municipios exige una planeación de largo plazo, en la que se evalúen las competencias que tienen las localidades y las tendencias que registran en términos demográficos, ambientales, viales, de servicios públicos y sobre los usos del suelo.

El principal instrumento que debe marcar el norte a seguir de las localidades para abordar estos y otros grandes temas es el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), y cada municipio está llamado a formular y adoptar el suyo para reglamentar de manera específica los usos del suelo en las áreas urbanas, de expansión y rurales. El POT es una herramienta que le permite a un alcalde conocer su territorio y así tomar decisiones, por ejemplo, qué tipo de construcciones permitir y en qué lugares.

Pero la principal preocupación al respecto proviene del desconocimiento que tienen las autoridades locales de sus propias potencialidades para conseguir el desarrollo económico a través de la actividad extractiva. Reglamentar el uso del suelo debe ser un ejercicio real, práctico y basado en el equilibrio de las diversas actividades económicas capaces de impulsar el territorio hacia un desarrollo social y económico real.

Según el Departamento Nacional de Planeación, para octubre de 2017 el 81% de los municipios del país requieren actualizar sus POT, es decir, es decir 886 de los 1.101 municipios que hay en Colombia.

Pero a nivel territorial local, la actividad minera se ha visto afectada por las comunidades que ocupan territorios con importante dotación del recurso minero; el mecanismo de la consulta popular ha sido utilizado para detener la exploración de los recursos minerales, primera fase del desarrollo de un proyecto minero.

La percepción del habitante de una zona minera en donde esta se lleve a cabo en gran escala, es que la minería representa grandes afectaciones paisajísticas y aporta gran cantidad de contaminantes al medio ambiente, especialmente al recurso aire. Si no recibe algún beneficio económico directo de la empresa que hace la explotación, por trabajar para ella o ser contratista, y además tampoco recibe beneficios indirectos por las inversiones de las regalías aportadas por la actividad, se convierte fácilmente en un enemigo de la minería.



● Metodología



La elaboración de los Escenarios Mineros para Colombia a 2035 comprende el segundo producto entregable asociado al proyecto “Elaborar los modelos nacionales de oferta y demanda, y balance de minerales, analizando los escenarios mineros del país y estableciendo proyecciones de oferta y demanda de minerales en el corto, mediano y largo plazo (a 2035)”, toda vez que sintetizan el análisis sobre la proyección prospectiva de los temas, variables y factores que podrían impactar en la demanda y oferta de los minerales estudiados.

Para su desarrollo, se utilizó la metodología propuesta por el Foro Económico Mundial¹ para la elaboración de los escenarios, la cual es un referente para ejercicios prospectivos de esta naturaleza. La metodología empleada se sintetiza en el siguiente esquema:

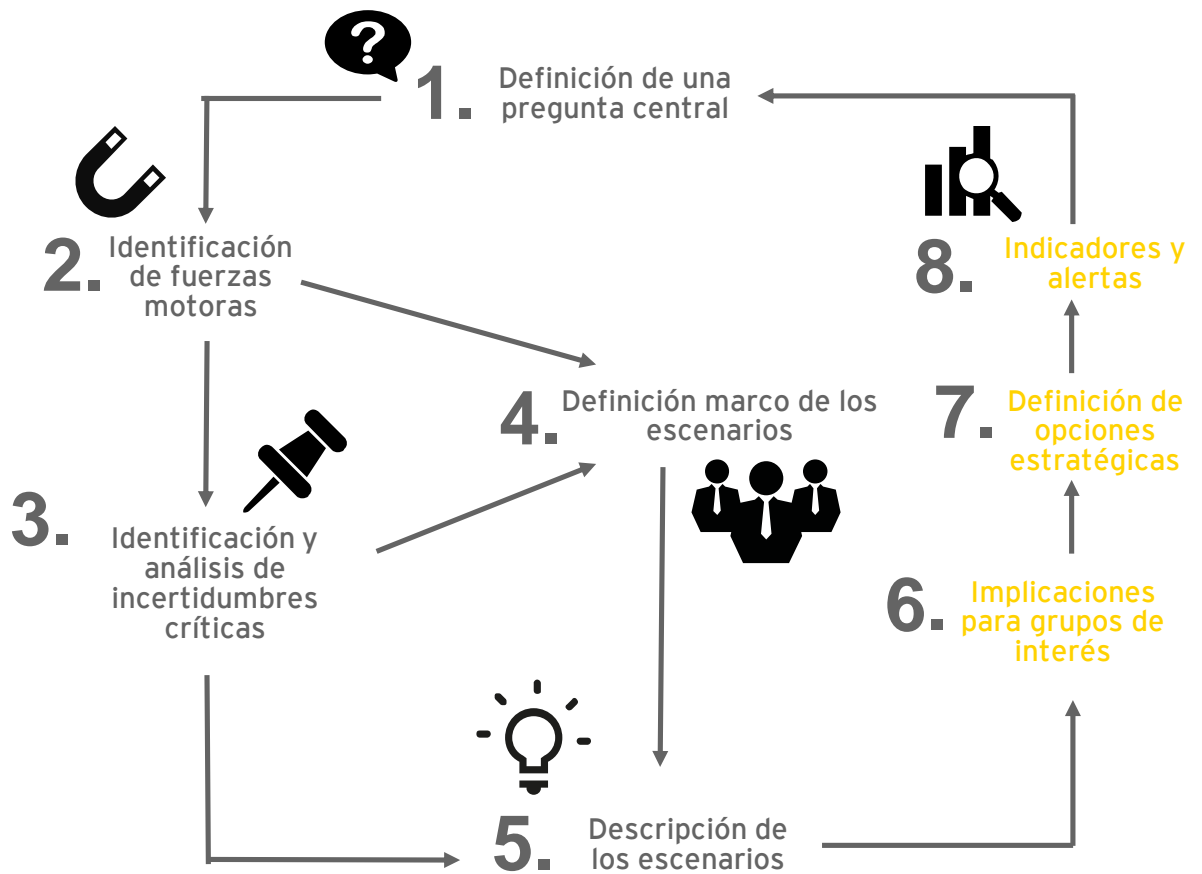


Figura 7 . Metodología elaboración de escenarios (Foro Económico Mundial, 2010).



1

Pregunta central

El ejercicio parte de una pregunta o cuestión central, que da foco para la sucesiva búsqueda de información. En este caso, se ha formulado la siguiente pregunta que fue considerada durante el desarrollo de la metodología de la elaboración de escenarios: ¿Cómo se verá afectado el sector minero en Colombia en el 2035 por las fuerzas motoras y agentes de cambio nacionales e internacionales, principalmente para los 18 minerales objeto de estudio?

2

Identificación de fuerzas motoras

Las fuerzas motoras son aquellos elementos que condicionan los escenarios potenciales; son aquellos factores que deben ser considerados dado que por su peso y relevancia, serán determinantes en los futuros probables que son analizados. La identificación de las fuerzas motoras que afectan y/o podrían afectar el sector minero en 2035 se llevó a cabo a través de la revisión, apropiación de conceptos y contraste de: literatura, información y experiencias a nivel internacional y nacional relevante, experiencia en el sector de los consultores y/o sesiones de talleres con representantes de la institucionalidad.

Posteriormente, se consolidaron los resultados de todos los análisis realizados, con el fin de centralizar las fuerzas motoras que podrían afectar el sector minero en el 2035 y determinar aquellas que fueron incluidas en nuestro ejercicio prospectivo. Este procedimiento se realizó mediante la metodología SCAMPER (Eberle, 1971), la cual permite hacer una alineación que permita contrastar, evaluar la pertinencia e integrar los resultados de todos los análisis realizados.

3

Identificación y análisis de incertidumbres críticas

Las fuerzas motoras y variables identificadas son caracterizadas por su grado de impacto al sector minero nacional y el grado de incertidumbre. Las variables con un alto grado de impacto y un alto grado de incertidumbre se denominan variables de incertidumbres críticas. Del mismo modo, las variables de un alto grado de impacto, pero un bajo grado de incertidumbre, se denominan variables de elementos predeterminados.

La selección, clasificación y calificación de las fuerzas motoras y las variables, se validaron en una sesión tipo taller, en la cual participaron miembros de la institucionalidad minera (Ministerio de Minas y Energía, Unidad de Planeación Minero Energética, Agencia Nacional de Minería y el Servicio Geológico Colombiano).

4

Definición marco de los escenarios

A partir de las variables de elementos predeterminados y de incertidumbre críticas, se crearon varios escenarios con las posibles combinaciones de los valores de algunas variables. Posteriormente, se seleccionaron los tres escenarios que involucraban las historias acerca del futuro mas relevantes, divergentes y retadoras. Estos tres escenarios seleccionados, definen el marco y las consideraciones o suposiciones que generan las diferencias entre los diferentes escenarios. Al igual que en el punto anterior, esta actividad se validó en el marco de una sesión tipo taller.

5

Descripción de los escenarios

Con los escenarios marco se generaron las historias completas de los escenarios para 2035. Esta descripción se realizó mediante la técnica de storytelling o narración fluida, de modo que se logrará una proyección detallada de los elementos que describen los escenarios.

Adicionalmente, se definió el estado cualitativo de las fuerzas motoras de incertidumbre críticas.

6

Implicaciones para grupos de interés.

Este paso se genera de considerar la siguiente pregunta: ¿Qué implica cada escenario para los interesados en términos de oportunidades y cambios? La respuesta a esa pregunta, para cada uno de los grupos de interés da una perspectiva de los retos y desafíos que pueden llegar a enfrentar, y da a la UPME, como entidad miembro de la institucionalidad minera del país, insumos valiosos para análisis en estrategias y propuestas de políticas que permitan dirigir el sector minero del país hacia un escenario deseado. Las implicaciones generales para los grupos de interés se presentan en conjunto con la descripción de los escenarios y una profundización que será integrada en los análisis que se realice junto con las proyecciones de oferta y demanda.

7

Definición de opciones estratégicas

Considerando cada uno de los escenarios, la visión de los escenarios internacionales, el estado actual del sector minero del país y los resultados del análisis de las implicaciones para cada grupo de interés, se plantearán algunas observaciones en términos de opciones estratégicas / acciones que desde la institucionalidad se podrían considerar en pro de alcanzar un escenario ideal para el sector minero, en términos económicos.

Estas observaciones serán presentadas junto con las proyecciones de oferta y demanda.



¿Qué posibles acciones se podrían tomar para aprovechar las oportunidades y/o asumir los retos que los escenarios plantean?

8

Indicadores y alertas.

Para cada escenario, y considerando las estrategias planeadas, las proyecciones de demanda y oferta nacional, se definen:

- **Indicadores:** de las variables de incertidumbres críticas, que representan un alto grado de incertidumbre e impacto, se seleccionan aquellas que generan un mayor punto de ruptura en los escenarios (p.ej. Producción, demanda internacional). Dicha selección se apoya, también, en los resultados de las proyecciones de demanda y oferta que se realicen.
- **Alertas:** Para los indicadores seleccionados, se definen puntos de alerta. Estos puntos de alertas son valores a partir de los cuales se identificaría que el sector minero colombiano está dirigiéndose hacia un escenario en específico o puntos de evaluación de las estrategias definidas.

Como parte del trabajo, se desarrolló una versión preliminar de los escenarios, que comprende los pasos metodológicos hasta el numeral 6 de la metodología anteriormente expuesta. Posteriormente, se realizó un taller de trabajo con la UPME y la institucionalidad minera del país. El objetivo del taller fue, a través de metodologías de co-creación y desarrollo de talleres, integrar las visiones de los diferentes grupos de interés en las perspectivas de posibles futuros a 2035 del sector minero colombiano.

Finalmente, se analizaron los resultados del taller y se incluyeron los aportes en los escenarios mineros del país a 2035.

Los documentos asociados al producto No 2, comprenden los resultados de los pasos metodológicos hasta el numeral 6 de la metodología anteriormente expuesta integrados con los resultados del taller de trabajo.

Los pasos metodológicos del 6 al 8, serán abordados e incluidos como parte de los análisis correspondientes a los resultados de los modelos y proyecciones de la demanda y oferta nacional.

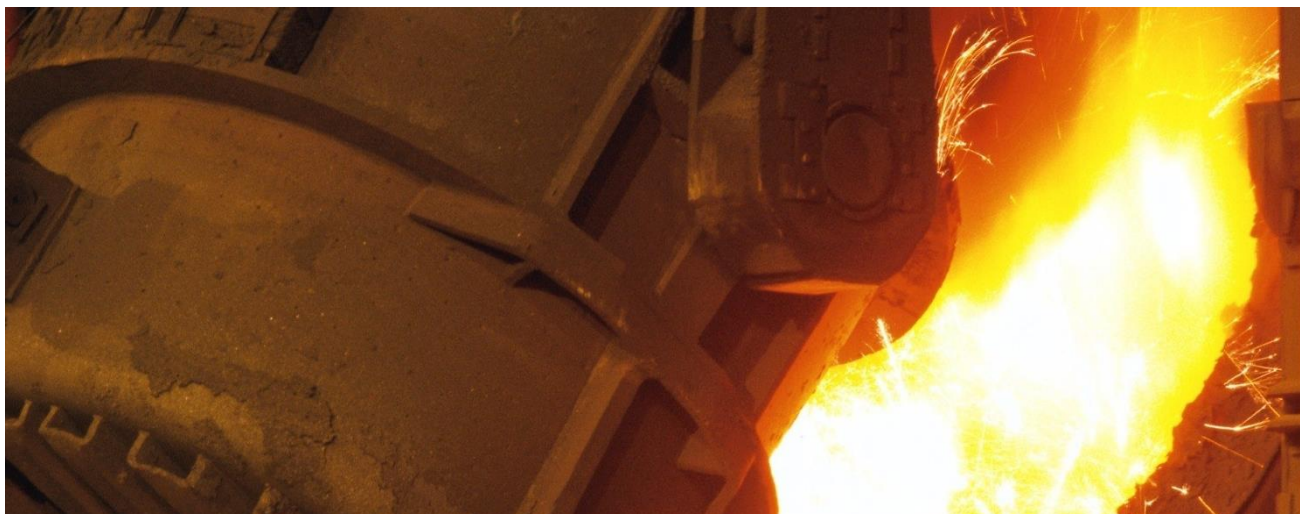
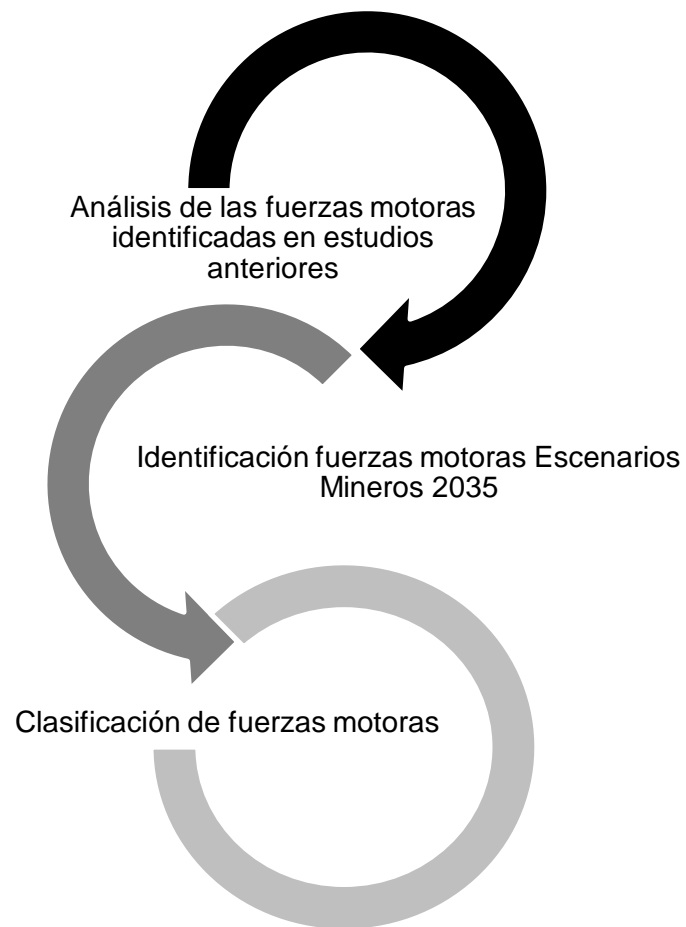


● Fuerzas motoras



La presente sección presenta la descripción y clasificación de las fuerzas motoras identificadas. Así como un análisis de la evolución de las fuerzas identificadas en los escenarios mineros de Colombia a 2032, elaborado por la UPME.

El presente capítulo se encuentra desarrollado en las siguientes partes:



1

Análisis fuerzas motoras estudios anteriores

En la identificación de las fuerzas motoras se utilizaron diferentes fuentes bibliográficas, entre las cuales se destacan:

- Escenarios Mineros de Colombia a 2032 (UPME, 2013).
- Análisis de escenarios a 2035 (UPME, 2018).
- Risk for mining global (Ernst & Young, 2017).
- Risk for mining local (Ernst & Young, 2017).
- Smart Mining Index (Ministerios de Minas y Energía et al, 2015).
- Colombia, políticas prioritarias para un desarrollo inclusivo (OCDE, 2015).
- Debida diligencia en la cadena de suministros de oro en Colombia: Perspectivas generales (OCDE, 2016).
- Guía de debida diligencia de la OCDE para cadenas de suministro responsables de minerales en las áreas de conflicto o de alto riesgo (OCDE, 2013).
- Acuerdo de París, 2016 (Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).
- Resultados de la Brújula Minera en 2018 (JA & Asociados, 2018)
- Minería moderna para el progreso de Colombia (A. Ponce Muriel, 2014).

La lista completa de la bibliografía utilizada se encuentra listada en la bibliografía.

Dada la extensión de cada uno de los documentos, y la elaboración de los escenarios mineros de Colombia a 2032 (UPME – Universidad Nacional), en esta sección se presenta, unas consideraciones generales de la literatura revisada, las fuerzas principales de los escenarios mineros de Colombia a 2032 y un análisis de la evolución de las proyecciones realizadas versus la producción real entre 2013 y 2016.

En la definición de los escenarios mineros colombianos a 2032, se definieron cinco fuerzas principales: estructura de lo público, corrupción e ilegalidad, renta minera, sostenibilidad ambiental y comportamiento de las comunidades (UPME, 2013).

Las variables que incluye cada fuerza, así como la descripción del estado actual de las mismas en el 2013, son (UPME, 2013):

- **Estructura de lo público:** en esta fuerza se incluyen las variables, institucionalidad, gobernabilidad, fiscalización, regulación, política pública, marco jurídico, y articulación del estado. En el 2013 el estado de esta fuerza era (UPME, 2013):
 - Desarticulación institucional y normativa
 - Inseguridad jurídica, las reglas no son claras
 - Información insuficiente, poco confiable y poco accesible
 - Capacidad institucional débil en cuanto a fiscalización
- **Corrupción e ilegalidad:** en esta fuerza se incluyen las variables, corrupción y politiquería, y la cultura de la ilegalidad. En el 2013 el estado de esta fuerza era (UPME, 2013):
 - No hay un sistema de información competente y confiable
 - Debilidad institucional
 - Personas no idóneas en cargos de decisión
 - Desorden, que favorece intereses ocultos
 - Confusión en las reglas
- **Renta minera:** en esta fuerza se incluyen aspectos como, políticas fiscales, manejo de las regalías - impuestos, políticas económicas, inversión y uso de la renta minera, comportamiento de la economía, mercados, precios de los minerales, nuevos usos de los minerales y comportamiento de las economías emergentes. En el 2013 el estado de esta fuerza era (UPME, 2013):
 - Desconocimiento del concepto de renta minera
 - Desconocimiento de la repartición de la renta
 - Mal manejo de las regalías
 - No hay ahorro de los recursos
 - No hay estabilidad normativa en tributación
 - Asimetría de la información
 - Evasión al pago de regalías

- **Sostenibilidad ambiental:** en esta fuerza se incluyen aspectos como, planeación del territorio, implementación estándares ambientales y buenas prácticas. En el 2013 el estado de esta fuerza era (UPME, 2013):
 - No hay una visión de todo el territorio
 - Desinformación sobre las interrelaciones entre medioambiente y minería en todos los actores (técnica, opinión pública, etc)
 - No hay consenso sobre qué significa desarrollo sostenible
- **Comportamiento de las comunidades:** en esta fuerza se incluyen aspectos como, influencia de la opinión pública, el poder de las comunidades, expectativas de las comunidades locales, derechos de las poblaciones indígenas-nativos, comunidades étnicas, cambios en los valores sociales e influencia de las ONG. En el 2013 el estado de esta fuerza era (UPME, 2013):
 - Comunidades desinformadas
 - Comunidades actuando con información sesgada
 - Conflictos sobre el uso del suelo
 - ONG no objetivas

Con relación a los otros documentos, se destacan temáticas como:

- Aspectos ambientales, la presión por mitigar los efectos del calentamiento global ha llevado a que se generen acciones desde diferentes frentes, por un lado desde el sector gobierno esta la firma del Acuerdo de París (Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016) en 2016 con el objetivo de mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de 2°C con respecto a los nivel preindustriales y por el otro, desde el sector privado, a crear iniciativas y tecnologías que ayuden a cumplir esta meta. En este sentido, se tienen iniciativas como: la descarbonización de la economía, cambios en la matriz energética para aumentar el uso de energías renovables, comercialización de carros eléctricos, entre otros (Ernst & Young, 2018). De hecho, se espera que la Unión Europea deje de utilizar el carbón como fuente energética para el 2050 (Comisión Europea, 2018). Adicional, consideraciones alrededor de una practica de la minería ambientalmente responsable, que tenga el mínimo impacto posible sobre el medio ambiente, como lo es la protección de las condiciones de aire, agua potable, y cuidado de la fauna y flora.
- Aspectos institucionales, la estabilidad jurídica fue un tema recurrente en los diferentes documentos consultados, y como este ha afectado la percepción de los inversionistas para el desarrollo de actividades mineras en el país (Ministerio de Minas y Energía, 2016; JA & Asociados, 2018).
- Cambios políticos asociados al Acuerdo de Paz, la ratificación del proceso de paz con el grupo armado de las FARC en 2016 aumentará la confianza de los consumidores y los inversores ya que no existiría la preocupación por la minería informal e ilegal y cultivos ilícitos (BMI Research, s.f).
- Nivel de intervención estatal, visto como la posición del estado - gobierno frente al desarrollo - crecimiento económico del país con el aporte de un determinado nivel de participación del sector minero (Ministerio de Minas y Energía, 2015).
- Innovación y transformación del sector, en relación a que la tecnología digital adquiere un impacto significativo en el sector minero, dado que las compañías buscan en las nuevas tecnologías soportar sus esfuerzos para mejorar su productividad y sus márgenes a lo largo de la cadena de valor. Se adquiere consciencia sobre el poder de los datos como activo, para mejorar la confianza, y para introducir capacidades predictivas (Ernst & Young, 2017; BMI Research, sf).

2

Fuerzas motoras consideradas en escenarios mineros 2035

Después de un proceso de análisis a través de la metodología SCAMPER, se identificaron 22 fuerzas motoras, las cuales se detallan a continuación :

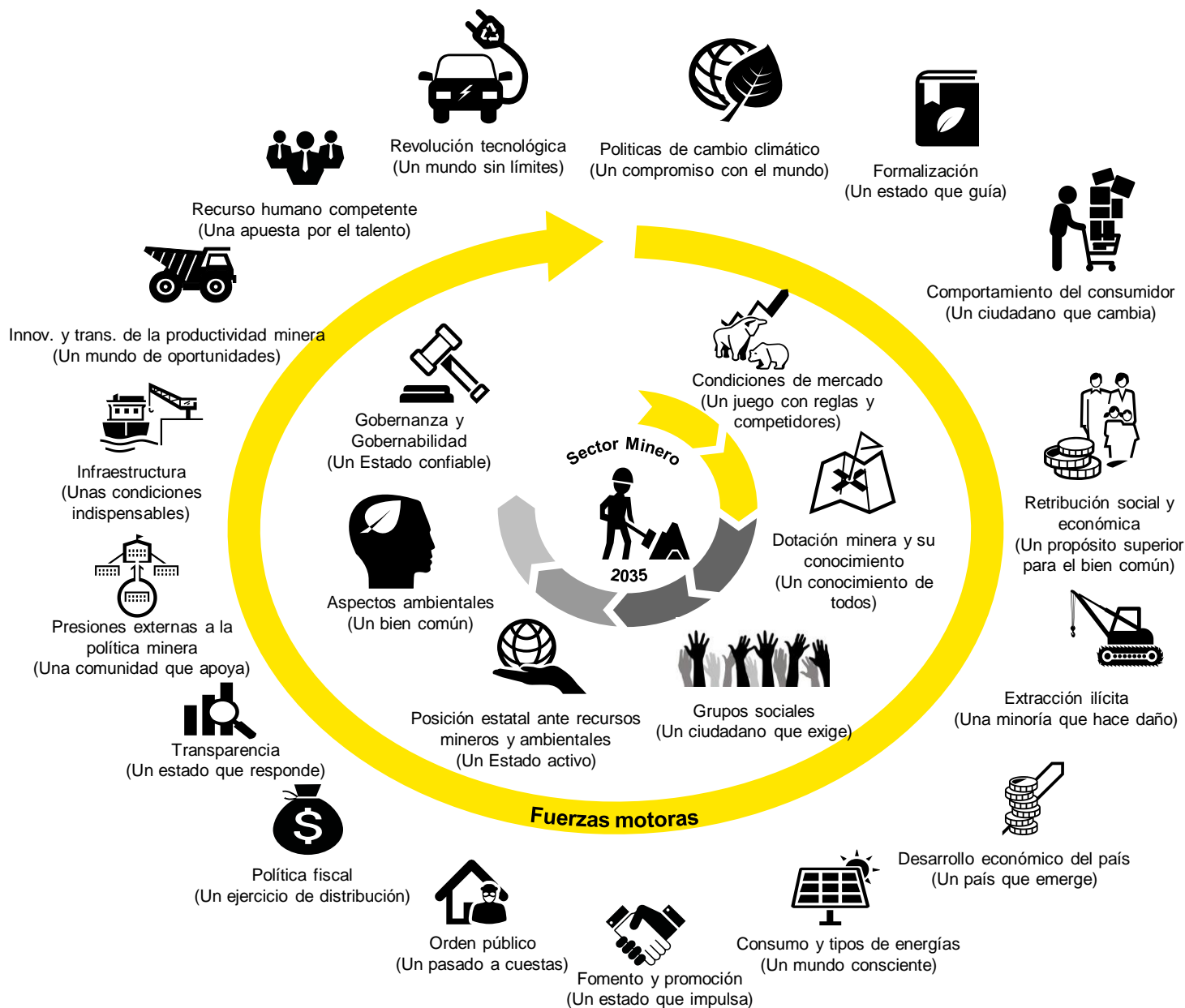


Figura 8. Fuerzas motoras identificadas para los escenarios mineros a 2035.

Las fuerzas motoras fueron agrupadas alrededor de algunos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ONU, 2015), las agrupaciones son:

- Acción por el clima
- Comunidades sostenibles
- Crecimiento económico
- Energía asequible y no contaminante
- Gobierno
- Industria, innovación e infraestructura
- Paz, justicia e instituciones sólidas
- Potencial geológico
- Producción y consumo responsables

Acción por el clima



Políticas de cambio climático
(Un compromiso con el mundo)

Consideraciones y apuestas para contribuir a una meta de disminución del calentamiento global

Regulaciones y políticas en pro del cuidado ambiental, la lucha internacional para mitigar los efectos del calentamiento global asociadas a la conservación de la biodiversidad, cuidado y disponibilidad del agua, mitigar los efectos de la degradación ambiental, entre otras.



Aspectos ambientales
(Un bien común)

Actitud general frente a la sostenibilidad ambiental

Se refiere a la posición que adoptan y acciones que realizan la industria y la ciudadanía general para el cuidado y protección del medio ambiente. Desde las empresas pueden asumir posiciones y prácticas donde se evidencian esfuerzos de protección al medio ambiente; de igual forma, desde la ciudadanía, se pueden observar iniciativas que reflejan cambios en los hábitos de consumo, y que impactarán de manera directa o indirecta el mercado de algunos minerales.

Comunidades sostenibles



Comportamiento del consumidor
(Un ciudadano que cambia)

Actitud de consumidor final frente a cambios tecnológicos y cuidado ambiental

La ciudadanía ha venido generando una mayor conciencia de su impacto en la sostenibilidad ambiental, lo que da lugar a modificaciones en los productos y servicios que consume. De igual forma, el surgimiento y penetración de nuevas tecnologías y prácticas (minería urbana) se encuentra ligado a la aceptación, adaptabilidad y apropiación que se logre en los ciudadanos como consumidores finales.



Grupos sociales
(Un ciudadano que exige)

Grupos de sociales que tienen voz y voto en la operación del sector minero

Se refiere al rol de los ciudadanos y las comunidades en las áreas de influencia de los proyectos mineros, así como las consideraciones especiales que se tienen para ejercicios de consulta con grupos étnicos. Este punto considera el análisis sobre el apoyo o rechazo a los proyectos mineros (con o sin suficiencia de criterio), procesos de vigilancia o veeduría, empoderamiento local (POT), entre otros.



Retribución social y económica
(Un propósito superior para el bien común)

Minería como instrumento de prosperidad para las comunidades mineras

Comprende el impacto social que la minería tiene sobre las comunidades mineras, relacionado con la generación de empleo, aporte (o no) a proyectos de infraestructura, aportes (o no) enfocados a la responsabilidad social, la distribución de las regalías y su uso.

Crecimiento económico



Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y competidores)

Condiciones de mercado de los proyectos mineros

Comprende todos los factores que pueden influenciar el rendimiento del negocio de la minería para los inversionistas, como la dinámica del mercado, los precios internacionales, la especulación, la competencia, la tasa de retorno, el comportamiento de las economías emergentes, entre otros. En este punto se considera, por ejemplo, la disponibilidad de infraestructura necesaria para la viabilidad de los proyectos.

Crecimiento económico



Desarrollo económico del país
(Un país que emerge)

Desarrollo económico del país

La evolución de la economía del país, representado en indicadores y variables como la atraktividad del país, indicadores de crecimiento económico, posicionamiento en mercados internacionales, la creación o aumento de productos nacionales que agreguen valor más allá de los commodities, inflación, tasa de cambio, entre otros.

Energía asequible y no contaminante



Consumo y tipos de energías
(Un mundo consciente)

Tendencia a energías limpias (cambios en la matriz energética)

Nacional e internacionalmente se encuentra la tendencia y/o conciencia hacia el uso e implementación de energías limpias, que aporten a la mitigación de los efectos del cambio climático y el calentamiento global.

Gobierno



Fomento y promoción
(Un estado que impulsa)

Fomento y promoción de la pequeña y mediana minería

Comprende las acciones realizadas por el gobierno para promover (o no) el ejercicio de la pequeña y mediana minería.



Posición estatal ante recursos
mineros y ambientales
(Un Estado activo)

Posición del gobierno frente a la gestión de recursos mineros y ambientales

La función estatal puede tomar una posición que favorezca o no el desarrollo de la actividad minera. Desde la perspectiva del Gobierno, por una parte, se puede promover una posición proteccionista frente a los recursos ambientales que entorpezca de raíz el desarrollo del sector minero; por otra parte, podría darse una gestión pública que, si bien considera asuntos ambientales, tiene un contundente vocación hacia la minería como prioridad.



Política fiscal
(Un ejercicio de distribución)

Definiciones en relación a porcentaje de impuestos y regalías

Hace alusión a los ingresos que recibe el gobierno producto del ejercicio de la minería (impuestos, regalías, government take).



Transparencia
(Un estado que responde)

Prácticas adecuadas en el sector público

El sector minero energético desempeña un rol crucial en el desarrollo del país, por su contribución a los ingresos fiscales y su aporte al desarrollo regional. Para que las industrias extractivas puedan cumplir este rol es necesario que haya una transparencia a través de toda la cadena del proceso extractivo, un sistema de rendición de cuentas, información acerca de los ingresos fiscales y su utilización en pro del bienestar de la comunidad.



Presiones externas a la
política minera
(Una comunidad que apoya)

Influencia internacional en las políticas públicas internas

La reciente adición de Colombia a la OCDE, su compromiso con el Acuerdo de París, así como los diferentes compromisos adquiridos o que llegase a adquirir con diferentes entes internacionales, ejercen sobre las políticas públicas internas presiones para lograr su cumplimiento.

Industria, innovación e infraestructura



Infraestructura
(Unas condiciones indispensables)

Desarrollo de infraestructura

Generación de nueva infraestructura en Colombia, como puertos, carreteras, transporte ferroviario, acueducto, luz, entre otros.



Innovación y transformación de la
productividad minera
(Un mundo de oportunidades)

Tecnologías de procesos productivos

Generación e implementación de nuevas tecnologías (drones, IoT, IA, etc) en los procesos productivos de la actividad minera.



Recurso humano competente
(Una apuesta por el talento)

Talento humano con las competencias y habilidades necesarias para trabajar y desarrollar proyectos de minería

Calidad y cantidad de programas educativos y talento humano calificado para trabajar y desarrollar proyectos de minería.



Revolución tecnológica
(Un mundo sin límites)

Desarrollo de tecnología de consumo masivo (Uso intermedio del mineral)

La actual generación exponencial de tecnologías revolucionarias, como lo son: drones, internet de las cosas, inteligencia artificial, carros eléctricos, impresoras 3D, entre otras, abren la puerta a una nueva gama de productos, servicios y mercados, que impactarán en la demanda y oferta de materias primas (entre ellos los minerales). De igual forma, parte de estas nuevas tecnologías se encuentran asociadas a la tendencia de tecnologías verdes.

Paz, justicia e instituciones sólidas



Gobernanza y gobernabilidad
(Un Estado confiable)

Articulación institucional y claridad en las reglas de juego

El Gobierno, representado en sus diferentes instituciones (nacionales y territoriales), establece los lineamientos para la práctica de la minería en Colombia a través de la política pública; por esta razón, la articulación y coherencia de los lineamientos y requerimientos entre dichas instituciones es clave para el desarrollo del sector, dado que ofrecen reglas claras para los diferentes actores involucrados.



Extracción ilícita
(Una minoría que hace daño)

Prácticas ilegales que traen impactos sociales negativos

Comprende todas las actividades conexas a la extracción ilícita de minerales en el territorio, con sus impactos ambientales, sociales y económicos.



Orden público
(Un pasado a cuestas)

Impactos de la criminalidad

Impactos de la práctica de actividades ilegales (grupos al margen de la ley como las BACRIM, disidencias de las FARC, lavado de activos, infracción de los derechos humanos, extorsión, entre otros) en la sociedad, la minería y el país.

Potencial geológico



Dotación minera y su
conocimiento
(Un conocimiento de todos)

Generación y uso del conocimiento geológico

El conocimiento geológico es un elemento clave para el sector minero, dado que hace referencia al nivel de conocimiento sobre el potencial y reservas geológicas de Colombia. Este conocimiento está orientado a tener un inventario robusto y confiable sobre cuáles minerales tiene el País, cuánto tiene de cada uno y dónde se encuentran.

Producción y consumo responsables



Formalización
(Un estado que guía)

Mejores prácticas para la formalización

Se enfoca en el cumplimiento de los estándares legales, técnicos, ambientales, económicos, sociales y laborales que permiten que sea una actividad económica legal, viable, rentable, segura, ambientalmente sostenible y que contribuya al desarrollo de las comunidades y sus regiones, para la pequeña y mediana minería.



3 Clasificación y caracterización fuerzas motoras

Una vez identificadas las fuerzas motoras, estas fueron clasificadas en nivel de impacto e incertidumbre:

- Para el impacto: 1 representa que la fuerza tiene poco impacto, mientras que 100 tiene un alto impacto en el desarrollo del sector minero actual y a futuro, ya sea de forma directa o indirecta; y
- Para la incertidumbre: 1 representa baja incertidumbre y 100 para alta incertidumbre. Baja incertidumbre significa que la fuerza no va a cambiar o va a presentar la misma tendencia (de crecimiento o decrecimiento) que ha venido presentando hasta la fecha, mientras que una alta incertidumbre implica que la fuerza va a tener una variación tan radical (negativa o positivamente) que hace incierto su valor en el futuro.

La calificación fue realizada por medio de una mesa técnica de expertos que a partir de su experiencia y conocimientos del sector hicieron la correspondiente calificación de cada fuerza mediante una metodología adaptada del Ábaco de Regnier. Posteriormente, las fuerzas caracterizadas como de incertidumbre crítica fueron validadas en una mesa de trabajo con miembros de la institucionalidad minera comprendida por: la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), Ministerio de Minas y Energía (MME), la Agencia Nacional de Minería (ANM) y el Servicio Geológico Colombiano (SGC).

De acuerdo a la clasificación realizada, las fuerzas motoras categorizadas como incertidumbres críticas son:

- ✓ Posición estatal ante recursos mineros y ambientales
- ✓ Gobernanza y gobernabilidad
- ✓ Condiciones de mercado
- ✓ Grupos sociales
- ✓ Aspectos ambientales
- ✓ Dotación minera y su conocimiento

Las fuerzas motoras que no fueron identificadas como de incertidumbre crítica harán parte de la descripción de los escenarios en la medida del impacto que tengan.

La clasificación resultante para las 22 fuerzas motoras son:

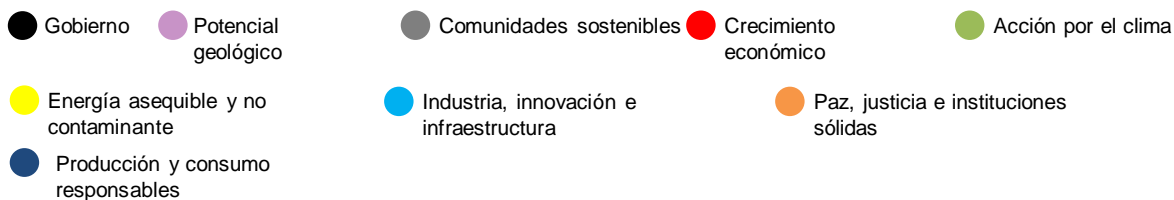
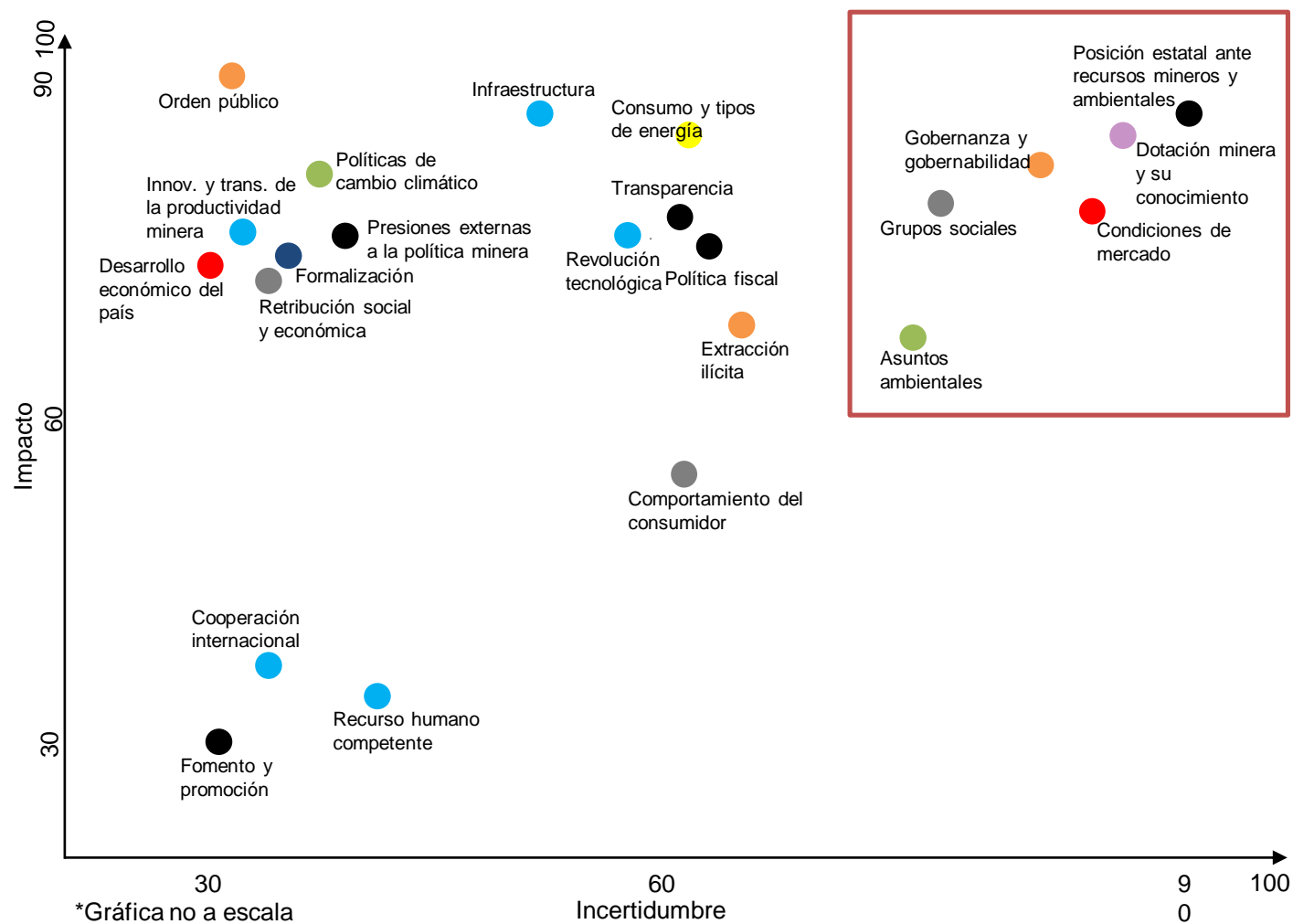


Figura 9. Calificación de las fuerzas motoras según su nivel de impacto e incertidumbre.



Marco de escenarios

A partir de las fuerzas motoras categorizadas como de incertidumbre críticas, se definió el marco o límite de los escenarios. Para definir el límite de los escenarios se establecieron los estados extremos de cada fuerza y se evaluó en que espectro de esos dos estados extremos es viable que la fuerza se pueda encontrar para cada escenario.

Las fuerzas motoras de incertidumbre crítica que fueron identificadas en el capítulo anterior son:



Figura 10. Fuerzas motoras de incertidumbre crítica.



Gobierno



Posición estatal ante recursos
mineros y ambientales
(Un Estado activo)

Posición del gobierno frente a la gestión de recursos mineros y ambientales

La función estatal puede tomar una posición que favorezca o no el desarrollo de la actividad minera. Desde la perspectiva del Gobierno, por una parte, se puede promover una posición proteccionista frente a los recursos ambientales que entorpezca de raíz el desarrollo del sector minero; por otra parte, podría darse una gestión pública que, si bien considera asuntos ambientales, tiene un contundente vocación hacia la minería como prioridad.

Colombia ocupa el segundo lugar en biodiversidad en el mundo y está entre las 12 naciones megadiversas, ya que con una extensión del 0,7 % de la superficie del planeta, alberga alrededor del 10% de la fauna y flora de la Tierra, según el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (Alexander Von Humboldt, 2012). Así mismo, la región de América Latina y el Caribe contiene el 8% de la población mundial y dispone de 65% del agua dulce del mundo. El Amazonas, el Paraná – Río de la Plata y el Orinoco transportan conjuntamente al Océano Atlántico más de un 30% del agua dulce renovable del mundo (Defensoría del Pueblo Colombia, 2015).

Por otro lado, el acelerado crecimiento que ha experimentado el mundo, la revolución industrial, la quema de combustibles fósiles, la tala y quema de bosques, entre otros factores, ha llevado a un aumento de gases (principalmente CO₂), que han generado un aumento de la temperatura mundial a un ritmo mayor de lo normal. Este aumento de la temperatura es conocido como cambio climático, entre sus consecuencias se encuentra condiciones climáticas anómalas como sequías extremas, incendios forestales, inundaciones o escasez de alimentos para cientos de millones de personas, entre otros (BBC, 2018). En este sentido, el 12 de diciembre de 2015, 195 países Estados nacionales más la Unión Europea aprobaron lo que se denominó el Acuerdo de París (Antxon Olabe et al, 2016), con el fin de establecer objetivos para mitigar y/o evitar las consecuencias del cambio climático. Uno de los objetivos es mantener el incremento en la temperatura global “muy por debajo de los 2°C” respecto a los niveles preindustriales y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento a 1.5°C. De no alcanzarse el objetivo, en el peor de los escenarios la temperatura aumentaría 4°C más que en la actualidad, que significaría que medio mundo quedaría inundado y el otro medio mundo desertificado (Foro Económico Mundial, 2018). En este sentido, a nivel mundial se tienen iniciativas como (Ernst & Young, 2018): la descarbonización de la economía, cambios en la matriz energética para aumentar el uso de energías renovables, políticas que cuiden el medio ambiente, como lo son impuestos a las emisiones de gases efecto invernadero, lucha contra la deforestación, entre otras medidas que desde lo político se han tomado en pro del medio ambiente, los cuales tienen un impacto en la demanda y oferta de minerales.

La actividad ha desempeñado un papel importante tanto en el entorno económico como social del país. Entre los años 2010 y 2014, el sector minero ha tenido tasas de crecimiento superiores a las presentadas por otros sectores productivos (Ministerio de Minas y Energía, 2016).

El sector minero colombiano se caracteriza por la producción minera especialmente de carbón, níquel, esmeraldas, oro y materiales de construcción. Ha representado en promedio el 2.2 % del PIB entre 2010 y 2015 y ha aportado el 19.6 % de las exportaciones y 16 % de inversión extranjera directa en el mismo periodo. Además, genera aportes importantes para la Nación: la minería contribuye a las finanzas públicas con impuestos de renta, patrimonio, predial, ICA e IVA, así como con las regalías –un aporte exclusivo de la actividad extractiva– y otras contraprestaciones económicas adicionales pactadas en muchos contratos mineros; de hecho, solo con los recursos obtenidos por regalías entre 2010-2015, que ascienden a \$9.7 billones, se pueden financiar dos años completos del programa social Familias en Acción (Ministerio de Minas y Energía, 2016).

Paz, justicia e instituciones sólidas



Gobernanza y
Gobernabilidad
(Un Estado confiable)

Articulación institucional y claridad en las reglas de juego

El Gobierno, representado en sus diferentes instituciones (nacionales y departamentales), establece los lineamientos para la práctica de la minería en Colombia a través de la política pública; por esta razón, la articulación y coherencia de los lineamientos y requerimientos entre dichas instituciones es clave para el desarrollo del sector, dado que ofrecen reglas clara para los diferentes actores involucrados.

Uno de los principales retos asociados al desarrollo de la actividad, según la Política Minera de 2016, es la ausencia de coordinación institucional, que se describe en el mismo documento como una falta de articulación en aspectos normativos y de política entre entidades como el Ministerio de Minas y Energía, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Ministerio del Interior, entre otros, así como entre las entidades adscritas y vinculadas al Ministerio de Minas y Energía, lo que incrementa el riesgo de que no se logre una gestión eficiente ni una organización adecuada. La falta de una visión compartida acerca del futuro de la actividad minera por parte de las entidades del Estado pone en riesgo el buen desarrollo del sector como potenciador de la actividad económica del país (Ministerio de Minas y Energía, 2016).

Las consecuencias críticas de dicha descoordinación se evidencian en el otorgamiento de títulos mineros, que se ven expuestos a dificultades de gestión respecto a las licencias ambientales, en áreas legalmente excluidas de la minería, tales como parques nacionales o regionales y ecosistemas de páramo, proliferación de minas abandonadas y la ausencia de una estrategia oficial en marcha para la atención de los pasivos ambientales generados por la actividad minera. Los titulares, empresarios e inversionistas mineros, se ven en disyuntivas respecto a las inversiones planteadas, producto de cambios normativos que implican que presupuestos iniciales para adelantar procesos de tramitación y estudios, sean insuficientes o no puedan ser ejecutados según los cronogramas. De acuerdo a los resultados de la Brújula Minera 2018, la segunda razón del pesimismo de los empresarios del sector se debe a la ausencia de seguridad jurídica y consideran que entre 2017 a 2018 el avance en la coordinación entre las autoridades involucradas en la minería es del 30% (JA & Asociados, 2018).

A lo largo de los años han existido varios ejemplos de estas disyuntivas jurídicas entre instituciones para el desarrollo del sector minero, uno de los casos más recientes se encuentra relacionado con la facultad para prohibir operaciones extractivas por parte de los entes territoriales a través del mecanismo de la consulta popular. De acuerdo a la Ley 134 de 1994, “la consulta popular es la institución mediante la cual, una pregunta de carácter general sobre un asunto de trascendencia nacional, departamental, municipal, distrital o local, es sometida por el Presidente de la República, el gobernador o el alcalde, según el caso, a consideración del pueblo para que éste se pronuncie formalmente al respecto” y el Artículo 105 de la Constitución, “previo cumplimiento de los requisitos y formalidades que señale el estatuto general de la organización territorial y en los casos que éste determine, los Gobernadores y Alcaldes según el caso, podrán realizar consultas populares para decidir sobre asuntos de competencia del respectivo departamento o municipio” (Registraduría Nacional del Estado Civil, s.f.). A lo largo de los últimos años la ciudadanía se ha valido de este mecanismo para prohibir las operaciones extractivas (mineras y de hidrocarburos) en sus territorios. Una de estas consultas fue la adelantada en el municipio de Cumaral (Meta) en junio de 2016 con el fin de frenar un proyecto de exploración sísmica en su área rural, con fines de búsqueda de hidrocarburos. Como respuesta, la empresa Mansarovar Energy Colombia Limitada, vinculada a la iniciativa de la explotación petrolífera, acudió a la acción de tutela. Según Juan Laverde, en su artículo en el periódico El Espectador, “el punto de vista de la empresa es que resultaba cuestionable que mediante la consulta popular se desconociera un contrato legalmente firmado con la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH)”, así mismo menciona, que al asunto se fueron sumando organismos como Ecopetrol, la Asociación Colombiana de Petróleo (ACP) y la Agencia Nacional de Minería, entre otros, todos interesados en aclarar el asunto. Es así que el 8 de septiembre de 2018 se conoció un fallo de la Corte Constitucional en el cual se establece que las consultas populares no pueden vetar proyectos mineros ni energéticos (Juan Laverde, 2018). Sin embargo, según la Redacción Judicial del mismo periódico en artículo del 17 de octubre de 2018, se da a conocer un fallo del Consejo de Estado que manifiesta todo lo contrario, es decir que las consultas populares sí pueden prohibir las actividades mineras, dejando en la incertidumbre a la fecha el alcance de este mecanismo y por ende su influencia en las operaciones mineras (Redacción Judicial, 2018).

Paz, justicia e instituciones sólidas



Gobernanza y
Gobernabilidad
(Un Estado confiable)

Articulación institucional y claridad en las reglas de juego

El Gobierno, representado en sus diferentes instituciones (nacionales y departamentales), establece los lineamientos para la práctica de la minería en Colombia a través de la política pública; por esta razón, la articulación y coherencia de los lineamientos y requerimientos entre dichas instituciones es clave para el desarrollo del sector, dado que ofrecen reglas clara para los diferentes actores involucrados.

Otra de las graves consecuencias de la desarticulación institucional y falta de claridad en las reglas de juego, son las 'demora en los trámites gubernamentales, así como una falta de respuesta eficiente y oportuna en los procesos asociados a la actividad. La autoridad minera (ANM), aunque está implementando un plan de descongestión, actualmente no cuenta con tiempos predecibles ni oportunos de respuesta' (Ministerio de Minas y Energía, 2016).

El mismo Ministerio reconoce que "no existe una visión compartida de mediano y de largo plazo entre el sector minero y otros sectores relacionados con el uso del suelo; según el Artículo 80 de la Constitución Política, el Estado debe planificar el manejo y el aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución, y prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. En cumplimiento de dichas funciones, el Sistema Nacional Ambiental ha establecido una serie de instrumentos de planificación orientados a definir los lineamientos de uso y manejo de los ecosistemas".

Debe anotarse que el ordenamiento ambiental en Colombia se realiza bajo un enfoque de cuenca hidrográfica¹¹. De conformidad con lo señalado en el Decreto 1640 de 2012, el POMCA (Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas) es el "instrumento a través del cual se realiza la planeación del uso coordinado del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna y el manejo de la cuenca entendido como la ejecución de obras y tratamientos, en la perspectiva de mantener el equilibrio entre el aprovechamiento social y económico de tales recursos y la conservación de la estructura fisicobiótica de la cuenca y particularmente del recurso hídrico". Actualmente, los POMCA no se encuentran totalmente articulados con los Planes de Ordenamiento Territorial de los municipios, ya que no se realiza una caracterización del territorio en todos sus aspectos y tampoco se hace un análisis de potencialidades, limitantes y condicionamientos para los diferentes usos del territorio, entre ellos el minero (Ministerio de Minas y Energía, 2016).

En un estudio del 2014, realizado por Fedesarrollo, se concluyó los tiempos para otorgar la licencia ambiental han variado ampliamente entre el 2007 y el 2014, siendo el tiempo promedio de licenciamiento ambiental de 624 días calendario (20,5 meses). Para agilizar el proceso de otorgamiento de la licencia ambiental el Plan de Desarrollo 2010-2014 estableció unos plazos, sin embargo, según este estudio 'después de la expedición de la ley se surtieron dos procesos: uno por fuera de los plazos y otro dentro de lo establecido, y al ser consultadas las empresas y los funcionarios cada parte alegó responsabilidad de la contraparte en las demoras' (Fedesarrollo, 2014).

Comunidades sostenibles



Grupos sociales
(Un ciudadano que exige)

Grupos de sociales que tienen voz y voto en la operación del sector minero

Se refiere al rol de los ciudadanos y las comunidades en las áreas de influencia de los proyectos mineros, así como las consideraciones especiales que se tienen para ejercicios de consulta con grupos étnicos. Este punto considera el análisis sobre el apoyo o rechazo a los proyectos mineros (con o sin suficiencia de criterio), procesos de vigilancia o veeduría, empoderamiento local (POT), y el nivel de representatividad de los actores sociales.

El desarrollo de cualquier actividad económica debe estar enmarcada en el respeto a los derechos fundamentales y colectivos de todos los ciudadanos, pobladores y comunidades étnicas y la actividad minera no es ajena a estas exigencias. Buenas prácticas como la participación, los diálogos sociales (anticipados, pertinentes y oportunos), el relacionamiento respetuoso, el compromiso y cumplimiento de estándares sociales, ambientales, de protección a la salud y laborales podrían ser instrumentos que facilitarían la construcción de confianza mutua entre todos actores involucrados (UPME, 2017).

El grado de aceptación necesario en los territorios para que la minería pueda desarrollarse en forma ordenada y responsable, generando impactos económicos en términos de empleo digno e ingresos esperados, sin conflictos con otras actividades productivas y minimizando los impactos adversos sobre los servicios ecosistémicos y las poblaciones, requiere que estas relaciones de confianza y legitimidad de la actividad minera se construyan sobre bases sólidas y creíbles, a través de instrumentos como las buenas prácticas, entre las cuales se encuentran la responsabilidad social empresarial, la transparencia, la sostenibilidad ambiental, diálogos y seguridad y salud en las labores mineras, conforme a los tres pilares que orientan los Principios Rectores sobre las Empresas y Derechos Humanos, sobre el deber del Estado de proteger los derechos humanos, y la responsabilidad de las empresas de respetarlos y de remediar las afectaciones generadas (UPME, 2017).

La consulta popular es un mecanismo de participación ciudadana y una de las manifestaciones más amplias de la democracia participativa, mediante la cual pueden someterse asuntos de interés nacional, departamental, municipal o distrital, para que la ciudadanía defina directamente el destino colectivo de su territorio (Registraduría Nacional del Estado Civil, s.f).

De acuerdo con el Ministerio del Interior, durante 2017 se realizaron siete consultas populares: dos en Cundinamarca, dos en Santander, una en Quindío, otra en Meta y una última en Tolima. Proyectos de hidrocarburos y minería fueron los principales motivos para que los municipios llevaran a cabo estas consultas (Ministerio del Interior, 2018). La Directiva Presidencial 10 de 2013 estableció el protocolo o guía sobre las etapas del proceso de consulta previa para regular la coordinación entre las entidades públicas involucradas y aumentar la eficiencia administrativa del proceso. No obstante, según un estudio realizado por Fedesarrollo, si bien, la Directiva establece que la solicitud de certificación (etapa 1) debe durar máximo 15 días hábiles en ser respondida por el Ministerio del Interior; en su investigación se pudo observar que este proceso tiende a dilatarse hasta 3 ó 4 veces más de lo establecido (Fedesarrollo, 2015).

La mayoría de las consultas contaron con una participación del electorado por encima del umbral (33%) y dieron como resultado que más del 90% de los asistentes votaran en contra de un proyecto minero en específico o de la minería en general. Adicionalmente, existen sentencias recientes en Colombia en las que la Corte Constitucional ha señalado la legalidad y conformidad constitucional de las consultas y sus resultados (K. Dietz, 2018).

Existe una mala reputación, o aversión, frente a la actividad minera, así como niveles importantes de conflictividad y resistencia a los proyectos en muchas regiones donde se desarrolla la minería, debido a la escasa implementación de procesos de difusión y socialización efectivos sobre los impactos positivos y negativos que genera esta actividad. Actualmente, hay desinformación en las comunidades cuando se expone la idea errónea de que la minería en general es nociva para el ambiente, la economía y la sociedad, lo cual dificulta la implementación y puesta en marcha de los proyectos mineros. Aunque mucho de lo anterior es producto de una creciente campaña de protección a ultranza del medio ambiente, entre otras razones, debe ser claro que errores que algunas empresas mineras cometieron en el pasado han sido fuente de descontento local (Ministerio de Minas y Energía, 2016).

Acción por el clima



Aspectos ambientales
(Un bien común)

Actitud general frente a la sostenibilidad ambiental

Se refiere a la posición que adoptan y acciones que realizan la ciudadanía general y la industria para el cuidado y protección del medio ambiente. Desde la ciudadanía, se pueden observar iniciativas que reflejan cambios en los hábitos de consumo, y que impactarán de manera directa o indirecta el mercado de algunos minerales; de igual forma, las empresas pueden asumir posiciones y prácticas donde se evidencian esfuerzos de protección al medio ambiente.

Así como los gobiernos han creado pactos y acuerdos para combatir al cambio climático, a través de diferentes políticas y medidas que protejan y cuiden el medio ambiente, las sociedades se han ido concientizando de como su comportamiento tiene un efecto en el medio ambiente. En este sentido, y con ayuda de las redes sociales, las sociedades se han empoderado para influir, por un lado sobre el Gobierno para la creación de medidas que protejan el medio ambiente y sobre la industria para afectar la demanda de productos en pro de favorecer aquellos que sean ambientalmente amigables y exigir a las industrias el uso de prácticas ambientales que mitiguen los efectos que la industria genera sobre el mismo ambiente. Según los resultados de la Brújula Minera 2017, 60% de las personas entrevistadas opinaban que la minería es el sector que más afecta el medio ambiente (Asociación Colombiana de Minería, 2017), creando presión sobre el sector para que se generen medidas de conservación del medio ambiente.

*“No rechazamos la minería porque es una necesidad, además es el sustento de miles de familias, pero **también existe la responsabilidad de proteger lo que está sobre la superficie para la agricultura y el turismo**”* Pedro Páez, campesino municipio de Gachantivá, Boyacá. (Periódico El Tiempo, 2018)

En este mismo sentido, las industrias por un tema de responsabilidad ambiental y/o reputación e imagen, pueden trabajar en aplicar prácticas y estándares de cuidado ambiental en sus procesos y productos. En este sentido, algunos ejemplos de responsabilidad ambiental desde las empresas son:

- La Gobernación de Antioquia y la Corporación Calidad, otorgaron en el 2011 el Premio a la Minería Responsable de Antioquia a la empresa Mineros S.A, destacando que esta empresa ha diseñado un modelo de responsabilidad social y ambiental que es un referente para la región. Algunas de las acciones que ha realizado en pro del medio ambiente han sido (Corporación Calidad, 2011):
 - ✓ Apoya proyectos de conservación, protección y manejo de las fuentes hídricas que abastecen el acueducto municipal, de los corregimientos y veredas cercanas a la operación.
 - ✓ Apalanca procesos de educación ambiental y participación comunitaria para la prevención de vertimiento de contaminantes particularmente mercurio y cianuro.
 - ✓ Recuperación y protección de fuentes abastecedoras de agua para consumo humano.
 - ✓ Promueve la incorporación de tecnologías apropiadas para el manejo y disposición final de aguas residuales y recuperación de caños y humedales.
 - ✓ Creación del programa Parcelas Agroforestales, consiste en establecer 3 parcelas por año durante la vigencia del proyecto. A noviembre de 2018 hay 24 parcelas con un área mayor de 350 Ha. en total.
- De acuerdo a El Tiempo, el programa de Rehabilitación de Tierras de Cerrejón, logra convertir un área intervenida por la minería en un ambiente estable y productivo que permite el establecimiento y sostenimiento de comunidades bióticas y que además se reconecta a los ecosistemas regionales como proveedor de bienes. Así mismo, menciona El Tiempo que desde su implementación el proyecto ha permitido rehabilitar cerca de 3.789 hectáreas correspondientes al 93% de las áreas en donde se ha finalizado la operación minera, y se han sembrado más de 1,6 millones de árboles de más de 40 especies nativas. Lo anterior ha permitido el retorno de especies de fauna silvestre propia de la región (Periódico El Tiempo, 2018).

Estas mismas presiones han hecho que se generen nuevos productos en una tendencia por tecnologías limpias, como lo es el uso de carros eléctricos, y depende de su costo y adopción por la comunidad la efectividad que estas tengan en el cambio climático y la conservación del medio ambiente.

Potencial geológico



Dotación minera y su
conocimiento
(Un conocimiento de todos)

Generación y uso del conocimiento geológico

El conocimiento geológico es un elemento clave para el sector minero, dado que hace referencia al nivel de conocimiento sobre el potencial y reservas geológicas de Colombia. Este conocimiento está orientado a tener un inventario robusto y confiable sobre cuáles minerales tiene el País, cuánto tiene de cada uno y dónde se encuentran.

El Estado Colombiano por ley es dueño del subsuelo y ello incluye los yacimientos minerales que en él se encuentran. Es por ello que entrega bajo contrato de explotación por un periodo definido de tiempo (extensible) a quien le ofrezca las mejores condiciones y cumpla con la normatividad aplicable a cambio del pago de regalías. Como parte de estas condiciones se incluye, que la información que el privado obtenga del yacimiento minero deberá ser entregada a la autoridad competente.

Adicionalmente el Gobierno ha designado al Servicio Geológico Colombiano como entidad a cargo de generar conocimiento geocientífico empleando estudios e investigaciones geológicas, geoquímicas y geofísicas para evaluar el potencial de recursos minerales metálicos, energéticos y no metálicos e industriales en el territorio colombiano. De esta manera se garantiza que el conocimiento adquirido del subsuelo sea público y de fácil acceso para todos los interesados.

La dotación minera se convierte en un elemento primordial para el desarrollo de actividades mineras, es decir se debe contar con potencial geológico para poder hacer un desarrollo minero. Sin embargo, no sólo hace falta contar con el potencial sino además contar con la información que lo confirme. Es así como la información del Servicio Geológico Colombiano y la información entregada por los mismos mineros suman al conocimiento del potencial geológico de Colombia.

En este sentido, según la ANM, el subsuelo colombiano tiene potencial en oro, carbón y esmeraldas, como los más conocidos, pero también de otros minerales como el cobre, hierro, manganeso, plomo, zinc y titanio. Menciona también que Colombia duerme igualmente sobre sal terrestre y marina, gravas, arenas, arcilla, caliza, azufre, barita, bentonita, feldespato, fluorita, asbesto, magnesita, talco, yeso, roca fosfórica y rocas ornamentales (ANM, 2015). Adicionalmente, de acuerdo con el viceministro de Minas, Carlos Andrés Cante menciona, “Contamos con información de 70% del territorio sobre la cartografía geológica del subsuelo, mientras 46% y 12% registran información geofísica y geoquímica, respectivamente” (MME, 2017).

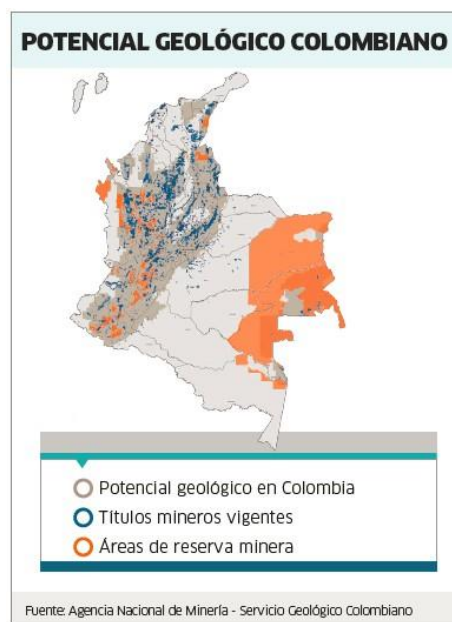


Figura 11. Potencial Geológico colombiano
(Asociación Colombiana de Minería, 2017).

Crecimiento económico



Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y
competidores)

Condiciones de mercado de los proyectos mineros

Comprende todos los factores que pueden influenciar el rendimiento del negocio de la minería para los inversionistas, como la dinámica del mercado, los precios internacionales, la especulación, la competencia, la tasa de retorno, el comportamiento de las economías emergentes, entre otros. En este punto se considera, por ejemplo, la disponibilidad de infraestructura necesaria para la viabilidad de los proyectos.

Como se mencionó anteriormente, comprende todos los aspectos que afectan la rentabilidad de la industria minera para las inversionistas, entre los que se destacan:

- **Carencia de encadenamientos productivos:** Según la UPME, “los encadenamientos productivos hacia delante y hacia atrás en la minería se consideran insuficientes pues, entre otras causas, el país no ha desarrollado una estrategia entre el sector público y las empresas que permita realizar una completa coordinación de información entre la necesidades de la demanda (las empresas mineras) sobre la calidad y cantidad de bienes y servicios que requieren para sus procesos productivos y la información sobre la oferta nacional, regional y local (empresas de otros sectores productivos) que pudieran atender los requerimientos de la minería en forma competitiva” (Ministerio de Minas y Energía, 2016).
- **Caída internacional de precios.** La caída en los precios de los minerales, específicamente del níquel, oro y carbón, acompañado de una alta dependencia de los mercados existentes, pone en riesgo la rentabilidad y competitividad del negocio minero en el corto y mediano plazo (Ministerio de Minas y Energía, 2016). Un ejemplo de esta caída de precios, es lo evidenciado durante el 2015, en el cual los precios internacionales del carbón, níquel y oro, se desplomaron en lo corrido de ese año en un 23%, 41% y 11%, respectivamente (Banco Mundial, 2018). Dicha situación, además de afectar los ingresos de sus productores, también afectaron la inversión en el sector. De acuerdo con la Asociación Colombiana de Minería, la inversión extranjera directa, que se distribuye en exploración, ampliación de los proyectos y otros, se redujo de forma significativa, alrededor de un 35% para el 2016 (ACM, 2017).
- **Baja inversión extranjera.** En el sector minero, la inversión extranjera para el periodo comprendido entre 2008 y 2013 se mantuvo en promedio en el orden de los USD\$2.422 millones anuales, a excepción del año 2010, cuando la inversión solo alcanzó los USD\$1.748 millones, dada la caída en los precios internacionales. Para 2014 y 2015, se presenta de nuevo una caída importante en la inversión extranjera en el sector, explicada principalmente por la baja en los precios del petróleo y del carbón, lo que ha generado la salida del país de algunos inversionistas (Ministerio de Minas y Energía, 2016).
- **Baja competitividad.** Aunque con algunas excepciones, el sector minero formal colombiano presenta bajos niveles de inversión en innovación, tecnología y desarrollo, tanto al interior de las empresas como en centros de investigación y academia. Además, hay oportunidades de mejora en la formación de capital humano y desarrollo de capacidades para el sector. Por último, existen pocas oportunidades de financiamiento para las actividades del sector, debido al desconocimiento del sector y a una creciente y generalizada mala reputación (Política Minera de Colombia, 2016). Según la Asociación Colombiana de Minería, “comparado Colombia con otros países de la región se evidencia la pérdida de competitividad en la atracción de capitales mineros, el país atrajo apenas el 6% de la inversión en exploración minera en Latinoamérica mientras que México, Perú y Chile atrajeron respectivamente el 21%, 22% y 23% de la inversión en exploración de la región y lideran así la atracción de capitales externos en la región. Además, el flujo de IED promedio en minería en dichos países supera el promedio nacional donde Perú, el líder en flujos de capital, atrajo en promedio 7.815 millones de dólares y Colombia apenas 1.492 siendo el de menor atracción de la muestra...
...Así mismo, menciona que el Instituto Fraser, que anualmente calcula el índice de atracción de la inversión minera, muestra en 2016 a Colombia como un país de atractivo medio para la inversión minera, por debajo de otros países de la región como Perú, Chile, México, e incluso Brasil. Históricamente, Colombia se ha ubicado entre los puestos 17 y 65 siendo el 2010 el mejor año (17 entre 79 países) y la calificación del 2016 la de peor ubicación (65 entre 104 países)” (Asociación Colombiana de Minería, 2017).

Los estados extremos de cada fuerza motora categorizada como de incertidumbre crítica permiten definir los límites entre los escenarios. Los estados extremos de cada fuerza de incertidumbre crítica son:

Estado ideal	Fuerza	Estado no deseado
Gobierno pro minería	 Posición estatal ante recursos mineros y ambientales (Un Estado activo)	Gobierno anti minero
Reglas claras	 Gobernanza y Gobernabilidad (Un Estado confiable)	Inestabilidad jurídica
Apoyo de las comunidades a la minería	 Grupos sociales (Un ciudadano que exige)	Rechazo de las comunidades a la minería
Alta preocupación por sostenibilidad ambiental	 Aspectos ambientales (Un bien común)	Indiferencia por la sostenibilidad ambiental
Alto retorno de las operaciones mineras	 Condiciones de mercado (Un juego con reglas y competidores)	Pérdidas económicas en las operaciones mineras
Alto conocimiento del potencial geológico	 Dotación minera y su conocimiento (Un conocimiento de todos)	Desconocimiento de potencial geológico



Descripción escenarios



En este capítulo se describen los tres escenarios mineros nacionales para el 2035: Coexistencia, Continuidad y Divergencia.

Colombia 2035: Coexistencia

Febrero, 2035

“La mejor forma de predecir el futuro es crearlo”

Peter Drucker

Colombia comprende que la riqueza está en aquello que nos complementa y que la minería responsable con el medio ambiente, las comunidades y con otras actividades que utilicen el suelo, es un instrumento de prosperidad. El equilibrio entre el impulso Estatal, una comunidad constructiva, activa y participante, y una minería apalancada en el conocimiento de su potencial, le permitieron a Colombia avanzar en espirales ascendentes de creación de valor compartido.

Colombia 2035: Continuidad

Febrero, 2035

“Solamente aquel que construye el futuro tiene derecho a juzgar el pasado.”

Friedrich Nietzsche

Las expectativas prometían cambios radicales que impulsarían al Estado hacia una sólida visión; sin embargo, al llegar el 2035, las amenazas no materializadas y las oportunidades no aprovechadas en el sector minero, son las que determinan su realidad. El País es administrado a través de entidades públicas que siguen sin lograr una óptima sincronización, lo que lleva a que en ocasiones las reglas de juego no sean claras y justas para todos.

Colombia 2035: Divergencia

Febrero, 2035

“Si el ritmo de cambio de afuera excede el ritmo de cambio al interior, el fin esta cerca ”

Jack Welch

La perspectiva de futuro donde la actividad minería era boyante y aportaba los recursos necesarios para apalancar el progreso del País, se disolvió. Fracasaron los esfuerzos en pro del desarrollo sostenible, materializándose la distopía. Algunos piensan que perdieron los mineros, pero la verdad es que todos perdimos un poco... o todo.





Colombia 2035: Coexistencia

Febrero, 2035

“La mejor forma de predecir el futuro es crearlo”
Peter Drucker

Después del ingreso a la OCDE y la suscripción del Acuerdo de París, compatibles con las miradas internacionales, permitieron que Colombia mediante firma de convenios con países desarrollados, adquiriera recursos que apalancaron una dinámica de participación activa en iniciativas que contribuyeron a moldear sus políticas públicas en pro de los temas económicos, sociales y ambientales.

Las buenas prácticas adoptadas y los resultados de las mismas, ayudaron a reenfocar las demandas y presiones de las comunidades empoderadas de conocimiento, quienes gracias a un proceso de madurez y fortalecimiento de criterio, adoptaron nuevas formas de relacionarse y colaborar con el Estado.

El país creó los fundamentos para una bonanza económica, y buena parte de su desarrollo estuvo relacionado con la expansión y fortalecimiento del sector minero que, en armonía con las tendencias y requerimientos en pro de la sostenibilidad, lograron aprovechar al máximo el conocimiento sobre su dotación geológica hasta consolidar proyectos productivos factibles. Esa astucia tuvo resultados positivos en que permitieron ganar participación en el mercado de minerales.

Esa ecuación entre el impulso Estatal, una comunidad activa y participante, y una minería apalancada en el conocimiento, con inversiones en apropiación tecnológica, le permitieron a Colombia avanzar en ciclos de retroalimentación positiva, donde uno de sus principales resultados fue dar sus primeros pasos en proyectos piloto de beneficio y transformación, que conducen a la exportación de minerales con valor agregado, superando un poco la etapa en la que su mercado se limitaba a los commodities.

Hoy en 2035, Colombia comprende que la riqueza está en aquello que la complementa. La madurez de las Instituciones Públicas y Privadas, así como la participación de Colombia en diferentes escenarios internacionales, le brinda elementos para comprender que es posible tener el desarrollo de una actividad minera próspera, con fuertes patrones de competitividad, y bajo condiciones que favorezcan la sostenibilidad ambiental.

Hoy Colombia cuenta con un catálogo de sus recursos y reservas validados por organismos competentes y con capacidades para aprovecharlos, de modo que el desempeño de mercado del sector minero atrae a los inversionistas que apalancan su crecimiento, e inyectan los recursos necesarios para cumplir la función social del Estado.

Hoy la minería representa un instrumento de prosperidad, con un territorio organizado de acuerdo a sus potencialidades y las comunidades lo entienden de ese modo. La información sobre la actividad minera en el país es pública, suficiente y permite a los ciudadanos establecer las acciones de veeduría que minimicen cualquier tipo de preocupación relacionada con el sector.

Hoy la coexistencia de actores que reconocen e interrelacionan sus necesidades y expectativas, bajo la mirada arbitral de un Estado que cuenta con unas reglas de juego claras para todos, hace posible que ya no sean necesarias las renunciadas polarizantes. Se da paso a la construcción espiral ascendente de creación de valor compartido entre el sector minero, medio ambiente y las comunidades.

Escenario 1. Coexistencia

Escenario 2. Continuidad

Escenario 3. Divergencia

El punto en el espectro en el cual una fuerza se encuentra, dentro del rango de los estados extremos, se representa así:



La evaluación del punto en el espectro en el cual cada fuerza se encuentra en el presente escenario fue obtenido a través de una mesa de trabajo con la institucionalidad minera, con el apoyo de una herramienta de participación interactiva. Los resultados numéricos obtenidos se presentan en el Anexo 1. Clasificación grado de fuerzas en los escenarios.

El estado de las variables críticas en este escenario es:

- ▶ Gobierno con enfoque en la promoción de la minería ambientalmente sostenible
- ▶ Políticas fuertes para el cuidado de la biodiversidad y las fuentes hídricas
- ▶ Impuestos a la emisión de gases efecto invernadero
- ▶ Implementación y promoción de fuentes de energía que no generen emisiones

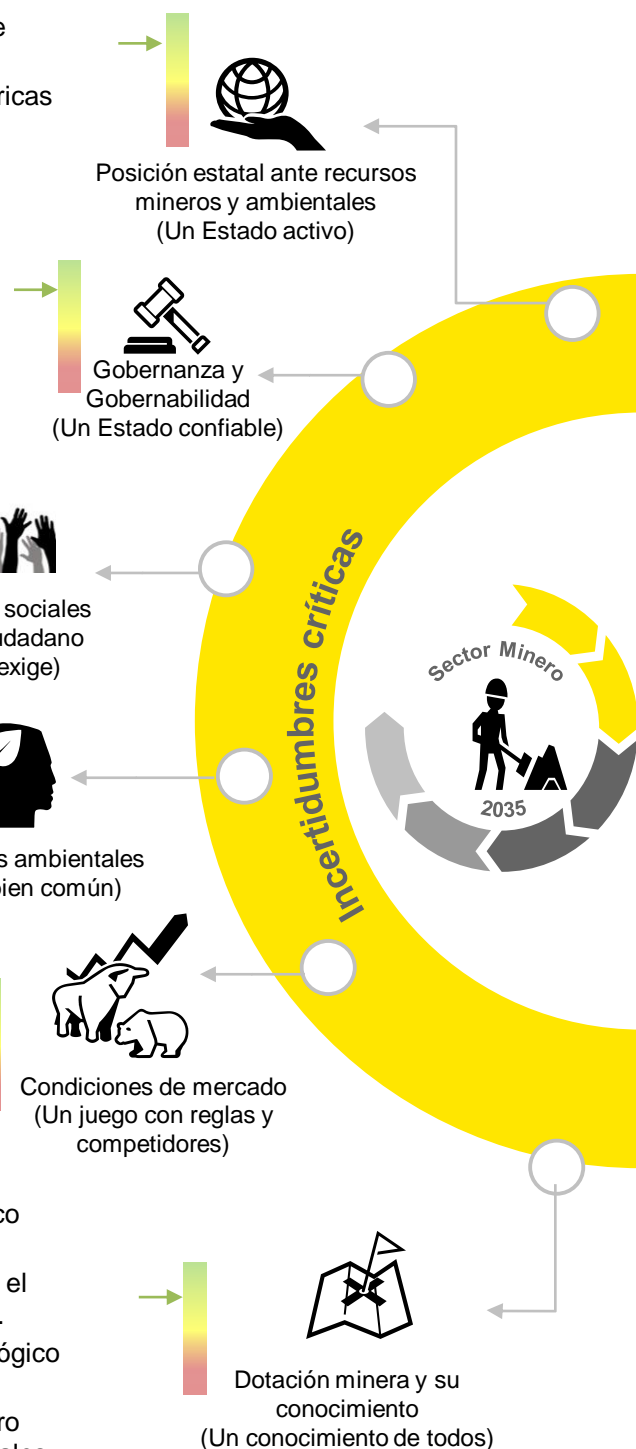
- ▶ Hay lineamientos claros para la ejecución de proyectos de minería en Colombia
- ▶ La institucionalidad minera es fuerte

- ▶ Las comunidades mineras informadas tienen voz y voto en el desarrollo de la actividad minera
- ▶ La mayor parte de la ciudadanía bien informada apoya los proyectos minero
- ▶ La opinión de la ciudadanía acerca del sector minero es objetiva y con conocimiento de causa

- ▶ Alta preocupación por parte de la sociedad en general por la sostenibilidad ambiental
- ▶ Los consumidores exigen energía verde y muestran disposición por el transporte ecológico
- ▶ Cultura en la industria y la ciudadanía por el cuidado del agua

- ▶ Alto retorno de las operaciones mineras
- ▶ La aceptación de nuevas tecnologías a nivel mundial conllevan una mayor demanda de minerales
- ▶ La industria de la joyería a base de oro y esmeraldas Colombiana tienen un posicionamiento importante a nivel internacional
- ▶ Los precios internacionales de los commodities mantienen la tendencia al alza.

- ▶ El país tiene un alto conocimiento del potencial geológico existente.
- ▶ No hay territorios azotados por la violencia que impidan el trabajo para mejorar el conocimiento geológico del país.
- ▶ Gobierno y sector privado aportan al conocimiento geológico del país.
- ▶ El Estado, la sociedad y los inversionistas tienen un claro conocimiento acerca de dónde y qué cantidad de minerales hay en Colombia



Escenario 1. Coexistencia

Escenario 2. Continuidad

Escenario 3. Divergencia

Las principales consecuencias y/o implicaciones de que las fuerzas motoras de incertidumbre crítica tengan en 2035 las características anteriormente mencionadas son:





Prólogo

Colombia 2035: Continuidad

Febrero, 2035

“Solamente aquel que construye el futuro tiene derecho a juzgar el pasado”
Friedrich Nietzsche

Las presiones positivas que el País recibió como miembro activo de diferentes escenarios internacionales, como lo es ser miembro de la OCDE y haber suscrito el Acuerdo de París, contribuyeron para que Colombia considerará algunos elementos que podían impactar positivamente sus políticas públicas en materia de minería y medio ambiente. No obstante las exigencias para países en vía de desarrollo, que superaban la capacidad de respuesta del país, y la falta de un compromiso real de los países desarrollados para hacer acuerdos que condujeran a la adopción de algunos lineamientos, no fueron suficientes para marcar una diferencia; sin embargo, aquellos que se lograron implementar desencadenaron algunos efectos positivos en dichas áreas.

En este sentido, la minería siguió representando un importante eslabón de la economía colombiana. Desde el Gobierno, el sector minero recibió el soporte necesario para continuar su desarrollo, sin embargo, la agenda de algunos temas ambientales generó discrepancias con algunos sectores de la sociedad. Las preocupaciones por fomentar acciones en pro de la sostenibilidad entonces vigentes, no mostraron efectos del todo contundentes.

Colombia continuó con la labor juiciosa de reconocer todo su potencial geológico, elevando potenciales recursos a reservas y aunque la tarea no fue cumplida a cabalidad, si mejoró el nivel de conocimiento que le permitió hacer planificación del sector y una promoción efectiva del País como destino para la inversión extranjera en temas de minería; sin embargo, la incertidumbre sobre algunos temas asociados a la estabilidad jurídica y la licencia social para operar hicieron que algunos inversionistas declinaran dichas invitaciones. Los productos mineros de Colombia continuaron siendo commodities, dado que la incursión con esquemas de valor agregado siguió siendo incipiente.

Llega el 2035 y la expectativa sobre lo que sería el futuro es bastante discreta. En algún momento se vislumbraron cambios radicales que afectarían todas las facetas de la sociedad; sin embargo, hoy permanecen amenazas no materializadas y oportunidades no aprovechadas. El país es administrado a través de entidades públicas que, pese a múltiples esfuerzos, siguen sin lograr una óptima sincronización, lo que lleva a que en ocasiones las reglas de juego no sean claras para todos los actores.

Las preocupaciones ambientales siguen generando estructuras de presión no fundamentadas, para que el Estado regule con mayor contundencia la actividad minera; las comunidades poco informadas han aprendido y sofisticado herramientas que le permiten hacer valer sus puntos de vista, mientras que las empresas del sector siguen buscando nuevas formas de interacción positiva para colegiar intereses y necesidades.

Escenario 1. Coexistencia

Escenario 2. Continuidad

Escenario 3. Divergencia

El punto en el espectro en el cual una fuerza se encuentra, dentro del rango de los estados extremos, se representa así:



La evaluación del punto en el espectro en el cual cada fuerza se encuentra en el presente escenario fue obtenida a través de una mesa de trabajo con la institucionalidad minera, con el apoyo de una herramienta de participación interactiva. Los resultados numéricos obtenidos se presentan en el Anexo 1. Clasificación grado de fuerzas en los escenarios

El estado de las variables críticas en este escenario es:

- ▶ Gobierno con enfoque en la promoción de la minería con mínimas consideraciones ambientales
- ▶ Políticas insuficientes para el cuidado de la biodiversidad y las fuentes hídricas
- ▶ Incentivos débiles para la promoción de fuentes de energía renovables no convencionales
- ▶ Medidas insuficientes para disminuir las emisiones de CO₂



Posición estatal de recursos mineros y ambientales (Un Estado activo)



- ▶ Hay lineamientos para la ejecución de proyectos de minería en Colombia, sin embargo no hay una congruencia en los mismos entre las entidades ambientales y mineras de orden nacional y territorial.
- ▶ A pesar de los esfuerzos realizados, no hay una comunicación efectiva entre las diferentes instituciones del estado.



Gobernanza y Gobernabilidad (Un Estado confiable)



- ▶ Las comunidades mineras poco informadas tienen voz y voto en el desarrollo de la actividad minera.
- ▶ No hay un consenso entre las comunidades mineras acerca del apoyo a la minería
- ▶ La opinión de la ciudadanía acerca del sector minero se basa en la desinformación



Grupos sociales (Un ciudadano que exige)



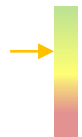
- ▶ Preocupación por parte de la sociedad en general por la sostenibilidad ambiental
- ▶ Los consumidores exigen la protección del medio ambiente, pero delegan toda la responsabilidad solamente sobre el estado
- ▶ La conciencia ambiental no ha permeado a toda la sociedad



Aspectos ambientales (Un bien común)



- ▶ Las operaciones mineras generan retornos positivos
- ▶ Venta de los minerales como commodities
- ▶ Los precios internacionales de los commodities mantienen la tendencia actual



Condiciones de mercado (Un juego con reglas y competidores)



- ▶ El país tiene conocimiento de parte del potencial geológico existente
- ▶ Hay promoción a la inversión extranjera del potencial geológico conocido.



Dotación minera y su conocimiento (Un conocimiento de todos)



Escenario 1. Coexistencia

Escenario 2. Continuidad

Escenario 3. Divergencia

Las principales consecuencias y/o implicaciones de que las fuerzas motoras de incertidumbre crítica tengan en 2035 las características anteriormente mencionadas son:





Prólogo

Colombia 2035: Divergencia

Febrero, 2035

“Si el ritmo de cambio de afuera excede el ritmo de cambio al interior, el fin esta cerca ”

Jack Welch

Si bien Colombia suscribió algunos acuerdos internacionales que orientaban las acciones que desde el Estado se deberían adoptar para evitar la catástrofe ambiental, la falta de seguimiento riguroso desde el Gobierno, llevó a que muchas de estas recomendaciones nunca fueran adoptadas o reglamentadas. La desarticulación entre las entidades del Estado y los territorios, así como unas tantas acciones cuestionables de algunos miembros del Gobierno hicieron que, en unos casos la corrupción y en otros el clientelismo, pusieran por delante de la agenda pública temas que poco aportaron a generar cambios importantes para el beneficio general del País.

Ante ese panorama, el escepticismo de las comunidades sobre el papel del Estado, alcanzó niveles que amenazaron la gobernabilidad. Los ciudadanos pensaban que tenían que dar la pelea, pero ni siquiera tenían claro por qué o para qué. Sin criterio, las masas eran fácilmente manipulables por aquellos que perseguían intereses particulares y que, en algunos casos, estaban directamente relacionadas con actividades ilícitas que confundían y desprestigiaban al sector minero.

Los cimientos de la economía nacional, el abandono de los motores de la industria y las inversiones en infraestructura, que históricamente estuvieron en buena parte soportados en la minería, experimentaron un revés que comprometió la estabilidad de esos ingresos. Por falta de políticas y controles adecuados, las regalías poco a poco tomaron rumbos que no siempre fueron los originalmente destinados.

El País se sumió en un desinterés por aumentar sus niveles de conocimiento sobre su potencial geológico, y en tal medida, perdió todas las oportunidades que el mercado tuvo para ofrecerle. Las exportaciones de minerales tradicionales sin ningún tipo de valor agregado se fueron diezmando, dado que no se tomaron en cuenta los indicadores que mostraban cambios en las tendencias y expectativas de consumo en los mercados del mundo.

¿Para qué cooperar? ¿Para qué cuidar? ¿Para qué aprender? Teníamos muchos ejemplos de lo que no debíamos hacer, pero finalmente hoy en 2035 se materializa la distopía. La corrupción ganó la batalla y hoy las instituciones del Estado son naves que vagan desorientadas. Perdimos las oportunidades de crecimiento que venían de la mano con las regalías, dado que no se contó con el apoyo necesario para desarrollar el sector. Algunos piensan que perdieron los mineros, pero la verdad es que todos perdimos un poco...

¿En quién se puede creer? El desengaño lleva a los ciudadanos a formarse una opinión negativa sobre casi todo, lo que impide encuentros y acuerdos para salir adelante; crece la presión, aumenta la tendencia anti-todo: anti-políticos, anti-minería, anti-progreso, anti-cambio...

Se cumplió la profecía, pero de una forma inesperada: la minería no acabó con los recursos naturales, lo hizo la falta de gestión pública y la indiferencia por parte de los ciudadanos. La responsabilidad compartida nunca alcanzó a la conciencia de sus responsables.

Aunque no se sabe ni lo que se tiene, ¿tendría algún sentido saberlo?... El País podría descansar sobre las últimas reservas del metal precioso más valioso del planeta, pero no tendríamos el conocimiento ni la capacidad para aprovecharlo porque los inversionistas y los mercados perdieron la confianza en Colombia.

Había una perspectiva de futuro donde la minería aportaba los recursos necesarios para apalancar el progreso del País, a través de inversión en infraestructura, programas sociales, educación... pero ese futuro se disolvió en el aire insalubre que ahoga a los colombianos en 2035.

Escenario 1. Coexistencia

Escenario 2. Continuidad

Escenario 3. Divergencia

El estado de las variables críticas en este escenario es:

- ▶ Gobierno sin un enfoque claro, que resulta en un desentendimiento de la industria minera, menor seguridad jurídica y más desconfianza entre los diferentes actores desestimulando la inversión
- ▶ No hay protección del gobierno del cuidado de la biodiversidad y las fuentes hídricas.
- ▶ No hay esfuerzos para la promoción de fuentes de energía renovables no convencionales
- ▶ No hay medidas para disminuir las emisiones de CO₂

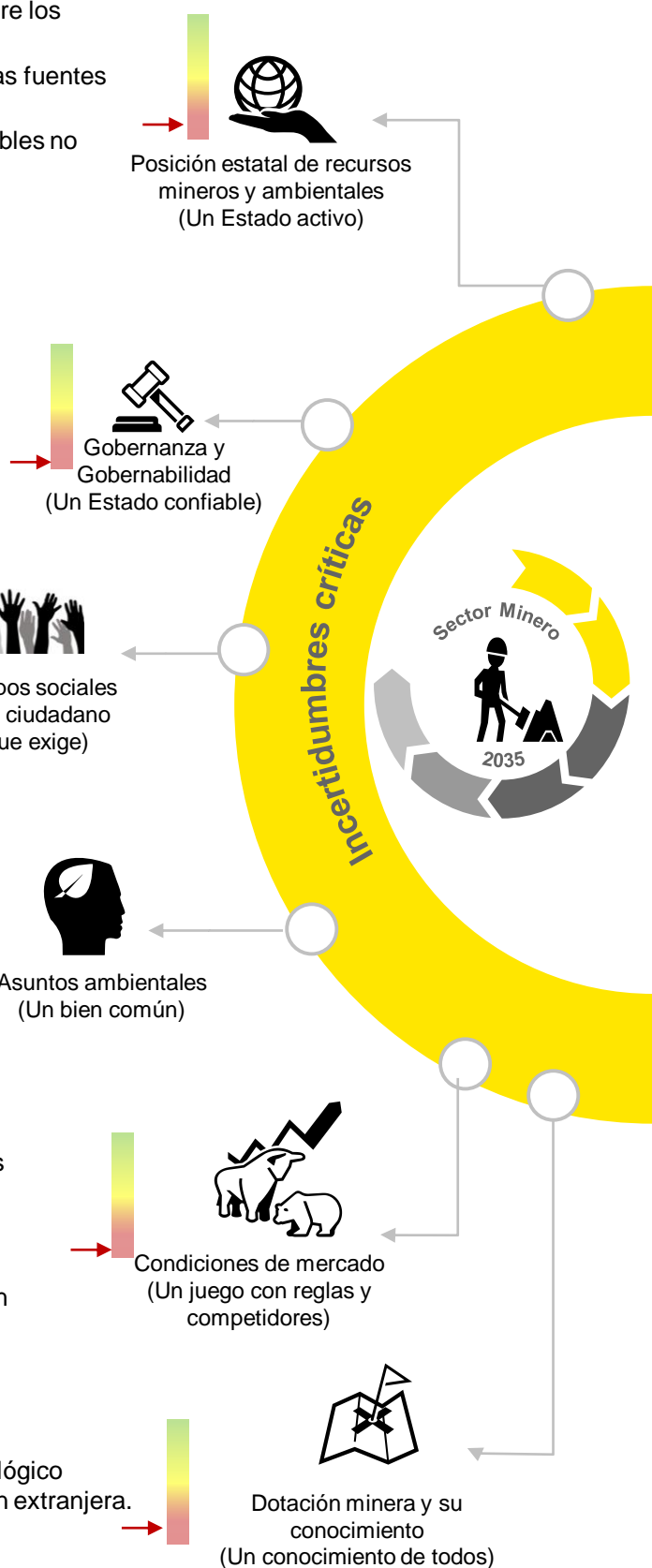
- ▶ Hay lineamientos para la ejecución de proyectos de minería en Colombia, sin embargo no hay una congruencia en los mismos entre las entidades ambientales y mineras de orden nacional y territorial
- ▶ A pesar de los esfuerzos realizados, no hay una comunicación efectiva entre las diferentes instituciones del estado.
- ▶ Las regulaciones son ajustadas a intereses particulares

- ▶ Las comunidades mineras no tienen voz y voto en el desarrollo de la actividad minera, por lo cual se ven abocadas a realizar protestas y paros.
- ▶ Hay rechazo de las comunidades a las actividades mineras por el aumento de problemas ambientales y de salud
- ▶ La opinión de la ciudadanía acerca del sector minero se basa en la desinformación

- ▶ Indiferencia hacia la sostenibilidad ambiental por parte de la sociedad en general
- ▶ Los consumidores exigen productos a bajo costo sin importar su impacto ambiental
- ▶ La conciencia ambiental ha permeado sólo una fracción pequeña de la sociedad
- ▶ La prioridad de las industrias es producir a cualquier costo

- ▶ Las operaciones mineras generan pérdidas
- ▶ Costos de producción de minerales al interior del país altos
- ▶ Poca accesibilidad a zonas de explotación minera
- ▶ Disminución de las exportaciones de commodities
- ▶ Los precios internacionales de los commodities tienen tendencia a la baja
- ▶ Economía en desaceleración

- ▶ El país no tiene conocimiento del potencial geológico existente, haciendo menos atractiva la inversión extranjera.

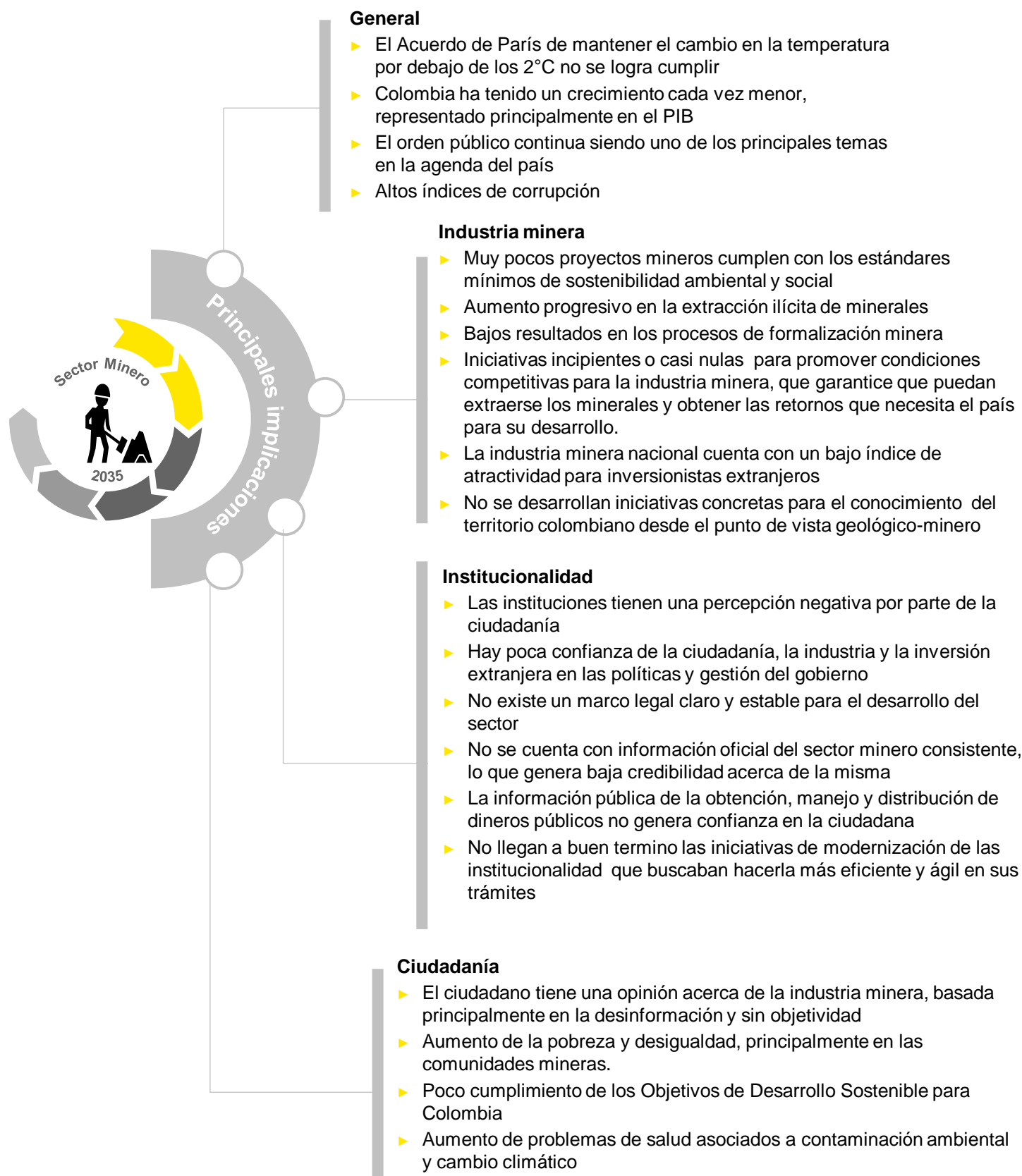


Escenario 1. Coexistencia

Escenario 2. Continuidad

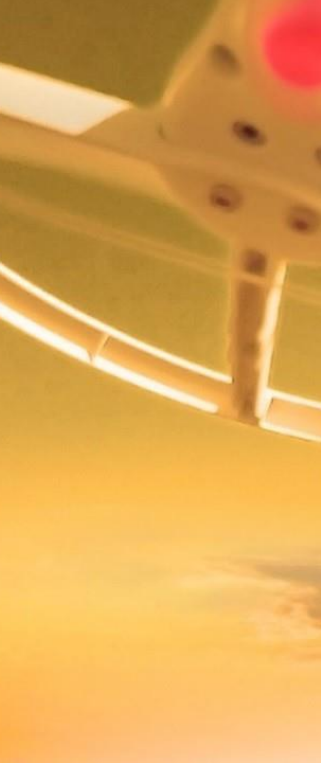
Escenario 3. Divergencia

Las principales consecuencias y/o implicaciones de que las fuerzas motoras de incertidumbre crítica tengan en 2035 las características anteriormente mencionadas son:



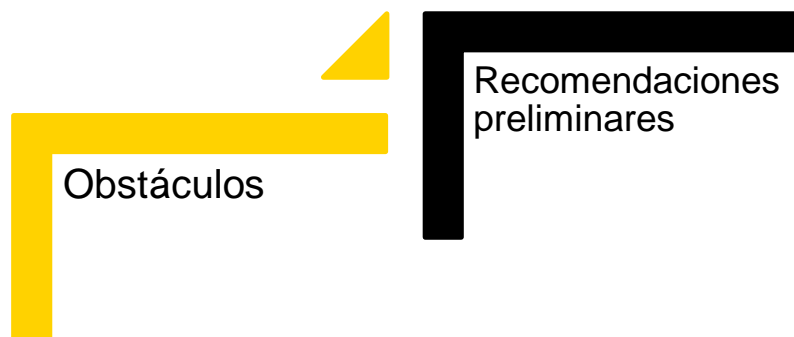


Recomendaciones



En este capítulo se presentan algunas recomendaciones para poder materializar el escenario de Coexistencia, las cuales incluyen una visión de los obstáculos que enfrenta el sector minero actualmente y planes de acción para ser considerados. La definición de los obstáculos y planes de acción fue construida en conjunto con la institucionalidad minera Colombiana, comprendida por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), Ministerio de Minas y Energía (MME), la Agencia Nacional de Minería (ANM) y el Servicio Geológico Colombiano (SGC). La definición de recomendaciones finales hará parte del análisis que se realice con los resultados de los modelos de oferta y demanda para los 18 minerales estudiados.

En este sentido, el presente capítulo se encuentra compuesto por:



1

El desarrollo de escenarios es una herramienta simple y poderosa, que ofrece a los tomadores de decisiones una visión sobre futuros posibles, y permite les permite dilucidar sobre las alternativas y rumbos de acción que deberían ser considerados para buscar su materialización.

En esta oportunidad, la institucionalidad minera, a partir de en un ejercicio liderado por la UPME, tuvo la oportunidad de evaluar qué aspectos o factores representan los mayores obstáculos para que Colombia avance hacia un escenario de Coexistencia, el cuál reconoce la minería sustentable con el medio ambiente, las comunidades y otras formas de utilización del suelo, como un instrumento de prosperidad.

A continuación se enumera los principales obstáculos identificados:

1

Las comunidades no están apoyando los proyectos mineros

2

Recurso humano no está capacitado para innovar

3

El orden público y las comunidades impiden la obtención del conocimiento geológico

4

El orden público y las comunidades impiden la obtención del conocimiento geológico

6

Choques culturales, aversión al cambio y economía de escala

5

La alineación entre los entes del estado es muy difícil

7

Falta de articulación efectiva entre las autoridades mineras y ambientales

8

Eslabón de Colombia en cadenas internacionales de valor agregado, Colombia se encuentra en los primeros puntos

10

Que no se tenga una posición de estado sino de gobierno, es decir falta de consistencia.

9

Entender por parte de las comunidades la importancia de la minería

11

Presencia del estado en todo el territorio

12

Inseguridad jurídica. Políticas contradictorias. Normatividad minero y ambiental

13

Empresas sin sentido social. Falta de diálogo con comunidades

14

Poca inversión en innovación tecnológica. Precaria infraestructura. Estancamiento económico

15

Presión internacional y falta de recursos para implementar políticas

16

Información en medios negativa del sector

17

Conflictividad en los territorios con otras actividades

18

Visibilidad del sector y sus buenas prácticas

Las respuestas completas de los obstáculos identificados para el desarrollo de la industria minera en el país se encuentran en el Anexo 2. Obstáculos sector minero. Adicional, estos obstáculos serán utilizados como insumo en el análisis de las proyecciones de demanda y oferta de los 18 minerales estudiados, dependiendo de su aplicabilidad en cada mineral. De igual forma, son insumo para el planteamiento de las recomendaciones finales integradas en los productos de modelos de demanda y oferta.



El desarrollo de escenarios no debe ser entendido como un instrumento o mecanismo para la predicción del futuro, sino más bien como una herramienta que ayuda a comprender mejor las oportunidades y los riesgos potenciales que vienen asociados a posibles eventos y configuraciones de elementos que potencialmente se desarrollarán en el futuro.

Sin embargo, y como lo describe la frase de Drucker: “la mejor forma de predecir el futuro es crearlo”, el compromiso de la institucionalidad minera es determinante para la materialización del escenario de Coexistencia, de ahí que se recogieron algunas opiniones de sus representantes sobre cuáles deberían ser las acciones que como conglomerado deberían emprender para lograrlo.

A continuación se enumera las principales acciones a realizar, según lo identificado por la institucionalidad minera en un taller liderado por la UPME:

- ✓ Tener un marco jurídico que dejó claro el rango de acción de las empresas y de los ciudadanos, integrando los intereses de ambas partes.
- ✓ Mejorar la interacción sector minero comunidad.
- ✓ Definir reglas claras de juego por parte del estado hacia la actividad minera.
- ✓ Mayor impulso al sector (minero) por parte del estado.
- ✓ Cambiar el esquema institucional de administrar títulos mineros por administrar los recursos minerales.
- ✓ Mayor información por parte de los medios de comunicación de ejemplos de minería bien hecha, con acciones que realizan las empresas así como el estado.
- ✓ Fomento y desarrollo cultural.
- ✓ Apalancamiento financiero.
- ✓ Mitigación a los impactos ambientales y sociales.
- ✓ Desarrollar una institucionalidad y una reglamentación que incluya a todos los actores del sector.
- ✓ Política pública que promueva una minería rentable y a la vez social y ambientalmente responsable.
- ✓ Desarrollo institucional y rentable.
- ✓ Erradicar la actividad minera ilegal.
- ✓ Fomentar la información sobre minería a la comunidad.
- ✓ Minería y medio ambiente trabajando de la mano.
- ✓ Mecanismos para evitar corrupción y/o tráfico de influencias.
- ✓ Realización de estudios técnicos que permitan una opinión informada.
- ✓ Apoyar encadenamientos internos.
- ✓ Industria transparente con las comunidades y eficiente en el desarrollo de la actividad.
- ✓ Incentivar la integración vertical, subir en la cadena internacional de valor agregado.
- ✓ Consolidar la paz con todos los grupos insurgentes y someter las bandas criminales

Las respuestas completas de las posibles acciones a realizar para mejorar el desarrollo del sector en el país se encuentran en el Anexo 3. Acciones para alcanzar un estado ideal del sector. Adicional, estas acciones serán utilizados como insumo en el análisis de las proyecciones de demanda y oferta de los 18 minerales estudiados, dependiendo de su aplicabilidad en cada mineral. De igual forma, son insumo para el planteamiento de las recomendaciones finales integradas en los productos de modelos de demanda y oferta.



Bibliografía

Bibliografía

ACM. (2018). Desarrollo del Sector Minero Colombiano 2018-2022. Recuperado de http://acmineria.com.co/sites/default/files/publications/desarrollosectorminero-versionweb_1.pdf/257223

ANM. (2015). Explorando Oportunidades. https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/publication_exploring_opportunities.pdf

Antxon Olabe, Mikel González-Eguino, & Teresa Ribera. (2016, julio 28). El Acuerdo de París y el fin de la era del carbón. Real Instituto elcano.

Asociación Colombiana de Minería. (2017). Desarrollo del Sector Minero Colombiano 2018 - 2022. Recuperado de http://acmineria.com.co/sites/default/files/publications/desarrollosectorminero-versionweb_1.pdf BBC. (s. f.).

BMI Research. (s. f.). Metals & Mining Megatrends To 2050: Adjusting To New Technology, Higher Environmental Standards.

Banco Mundial. (2018). World Bank Commodity Price Data (The Pink Sheet). Recuperado de <http://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets>

Cambio climático: 5 cosas que puedes hacer para evitar el calentamiento global - BBC News Mundo. Recuperado, de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-45792863>

Corporación Calidad.(2012). Minería Sostenible. Recuperado de <https://www.corporacioncalidad.org/mineria-responsable/>

Comisión Europea. (2018). 2050 Energy Strategy. Recuperado de https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2012_energy_roadmap_2050_en_0.pdf

Data sources | Mining & Metals | Discover. (s. f.).

Dietz, K. (2018). Consultas populares mineras en Colombia: Condiciones de su realización y significados políticos. El caso de La Colosa. Colombia Internacional, 93, 93-117. <https://doi.org/10.7440/colombiaint93.2018.04>

Ernst & Young. (2016a). 10 business risks facing mining and metals. Recuperado, de https://www.ey.com/en_gl/mining-metals/10-business-risks-facing-mining-and-metals





Ernst & Young. (2016b). Mining through the cycle: exchange performance comparison. Recuperado de [https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-m-a-exchange-performance-comparison/\\$FILE/ey-m-a-exchange-performance-comparison.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-m-a-exchange-performance-comparison/$FILE/ey-m-a-exchange-performance-comparison.pdf)

Ernst & Young. (2017). Top 10 risk facing mining and metal 2017-2018. Recuperado de <https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-top-10-business-risks-facing-mining-and-metals-2017-2018>

Ernst & Young. (2018a). Energy Reimagined.

Ernst & Young. (2018b, mayo). Retos en la transformación digital de la minería. Congreso Nacional de Minería, Cartagena.

Fedesarrollo. (2014). Minería y Ambiente en Colombia. Recuperado de https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/335/Repór_Junio_2014_Martinez.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Foro Económico Mundial. (2010). Mining & Metals Scenarios to 2030.

Frick Els. (2016, octubre 31). Equity markets all but closed for mining IPOs. Recuperado, de <http://www.mining.com/equity-markets-closed-mining-ipos/>

JA & Asociados. (2018). Resultados de la Brújula Minera en 2018. Recuperado de <http://acmineria.com.co/Videos-CongresoACM-BrujulaMinera>

Juan Carlos Vergara Schmalbach, Tomás José Fontalvo Herrera, & Francisco Maza Ávila. (2010). La planeación por escenarios: Revisión de conceptos y propuestas metodológicas.

Foro Económico Mundial (2018), No estamos «ni siquiera cerca» de mantener el calentamiento global por debajo de los 1,5° C. Recuperado, de <https://es.weforum.org/agenda/2018/10/no-estamos-ni-siquiera-cerca-de-mantener-el-calentamiento-global-por-debajo-de-los-1-5-c/>

Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). Acuerdo de París: Así actuará Colombia frente al cambio climático. Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Recuperado de http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/colombia_hacia_la_COP21/el_acuerdo_de_paris_frente_a_cambio_climatico.pdf

Ministerio de Minas y Energía, Unidad de Planeación Minero Energética - UPME-, & John T. Boyd Company. (2015). Estrategia para consolidar el atractivo de Colombia como destino de inversión minera.

Ministerio del Interior. (2018). Consultas Previas Proyectos - Octubre 2018. Recuperado de <https://consultaprevia.mininterior.gov.co/node/22662>

OCDE - Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2013). Guía de debida diligencia de la OCDE para cadenas de suministro responsables de minerales en las áreas de conflicto o de alto riesgo.

OCDE - Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2015). Colombia: políticas prioritarias para un desarrollo inclusivo | READ online. Recuperado de https://read.oecd-ilibrary.org/economics/colombia-politicas-prioritarias-para-un-desarrollo-inclusivo_9789264233409-es

OCDE - Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2016). Debida diligencia en la cadena de suministros de oro colombiana : perspectivas generales. Recuperado de <https://mneguidelines.oecd.org/Colombia-gold-supply-chain-overview-ESP.pdf>

Ponce Muriel, A. (2014). Minería moderna para el progreso de Colombia. Colombia: SMGE : ANDI : Cámara Asomneros : CC Minería : Fenalcarbón.



Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible | PNUD. Recuperado, de <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>

Registraduría Nacional del Estado Civil. (s. f.). Consultas populares: mecanismo de participación creado por la ley 134 de 1994. Recuperado de www.registraduria.gov.co/Consultas-populares-mecanismo-de.html

Ministerio de Minas y Energía. (2016, abril). Política Minera de Colombia. Bases para la minería del futuro. Recuperado de <https://www.minminas.gov.co/documents/10180/698204/Pol%C3%ADtica+Minera+de+Colombia+final.pdf/c7b3fcad-76da-41ca-8b11-2b82c0671320>

Alexander Von Humboldt. (2012). Medio ambiente, riqueza que Colombia debe proteger | Finanzas | Economía | Portafolio. Recuperado, de <https://www.portafolio.co/economia/finanzas/medio-ambiente-riqueza-colombia-debe-proteger-110530sostenibilidad.semana.com>.

Tiempo, C. E. E. (2018, abril 22). Minería, sector que va de la mano de la sostenibilidad. Recuperado, de <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/empresas-mineras-que-tienen-practicas-ambientalmente-sostenibles-208126>

Tiempo, C. E. E. (s. f.). Mineros, un trabajo con responsabilidad ambiental por principio. Portafolio.co. Recuperado de <http://www.portafolio.co/economia/finanzas/mineros-responsabilidad-ambiental-principio-152526>

Unidad de Planeación Minero Energética - UPME-. (2017). Plan Nacional de Desarrollo Minero con Horizonte a 2025. Minería responsable con el territorio.

Unidad de Planeación Minero Energética (2013). Escenarios Mineros para Colombia 2032.

Unidad de Planeación Minero Energética –UPME-. (2014). Plan Nacional de Ordenamiento minero PNOM.

Unidad de Planeación Minero Energética –UPME-. (2018). Análisis de Escenarios (Caracterización y análisis del mercado internacional de minerales en el corto, mediano y largo plazo con vigencia al año 2035).



● Anexos capítulo 1



Anexo 1. Clasificación grado de fuerzas en los escenarios



Resultados escenario Coexistencia

Cual es el nivel mínimo que debe tener cada fuerza para que se materialice el escenario Coexistencia

Mentimeter



Resultados escenario Continuidad

23

En su opinión cual es el estado más probable de las siguientes fuerzas a 2035

Mentimeter



27





Anexo 2. Obstáculos sector minero.



Obstáculos para llegar al escenario ideal

Mentimeter

Las comunidades no están apoyando los proyectos mineros

EL ORDEN PUBLICO Y LAS COMUNIDADES IMPIDEN LA OBTENCION DEL CONOCIMIENTO GEOLOGICO

La alineación entre los entes del estado es muy difícil

Recurso humano no está capacitado para innovar

Falta de articulación efectiva entre las autoridades mineras y ambientales.

Beneficios socioeconómicos de la minería vs. impactos sociales y ambientales negativos. Cambios normativos.

Licencias ambientales Marco jurídico Aspectos políticos

Una política minera no muy clara por parte de la institucionalidad en relación con el marco jurídico. Orden público Desconocimiento de las comunidades con respecto a la actividad minera

Choques culturales. Aversión al cambio. Economía de escala.

Rechazo de la actividad por las comunidades. Ausencia de políticas de Estado para la actividad minera. Inseguridad jurídica.

Mejorar la operatividad de los organismos de control del Estado para que las regalías genere el valor a las regiones

Que no se tenga una posición de estado sino de gobierno, es decir falta de consistencia. Presencia del estado en todo el territorio Oposición de la comunidad

Reservas mineras se agotan, eslabón de Colombia en cadenas internacionales de valor agregado, Colombia se encuentra en los primeros puntos, los mercados no son favorables

Coordinación institucional Contradicción políticas

Entender por parte de las comunidades la importancia de la minería. El gobierno debe dar una clara línea sobre lo que quiere y alinearse, para lo cual debe enfocarse en lo estructural

Empresas sin sentido social Falta de diálogo con comunidades Gobierno anti minero Poca inversión en innovación tecnológica Inseguridad jurídica Precaria infraestructura Estancamiento económico

Ordenamiento territorial Información en medios negativa del sector. Presión internacional y falta de recursos para implementar políticas Condiciones económicas del país. Incoherencia de normas

Inseguridad jurídica normatividad minera y ambiental. Falta de articulación entre las autoridades minera y ambientales. Matones a la minería.

Rechazo ciudadano, que articula presiones desde distintos frentes incluyendo boicot directo, presiones en el gobierno generando un ambiente contra minero.

Concertación entre comunidad y empresas Conocimiento del sector minero en otros sectores y en las comunidades Marco jurídico Visibilidad del sector y sus buenas prácticas Diálogo con ONGs y empresas contra minería

El estado le da prioridad a otros sectores para el desarrollo económico y social del país. Modelo de desarrollo no extractivista.

Conflictividad en los territorios con otras actividades





Anexo 3. Acciones para alcanzar un estado ideal del sector.



¿Qué acciones se deben realizar para llegar al escenario ideal?

Mentimeter

incentivar la integración vertical, subir en la cadena internacional de valor agregado

Consolidar la paz con todos los grupos insurgentes y someter a las bandas criminales

Tener un marco jurídico que deje claro el rango de acción de las empresas, y de los ciudadanos. Integrando los intereses de ambas partes.

Mejorar la interacción sector minero comunidad. Definir reglas claras de juego por parte del estado hacia la actividad minera. Mayor impulso del sector por parte del estado

Cambiar el esquema institucional de administrar títulos mineros por administrar los recursos minerales

Políticas mineras claras por parte del estado, mayor información por los medios de comunicación de minería bien hecha, por parte del estado así como de los empresarios

Coherencia política. Fomento y desarrollo cultural. Apalancamiento financiero. Mitigación a los impactos ambientales y sociales.

Desarrollar una institucionalidad y una reglamentación que incluya a todos los actores del sector

Política pública que promueva una minería rentable y a la vez social y ambientalmente responsable. Participación ciudadana. Normas claras y estables. Desarrollo institucional y gobernabilidad.

Políticas mineras clara. Erradicar la actividad minera ilegal. Articulación entre las autoridades minero y ambientales, en cuanto a las normas. Agilidad en el otorgamiento de los contratos mineros

Que las Políticas mineras sean de largo plazo. Revisar el tema de regalías para las regiones donde se ejecutan los proyectos. Propender por una normatividad clara y no cambiante en el tiempo. Ordenamiento minero.

Políticas planes y programas claros Herrero control al cumplimiento de las normas Efectivo control a la inversión de las regalías Fomentar la información sobre minería a la comunidad

Alineación Mecanismos para evitar corrupción, tráfico de influencias Buen manejo de las regalías Minería y medio ambiente trabajando de la mano

Reglas claras Control de la ilegalidad Fomentar en las comunidades el conocimiento sobre lo ambiental Generación de empleo formal en el sector minero

Realización de estudios técnicos que permitan una opinión informada. Socialización temprana de proyectos mineros. Mejoras de infraestructura al servicio del sector minero. Mayores facilidades para generar empresa

Coordinación inter e intrasectorial Mejorar conocimiento e información del sector. Seguridad jurídica y fiscal. Atacar ilegalidad. Apoyar encadenamientos internos. Mejorar la información en medios

Generar políticas que promuevan el desarrollo de la actividad Investigación geológica Inversión en tecnologías

Seguridad jurídica para inversionistas Política de Estado para minería Institucionalidad minera en territorio Más infraestructura Promoción de sellos de minería responsable Mejora relación entidades niveles de gobierno Relación comunidades

Industria transparente con las comunidades y eficiente en el desarrollo de la actividad

Presencia en los territorios con información clara y transparente sobre el sector Visibilizar el sector desde las buenas prácticas y beneficios directos e indirectos de la actividad extractiva Diálogos permanentes con grupos antimneros

El estado ha definido a largo plazo cuál es su modelo de desarrollo. Mejor fiscalización por parte de la autoridad minera. Disponibilidad de la información proveniente de todas las instituciones del sector de calidad, oportuna y veraz





CAPITULO 2

Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016



Contenido

01



Introducción

02



Metodología

03



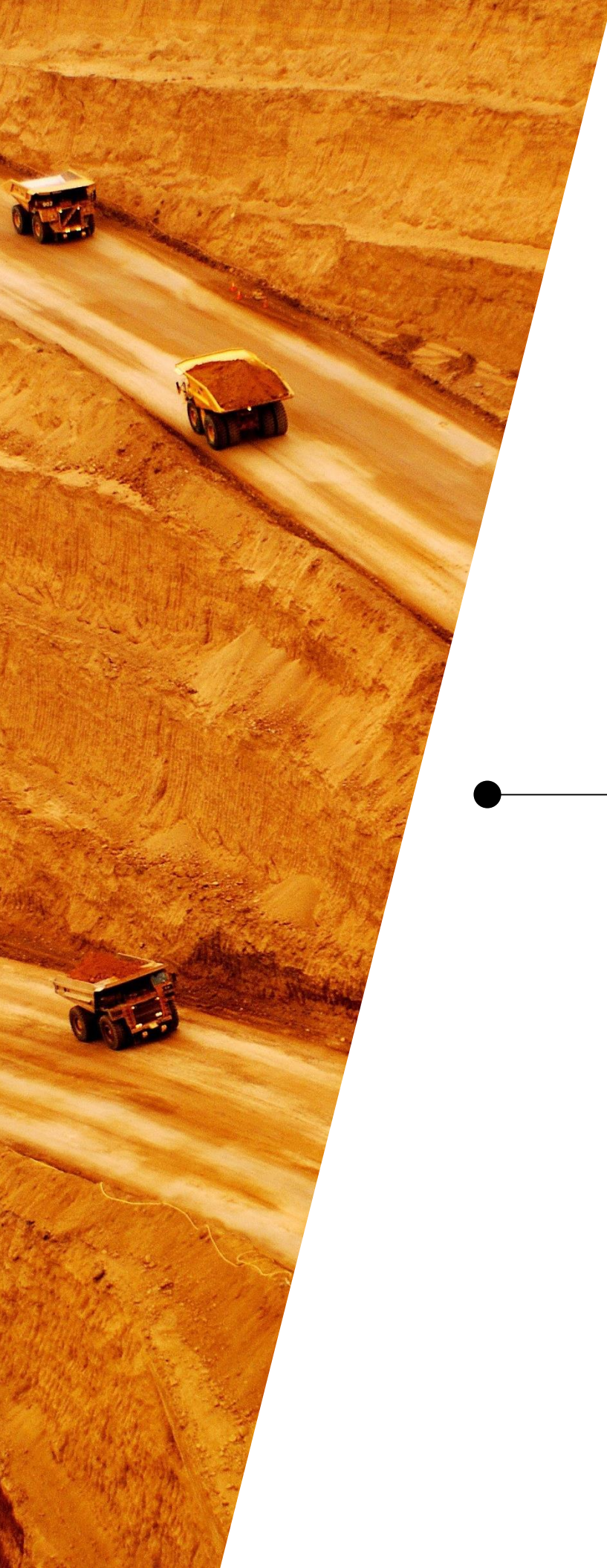
**Balance Nacional de
minerales 2012 – 2016**

- Carbón térmico
- Carbón metalúrgico
- Roca fosfórica
- Hierro
- Oro
- Níquel
- Bauxita
- Platino
- Plata
- Cobre
- Magnesio
- Esmeraldas
- Coltán
- Estaño
- Arenas silíceas
- Wolframio – tungsteno
- Cromo
- Manganeso

04



**Metodología para diseño de
cuentas satélites mineras**



Introducción

El presente documento constituye el tercer producto relacionado con el proyecto “Elaborar los modelos nacionales de oferta y demanda, y balance de minerales, analizando los escenarios mineros y estableciendo proyecciones de oferta y demanda de minerales en el corto, mediano y largo plazo (a 2035)”. En total, el proyecto se compone de seis productos así:

- **Producto 1.** Metodología y plan de trabajo detallado
- **Producto 2.** Actualización de los escenarios mineros para el país
- **Producto 3.** Elaboración del Balance Nacional de minerales
- **Producto 4.** Modelos de oferta nacional
- **Producto 5.** Modelos de demanda nacional
- **Producto 6.** Socialización y presentación de la información en el Sistema de Información Minero Colombiano SIMCO

El alcance del proyecto incluye el análisis de 18 minerales:

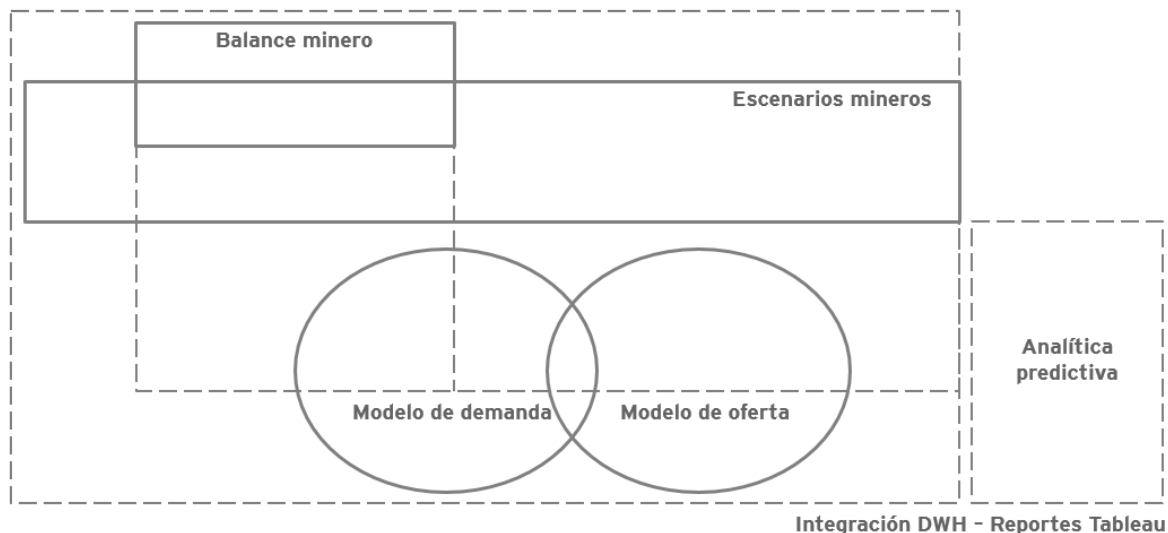
- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Oro | <input type="checkbox"/> Aluminio – bauxita |
| <input type="checkbox"/> Platino | <input type="checkbox"/> Cromo |
| <input type="checkbox"/> Cobre | <input type="checkbox"/> Manganeso |
| <input type="checkbox"/> Minerales de fosfato | <input type="checkbox"/> Plata |
| <input type="checkbox"/> Minerales de magnesio | <input type="checkbox"/> Níquel |
| <input type="checkbox"/> Carbón metalúrgico | <input type="checkbox"/> Esmeraldas |
| <input type="checkbox"/> Carbón térmico | <input type="checkbox"/> Arenas silíceas |
| <input type="checkbox"/> Hierro | <input type="checkbox"/> Estaño |
| <input type="checkbox"/> Coltán – niobio y tantalio | <input type="checkbox"/> Wolframio – Tungsteno |

Este documento presenta el análisis al balance nacional de minerales, y los resultados para los minerales referenciados previamente.

Este capítulo tiene como objetivo describir las secciones que componen el presente informe y dar un repaso sobre algunos elementos conceptuales necesarios para el entendimiento del ejercicio.

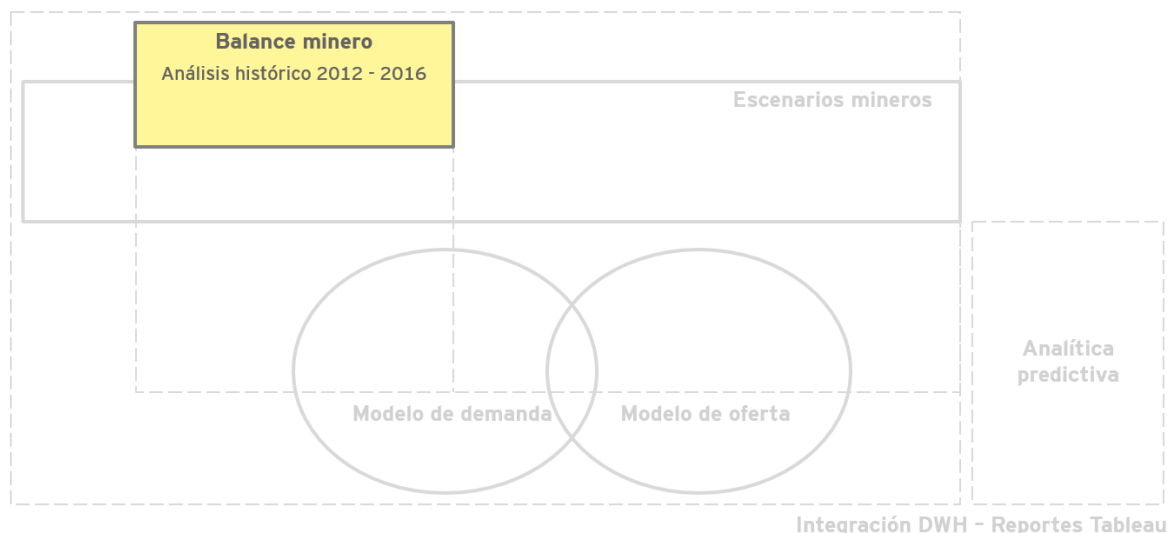


El enfoque propuesto para el desarrollo del proyecto general, parte de la premisa que el resultado final no es la suma de productos aislados, sino que cada uno de ellos está estrechamente relacionado en un efecto de ‘insumo y complemento’ con respecto a los demás. La capacidad de entender esta interconexión le aporta al enfoque la facultad de maximizar cada una de las facetas en pro de alimentar el esquema general.



En esta oportunidad, el documento que se presenta en las siguientes páginas corresponde al producto 3, Balance Nacional de Minerales, sin embargo estará conectado con el producto 2 (Escenarios Mineros a 2015) como se verá más adelante.

Así pues, cuando se realiza un balance, se presenta “la foto” de una situación o el estado de algo, con respecto al momento en el cual se realiza. En otras palabras, un balance es un informe que refleja la situación de una entidad o un sector en un momento determinado, y da cuenta de su desempeño durante un margen temporal previamente definido. Para este caso, se realizará el análisis del balance para el sector minero en Colombia, entre 2012 y 2016, partiendo de la información suministrada por la UPME, a través de un proyecto específico realizado con el DANE sobre el cual se darán más detalles a continuación.



El Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016 se estructura a partir de un componente cuantitativo y otro cualitativo: el primero aporta las cifras en términos de oferta y utilización, y el segundo las explica. Como se verá más adelante, ambos análisis son complementarios, aunque particulares en sus técnicas y resultados.

El componente cuantitativo busca encontrar el equilibrio entre la demanda y oferta de un mineral en un periodo específico, es decir, recopila los datos necesarios para que la primera y la segunda se igualen en una cifra determinada, diferente para cada mineral según corresponda de acuerdo a la información levantada.

En términos generales, podría resumirse de la siguiente forma:

Oferta			Demanda	
(P)	Producción		(CI)	Consumo intermedio
(M)	Importaciones		(CF)	Consumo final
(IP)	Impuestos sobre los productos		(FBKF)	Formación bruta del capital fijo
(MT)	Márgenes de transporte		(ΔE)	Variación de las existencias
(MG)	Márgenes de comercio		(X)	Exportaciones
	Total oferta		(IP)	Impuestos sobre los productos
			(MT)	Márgenes de transporte
			(MG)	Márgenes de comercio
				Total demanda

Fuente: DANE, 2018

Según información suministrada por el DANE, los elementos de la oferta podrían desagregarse conceptualmente de la siguiente forma:

- **Producción (P):** es una actividad realizada bajo la responsabilidad, el control y la gestión de una unidad institucional, en la que se utilizan mano de obra y activos para transformar insumos de bienes y servicios en productos de otros bienes y servicios.
- **Importaciones (M):** Consisten en operaciones (adquisiciones, trueques o la percepción de regalos o donaciones) por los cuales los agentes no residentes suministran bienes y servicios a los residentes.
- **Impuestos sobre los productos (IP):** Son aquellos que se cobran en proporción al valor de un bien o servicio o al número de unidades que se producen, venden, transfieren o importan.
- **Subvenciones sobre los productos (SP):** Son pagos corrientes sin contrapartida que el gobierno hace a las empresas en función de las cantidades o valores, de los bienes o servicios producidos, vendidos, importados o exportados.
- **Márgenes de comercio (MG):** se definen como el valor que se adiciona a las mercancías por el servicio de distribución por parte de un agente comercial.
- **Márgenes de transporte (MT):** corresponde al servicio de transporte que presta un tercero al comprar un bien. Se contabiliza cuando se factura en forma separada al valor de la mercancía y su costo lo asume el comprador.

Con respecto al cálculo de la demanda, la información suministrada por esta misma Entidad, permite desagregar conceptualmente los elementos que la componen:

- Consumo intermedio (CI): representa el valor de los bienes y servicios consumidos como insumos en un proceso de producción excluido el de los activos fijos, cuyo uso se registra como consumo de capital fijo.
- Formación bruta de capital fijo (FBKF): se mide por el valor total de las adquisiciones, menos las disposiciones, de activos fijos efectuadas por un productor durante el período contable, más ciertos gastos específicos en servicios que incrementan el valor de los activos no producidos.
- Variación de existencias (ΔE): se miden por el valor de las entradas en existencias menos el valor de las salidas y de cualquier pérdida recurrente de bienes mantenidos en las existencias durante el período contable.
- Exportaciones (X): son operaciones (ventas, trueques, regalos o donaciones) mediante las cuales los residentes suministran bienes o servicios a los no residentes.

De este modo, y de acuerdo a las consideraciones requeridas para el cumplimiento del contrato, los datos sobre oferta y demanda de los minerales estudiados, serán aportados por el proyecto “Elaborar los balances oferta – utilización en cantidades físicas y en valores corrientes a precios básicos para la serie 2012 – 2016, para minerales considerados como prioritarios para el país” realizado por la UPME con el apoyo del DANE.

Con esta información se realizó el componente cualitativo del mineral, que estuvo integrado por cuatro componentes: ficha técnica, evaluación desde las fuerzas motoras críticas, principales usos y análisis del balance como tal, donde se expondrán las consideraciones que explican las cifras y las ponen en un contexto.

Así, por ejemplo, la cifra ofrecida por el DANE muestra que la producción de oro en Colombia presentó una caída del 15% en el 2013, pero un análisis de contexto explica que durante la crisis económica de 2008 el oro fue un refugio para los inversionistas que veían incertidumbre e inseguridad en el dólar, sin embargo desde 2013 se comenzaron a ver síntomas de recuperación de la economía estadounidense, lo cual trajo consigo incrementos en las tasas de interés de la reserva federal, retornando el atractivo en dólar y limitando la compra de oro.

De esta forma, en el documento cada mineral se expone de forma independiente, con tendencia a conservar la misma estructura de información, todo en función de la cantidad, confiabilidad y calidad disponible para el mismo. La Unión Temporal recurrió a fuentes de información complementarias, las cuales se presentan al final de cada capítulo, para contribuir a la explicación cualitativa sobre el comportamiento del mineral en un periodo determinado.



Metodología



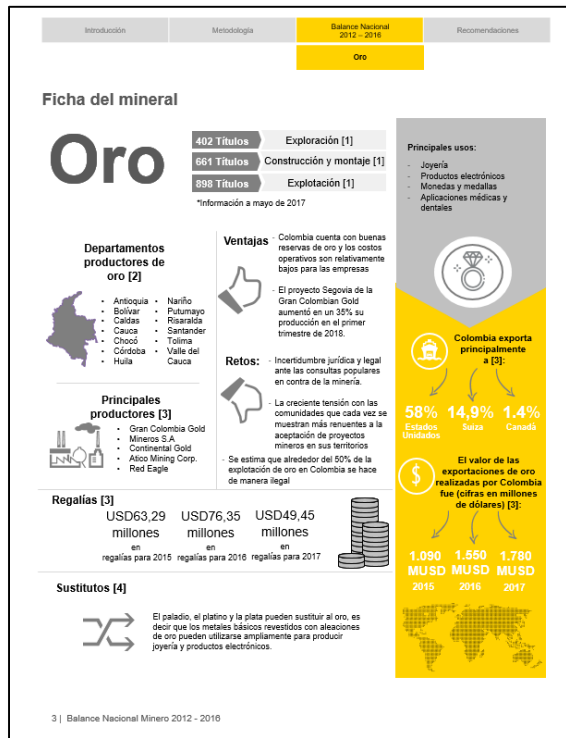
Un balance es ejercicio que se estructura a partir de un componente cuantitativo y otro cualitativo; el componente cuantitativo da cuenta sobre el estado de un mineral en periodo determinado a partir de cifras en términos de oferta y utilización, y el componente cualitativo explica su comportamiento, es decir, los eventos y fenómenos que dan contexto a las cifras. Ambos análisis son complementarios, aunque particulares en sus técnicas y resultados.

En las siguientes páginas se presentarán los resultados de un análisis explicativo al comportamiento de los minerales objeto de estudio del presente contrato, a partir de la información suministrada por el DANE, de acuerdo a los lineamientos ofrecidos por la UPME.

Cada mineral se expone de forma independiente, conservando la misma estructura de información, la cual se compone de cuatro partes:



1. Ficha del mineral

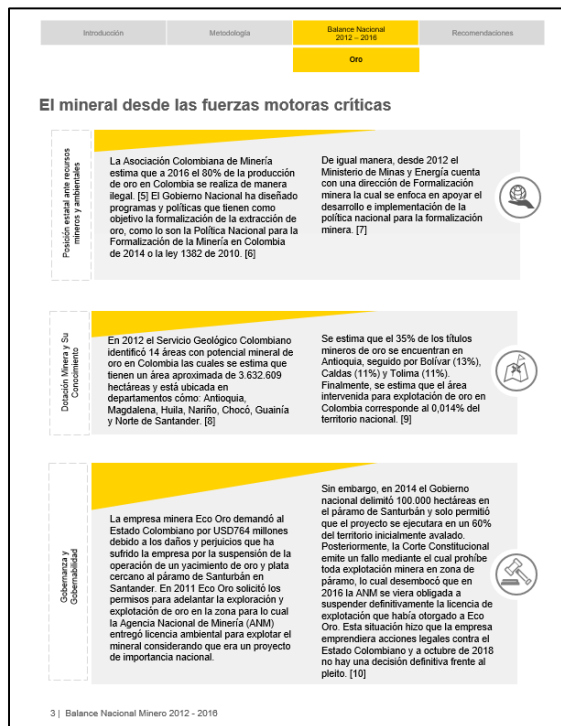


La primera parte del análisis la constituye la elaboración de una ficha técnica sobre cada mineral, la cual ofrece una información básica sobre el contexto del mismo en Colombia, a partir de perspectivas como:

- Número de títulos mineros
- Reservas
- Principales proyectos en curso
- Participación en el PIB
- Regalías
- Otros datos relevantes

Cada ficha es particular, y su estructura dependerá de la relevancia y cantidad de datos disponibles para cada mineral. La estructura de infografía ofrece una vista rápida de fácil comprensión para los lectores.

2. Análisis del mineral desde las fuerzas motoras críticas



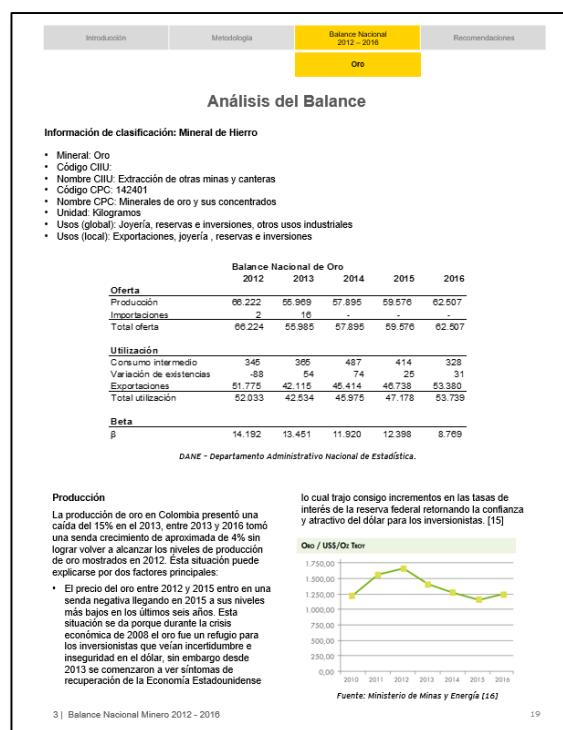
Para la segunda parte del análisis, se partió de las fuerzas motoras críticas identificadas en el producto 2 asociado a este mismo contrato, las cuales fueron el punto de partida para la construcción de los Escenarios Mineros a 2035.

En este sentido, se evaluó para cada mineral cómo fue el impacto de estas 6 fuerzas motoras críticas en el periodo analizado, a partir de información secundaria (estadísticas, hechos, indicadores, noticias, etc.).

Este análisis ofrece los elementos para evaluar la coherencia y la claridad en la línea conceptual del proyecto en términos generales, ya que estas mismas fuerzas motoras estarán presentes en los próximos productos asociados al mismo.



3. Análisis del Balance



Como se mencionó previamente, un balance es ejercicio que se estructura a partir de un componente cuantitativo y otro cualitativo. De este modo, en la tercera parte del estudio se presenta el análisis cualitativo a los datos suministrados por la UPME a través de proyecto “Elaborar los balances oferta – utilización en cantidades físicas y en valores corrientes a precios básicos para la serie 2012 – 2016, para minerales considerados como prioritarios para el país” realizado por el DANE, el cual se encargó de la construcción del componente cuantitativo del Balance Nacional de Minerales.

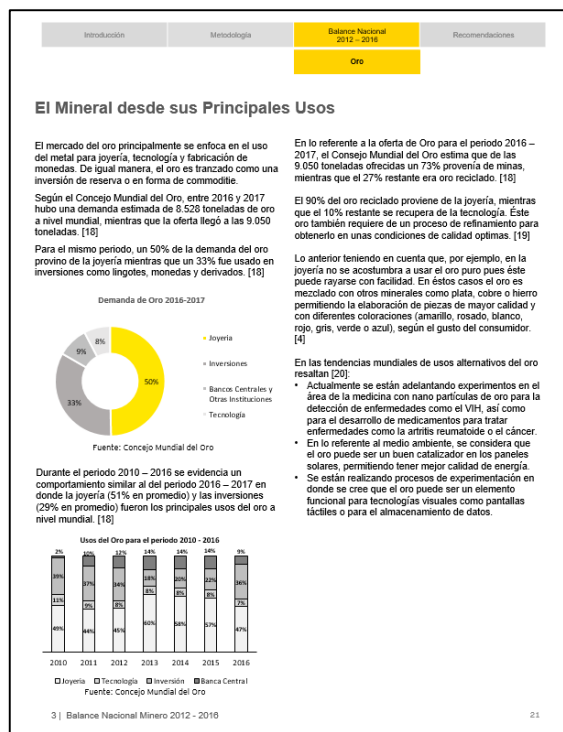
A partir del insumo ofrecido por el trabajo del DANE, el cual buscó el equilibrio entre la demanda y oferta, es decir, los datos donde la primera y la segunda se encontraran igualadas, el trabajo realizado por la Unión Temporal EY – JTB se centró en el componente cualitativo, el cual explica su comportamiento, es decir, los eventos y fenómenos que dan contexto a las cifras.

Para efectos de este ejercicio, el equilibrio entre la oferta y utilización de los minerales se expresó de la siguiente manera:

$$P + M = CI + \Delta E + X + \beta$$

- P: Producción**, definida como una actividad realizada bajo la responsabilidad, el control y la gestión de una unidad institucional, en la que se utilizan mano de obra y activos para transformar insumos de bienes y servicios en productos de otros bienes y servicios. Se calculará directamente a través de cantidades, con base en los registros oficiales de producción para cada mineral, o a través de cálculos indirectos. El método empleado dependerá de la información disponible para cada mineral.
- M: Importaciones**, que consiste en operaciones por las cuales los agentes no residentes suministran bienes y servicios a los residentes. Se calculan con la información de las mercancías que cruzan la frontera tramitando la documentación aduanera correspondiente. Adicionalmente, para algunos minerales, se incluyen las transacciones relacionadas con la operación de las zonas francas.
- CI: Consumo intermedio**, representa el valor de los bienes y servicios consumidos como insumos en un proceso de producción, cuyo uso se registra como consumo de capital fijo. Se calcula a partir de las compras de materias primas de los establecimientos incluidos en la Encuesta Anual Manufacturera EAM.
- ΔE : Variación de existencias**, las cuales se miden por el valor de las entradas en existencias menos el valor de las salidas y de cualquier pérdida recurrente de bienes mantenidos en las existencias durante el periodo contable. Se calcula a partir de la información de los inventarios iniciales y finales en valores provenientes de la EAM, la Encuesta Anual de Comercio EAC y de los estados financieros de los establecimientos con mayor participación en el sector minero.
- X: Exportaciones**, corresponden a operaciones mediante las cuales los residentes suministran bienes y servicios a los no residentes. Se calculan con la información de las mercancías que cruzan la frontera tramitando la documentación aduanera correspondiente. Adicionalmente, para algunos minerales, se incluyen las transacciones relacionadas con la operación de las zonas francas.
- β : Beta**, corresponde al delta entre la demanda y oferta, que dependiendo de cada mineral podrá corresponder a variables o factores no considerados.

4. Principales usos del mineral



El cuarto componente del estudio se enfocó en la descripción de los principales usos de cada mineral, el cual busca contextualizar el mercado y características de los sectores consumidores, enfocado principalmente en el ámbito colombiano.


Este análisis de elementos de mercado fue realizado a partir de diferentes variables de interés, y cuya información fuera accesible y complementara aquella que ya estaba incluida en el ejercicio de balance.

Finalmente, en la parte final de cada capítulo, se aportan las referencias bibliográficas que soportan cada uno de los datos utilizados para el análisis (fuentes oficiales, noticias, artículos, etc...).





Balance Nacional de Minerales 2012 - 2016



A continuación se presenta el resultado del análisis del balance nacional de minerales.

La estructura de la información es la siguiente:

1. Ficha del mineral: Da un contexto del mineral en Colombia desde perspectivas como:
 - Número de títulos mineros
 - Reservas
 - Principales proyectos en curso
 - Participación en el PIB
 - Regalías
 - Otros datos relevantes sobre el contexto del mineral
2. Análisis de cada mineral desde las 6 fuerzas motoras: Para cada una de las fuerzas motoras definidas en el documento de Escenarios Mineros, se aportan datos (estadísticas, hechos, indicadores, noticias, etc..) de relevancia para el mineral.
3. Análisis de los datos del balance cuantitativo: Se analizan las variables del balance oferta utilización entregado por el DANE. Se aportan elementos que buscan explicar el comportamiento de las diferentes variables a partir de hechos, datos, situaciones y contextos nacionales e internacionales.
4. El mineral desde sus principales usos: Busca contextualizar el mineral desde los principales usos, enfocado principalmente en el ámbito colombiano.



Ficha del mineral

Carbón Térmico

Departamentos productores de Carbón Térmico [1]

- Guajira (Térmico)
- Cesar (Térmico)
- Cundinamarca (Térmico/Metalúrgico)
- Boyacá (Térmico/Metalúrgico)
- Norte de Santander (Térmico/Metalúrgico)
- Santander (Térmico/Metalúrgico)
- Antioquia (Térmico)
- Córdoba (Térmico)
- Valle del Cauca (Térmico)
- Cauca (Térmico)
- Casanare (Térmico)

El carbón térmico en Colombia [3]



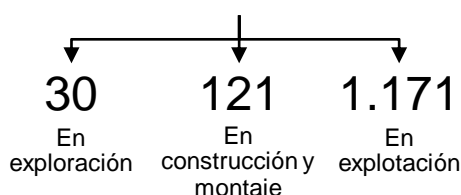
93%

se produce a cielo abierto a gran escala en minas cuyas capacidades anuales varían entre 15 y 30 mt.

Títulos Mineros de Carbón [24] (Incluye térmico y metalúrgico)

1.322

Otorgados



94%

de estos títulos son de pequeña y mediana minería

6%

de estos títulos son minería a gran escala

Regalías del Carbón en Colombia [24]

USD523,13
millones

en
regalías para 2015

USD443,25
millones

en
regalías para 2016

USD628,62
millones

en
regalías para 2017



Principales Productores [3]

- Carbones del Cerrejón Limited (BHP – Anglo American – Glencore) → Guajira
- Drummond Limited → Cesar
- Grupo Prodeco (Glencore) → Cesar
- Colombian Natural Resources (Murray Energy) → Cesar

Principales usos:

- Producción de Energía
- Exportación
- Industria (Papel, Cemento, alimentos, textiles)



Colombia exportó en
2016 [28]

82,1 MT

de carbón térmico



Colombia exportó
carbón térmico
principalmente [1] a:

59%
Europa

34%
América

7%
Asia



El mineral desde las fuerzas motoras críticas

Posición estatal ante recursos mineros y ambientales

Desde los inicios de la exploración de carbón en 1968, el Estado colombiano ha participado en la política minera del país, primero a través de Carbones de Colombia (Carbocol), con el fin de administrar y promocionar el recurso de carbón térmico y metalúrgico. Carbocol se dedicó a la administración del Contrato de Asociación con Intercor (filial de Exxon Mobil) para exploración y explotación del carbón producido en la mina de carbón térmico El Cerrejón, mientras que Ecocarbón se dedicó a la administración del recurso de carbón del país. [1]

Posteriormente, en 1997 se fusionaron en Minercol las empresas Ecocarbón y Mineralco para la gestión de todos los recursos mineros del país. Luego de la liquidación de Minercol, correspondió al Ingeominas la administración, exploración y promoción de los recursos mineros. Posteriormente, Ingeominas fue escindido en el Servicio Geológico Colombiano (SGC) y la Agencia Nacional de Minería (ANM).

La función del SGC es la ampliación del conocimiento de los recursos geológicos, mientras que la ANM se ocupa de la administración de las concesiones de los minerales colombianos. [1]

Los procesos de licencias ambientales y permisos, para las etapas de Construcción y Montaje y Explotación, se tramitan ante ANLA cuando la explotación proyectada es mayor o igual a 800.000 toneladas por año, y si es menor a ese volumen es competencia de la CAR de la jurisdicción correspondiente. [17]

Las medidas tomadas por el Gobierno, permiten llegar a 43 millones de hectáreas preservadas en Colombia, se pasó de delimitar un páramo en 2014 a preservar en 2018 los 37 que existen en el territorio nacional. [18] Esto implica hacer una revisión de títulos mineros otorgados en estas zonas y solicitudes que estén en trámite, por ser áreas prohibidas para la actividad minera como lo establece el Código de Minas.



Dotación Minera y Su Conocimiento

El potencial geológico que ha tenido el carbón en Colombia, ha sido valorado desde la década de los años 70, con inversiones iniciales por parte del Estado, que condujeron a negociaciones con empresas multinacionales que complementaron labores exploratorias que permiten tener una valoración de reservas.

El Ministerio de Minas y Energía ha consolidado las reservas medidas de carbón en 6160 millones de toneladas, como se detalla en el siguiente cuadro.



RESERVAS DE CARBÓN POR DEPARTAMENTO [12]

DEPARTAMENTO	Reservas Medidas Millones de Ton. 2016	Reservas Indicadas Millones de Ton. 2004	Reservas Inferidas Millones de Ton. 2004	Recursos Hipotéticos Base 2004	Potencial Millones de ton. Base 2004
Guajira	3525,5	448,0	127,5	27,2	4128,2
Cesar	1538,2	1564,0	1963,2	993,5	6058,8
Córdoba	376,4	341,0	0,0	0,0	717,4
Antioquia	86,3	225,8	132,4	26,5	471,0
Valle	40,2	92,1	97,9	11,0	241,2
Cundinamarca	210,6	644,9	539,2	61,8	1456,5
Boyacá	141,7	682,6	867,2	0,0	1691,5
Santander	146,6	552,3	569,2	0,0	1268,1
Norte de Santander	95,0	314,3	360,8	0,0	770,1
TOTAL	6160,5	4865,0	4657,4	1120,0	16802,8

CALIDAD DE CARBÓN POR DEPARTAMENTO [27]

Zona	Area	Sector	Humedad (%)	Cenizas (%)	Materia Volátil (%)	Carbono Fijo (%)	Azufre Total (%)	Poder Calorífico (BTU/lb)
La Guajira	Cerrejón		11.94	6.94	35.92	45.20	0.43	11,586
Cesar	La Loma	Sinclinal La Loma	11.39	10.32	33.37	66.63	0.72	10,867
		El Boquerón	10.29	5.61	36.79	47.31	0.59	11,616
	La Jagua de Ibirico	La Jagua	7.14	5.32	35.70	51.84	0.62	12,606
Córdoba	Alto San Jorge		14.49	9.24	37.55	38.73	1.31	9,280
Antioquia	Venecia- Fredonia		11.64	8.11	40.06	40.20	0.48	10,426
	Amagá- Angelópolis		13.16	11.96	36.69	38.18	0.55	9,682
	Venecia- Bolombolo	Rincón Santo	9.84	11.10	38.45	40.61	1.04	10,090
		Bolombolo	8.49	7.90	37.77	45.91	1.09	11,113
	Titiribi		7.25	7.92	37.99	46.84	0.72	11,767
	Riosucio- Quinchía		4.08	15.56	31.75	48.61	1.80	10,713
	Aranzazu- Santágueda	Aránzazu	22.22	28.69	30.33	18.76	0.67	5,451
		Santágueda	19.03	25.05	37.32	18.60	0.43	6,230



CALIDAD DE CARBÓN POR DEPARTAMENTO [27]								
Zona	Área	Sector	Humedad (%)	Cenizas (%)	Materia Volátil (%)	Carbono Fijo (%)	Azufre Total (%)	Poder Calorífico (BTU/lb)
Valle del Cauca	Yumbo-Asnazú		2.69	22.38	28.15	46.79	2.85	11,088
	Rio Dinde-Quebrada Honda		2.83	20.63	36.72	39.84	4.02	11,138
	Mosquera-El Hoyo		8.11	35.18	35.18	40.42	1.42	10,058
Cundinamarca	Guataquí-Jerusalén-Guaduas-Caparrapí	Caparrapí	5.19	5.34	39.09	50.38	0.58	13,044
		Guaduas	4.12	5.61	22.43	67.83	0.59	12,829
	Guatavita-Sesquilé-Chocontá		1.98	11.23	34.88	51.91	0.91	12,682
	Tabio-Rio Frio-Carmen de Carupa	Carmen de Carupa	3.42	12.67	20.80	63.10	1.53	13,041
		Tabio-Rio Frio	4.12	9.76	18.01	68.11	0.93	13,390
	Checua-Lenguazaque	Cogua-Sutatausa-Guachetá	3.66	9.46	26.80	60.07	0.80	13,433
		Lenguazaque-Cucunubá-Nemocón	4.67	10.62	33.85	50.86	1.06	12,718
	Suesca-Albarracín		3.92	10.43	33.53	52.12	0.69	12,738
	Zipaquirá-Neusa		1.04	14.42	24.33	60.21	1.38	12,993
	Páramo de la Bolsa-Machetá		4.42	14.21	35.70	45.67	1.04	11,309
Boyacá	Checua-Leguazaque		3.56	10.00	25.19	61.25	0.80	13,439
	Suesca-Albarracín		4.69	12.18	33.71	49.42	1.07	12,420
	Tunja-Paipa-Duitama		9.48	11.40	39.03	41.09	1.53	11,268
	Sogamoso-Jericó		4.29	9.57	30.19	55.96	1.23	13,099
	Betania		1.47	8.36	30.94	59.25	0.00	13,859
	Úmbita-Laguna de Tota		5.75	13.10	38.34	42.80	1.21	11,699

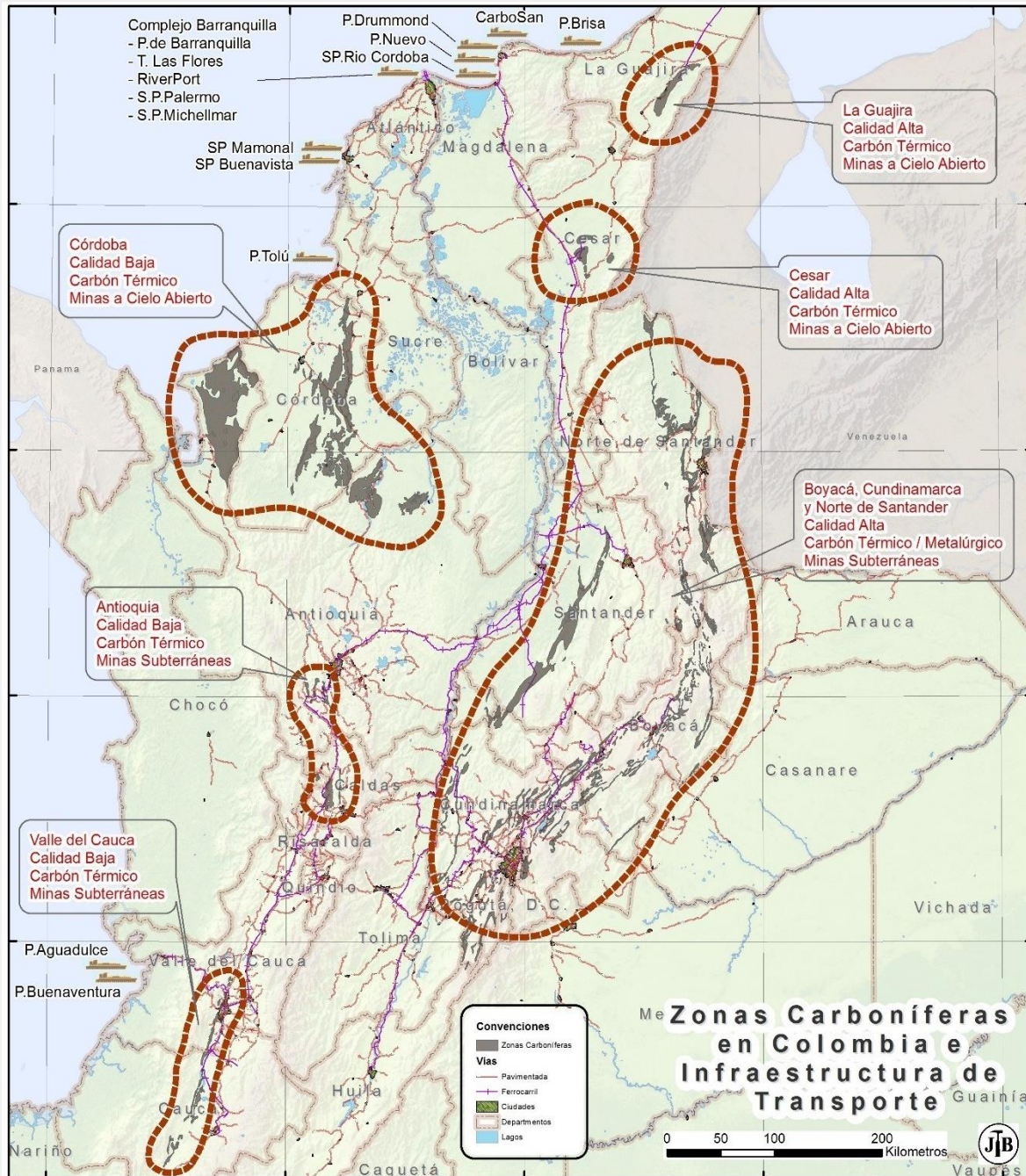


CALIDAD DE CARBÓN POR DEPARTAMENTO [27]								
Zona	Area	Sector	Humedad (%)	Cenizas (%)	Materia Volátil (%)	Carbono Fijo (%)	Azufre Total (%)	Poder Calorífico (BTU/lb)
Santander	San Luis	Flanco Occidental	2.70	25.95	28.11	43.23	1.76	10,913
			1.63	7.65	33.38	57.33	1.37	13,994
		Flanco Oriental	1.18	18.72	30.48	49.62	2.01	12,284
			1.18	10.09	29.05	59.67	2.15	13,893
	Cimitarra Sur		4.61	4.61	29.77	61.01	0.62	13,021
	Capitanejo-San Miguel		6.33	7.51	19.00	67.16	0.93	11,782
	Miranda		1.81	14.47	15.13	68.59	3.46	12,803
	Molagavita		0.80	8.58	32.25	58.37	0.70	14,161
	Páramo del Almorzadero		5.18	4.71	14.23	75.88	0.75	12,889
Norte de Santander	Chitagá		3.29	12.59	12.90	71.22	1.44	12,804
	Pamplona-Pamplonita		2.96	9.97	36.15	50.92	1.34	13,199
	Herrán - Toledo		2.31	7.46	26.99	63.24	0.83	14,120
	Salazar		3.76	9.46	36.81	49.96	0.62	12,762
	Tasajero	Este	2.84	10.17	34.82	52.18	0.85	13,326
		Oeste	2.56	7.65	33.67	56.12	0.85	13,925
		Sur	2.42	17.10	34.59	45.89	0.89	12,291
	Zulia-Chinácota	Zulia Sur	3.36	11.90	35.29	49.45	1.27	12,967
		Santiago	2.71	5.95	30.55	60.80	0.71	14,153
			8.33	17.06	28.67	47.33	0.62	9,911
		San Cayetano	2.02	12.12	26.66	59.20	1.43	13,324
			2.17	18.05	36.61	43.17	0.78	11,410
		San Pedro	2.53	11.30	35.63	50.54	0.81	13,290
			2.69	14.88	38.49	43.94	0.83	12,436
		Villa del Rosario	2.74	7.50	36.70	53.06	0.70	13,588
	Catatumbo	Zulia Norte-Sardinata	3.67	9.18	37.57	49.59	0.95	12,602
		El Carmen	4.31	8.64	39.17	47.88	0.95	12,316

[27]



Zonas Carboníferas en Colombia e Infraestructura de Transporte



Dotación Minera y Su Conocimiento

[1]



Gobernanza y Gobernabilidad

La falta de articulación de las entidades estatales en las áreas prohibidas y restringidas ralentiza el avance de los proyectos mineros. La inestabilidad jurídica viene afectando el desarrollo de proyectos mineros y afecta las ampliaciones de capacidad de los proyectos existentes. [13].

Fallo de la Corte Constitucional, evidencia la tensión normativa que existe entre las competencias de las autoridades de nivel nacional, regional y local, como se evidencia en el Proyecto Cerrejón, frente a la aplicación del régimen de transición considerando que la concesión inició en el año 1983 hasta la anualidad 2033, pero debe considerar a Ley 99 de 1993 y la Constitución Política de 1991, sumado a las nuevas exigencias del Plan de Manejo y

Ordenamiento de Cuencas -POMCA [14].

En el año 2015, los pequeños productores de carbón de Norte de Santander, vieron frenadas las exportaciones por limitaciones en el uso del puerto de Maracaibo en Venezuela [15]. Para el 2017, se había estabilizado el transporte del carbón de Norte de Santander hacia Barranquilla y el Atlántico, se efectuaron descuentos en los peajes ubicados en el recorrido para llegar al puerto de embarque, se aumentó la cantidad y se le mantuvo el precio diferencial para la frontera al combustible requerido para el transporte del mineral y se otorgó disminución del valor de las regalías por medio de una resolución. [20]



Grupos Sociales

La minería de carbón térmico viene siendo influenciada por presiones sociales en sus operaciones mineras, férreas y portuarias, a favor o en contra según las necesidades de las comunidades.

Fenoco, opera el corredor férreo entre Chiriguana, Ciénaga y Santa Marta, con una duración de la Concesión hasta el año 2030, con una capacidad de 80,19 millones de toneladas, con 246 Kilómetros de línea férrea, con horarios restringidos por quejas de la comunidad [15]



Grupos Sociales

Si bien hay situaciones de oposición a la comunidad, en contraste situaciones como la registrada en el Departamento de Norte de Santander por cierre de frontera con Venezuela, con afectación de 7.000 trabajadores vinculados directamente al proceso y unos 24 mil trabajadores que se relacionan con actividades indirectas de transporte, centros de acopio, servicios de exportación y servicios a la minería, condujo a que mediante sentencia de la Corte en el 2015, el tráfico ferroviario fuera autorizado nuevamente todos los días las veinticuatro (24) horas del día para el transporte del carbón represado. [15]

La inversión social que implementan las empresas mineras de Gran Minería, se ven reflejadas en beneficio para las comunidades aledañas, que se cuantifican tanto por los recursos asignados como por las personas beneficiadas. El Cerrejón ha invertido en gestión social un presupuesto de \$19.102.571.917 y beneficio para 11.641 personas, Drummond diseñó un programa de capacitación con el SENA con 1.600 jóvenes de la región participantes en los últimos 16 años, Prodeco con 1.000 millones invertidos viene participando en desarrollo de capital social, educación y generación de ingresos a través de la fundación Calenturitas. [19]



Condiciones de Mercado

Colombia es el cuarto exportador de carbón térmico a nivel mundial, después de Australia, Indonesia y Rusia, exportando el 7% del mercado de carbón térmico mundial vía marítima en el 2017. [1]

En el año 2015, los pequeños productores de carbón de Norte de Santander, que usaban el puerto de Maracaibo en Venezuela para sus exportaciones, estaban enfrentando pérdidas por US\$175.000 por cada día de cierre de la frontera, afectando el intercambio comercial con 220.000 toneladas de carbón represadas. [15]

El transporte es un componente esencial en la competitividad del sector minero pero principalmente para el carbón. La ubicación geográfica de las minas obliga a buscar alternativas para la reducción de costos y tiempos de transporte.

El carbón térmico de las zonas del Atlántico principalmente (Guajira y Cesar) cuenta con infraestructura dedicada o semidedicada para la movilización del carbón de mina a puerto. Es así como Cerrejón cuenta con 150 km de vía férrea y de uso exclusivo [22]. Por su lado las minas del Cesar (Drummond, Prodeco, CNR, etc) usan el ferrocarril de Chiriguana a Santa Marta operado por Fenoco (245km); cabe destacar que cada operación minera cuenta con su propio equipamiento férreo. [23].



Al interior del país, el carbón se moviliza por vía terrestre mediante tractomulas de hasta 35 toneladas de capacidad cada una en recorridos que pueden alcanzar mas de 900 km (Ruta Bogotá – Santa Marta), lo que hace del transporte un componente económico altamente sensible - en la mayoría de las ocasiones dictamina la viabilidad o no, para el mercado internacional del carbón térmico del interior.

Los precios de carbón térmico se establecían en las negociaciones directas entre compradores y suministradores que podían ser trimestrales, semestrales o anuales. Esta práctica fue usual hasta finales de los noventas y comienzos del nuevo siglo.

Posteriormente el mercado del carbón dio un paso grande a la estandarización del para poder ser transado en bolsa. Hoy en día los precios de carbón se basan en índices de precios que se comenzaron a desarrollar desde 1991 por publicaciones especializadas en carbón. [26].

Hay muchas clases de índices de precios de carbón que se pueden establecer. Estos se clasifican en [26].:

1. Índices FOB (free on board) de acuerdo con el lugar de origen, ya sea Suráfrica, Estados Unidos, Australia, Colombia, Rusia, China y varios otros.
2. Índices CIF (cost, insurance and freight) relacionados con el lugar de destino del carbón. Este puede ser Europa (especialmente Amsterdam, Rotterdam y Amberes – ARA), Japón y varios otros.

El índice más conocido y con base en el cual se paga la mayoría de las regalías del carbón térmico exportado por Colombia es el índice API2, desarrollado en conjunto entre las compañías IHSMarkit y Argus. Este se refiere al promedio de precios diarios de los carbones que se entregan en ARA. [26].

Para obtener el precio FOB Colombia se toma el índice API2, se hace la corrección por calidad del carbón y se le resta el flete marítimo entre ARA y Colombia. Una vez obtenido este precio, se le suma el flete marítimo entre puerto colombiano y el lugar de destino. [26].

Los precios de carbón térmico se comportan cíclicamente. Siempre son función de oferta y demanda, que dependen de la competencia con otras fuentes de energía tales como gas natural, gas licuado, coque de petróleo, petróleo y energías renovables (especialmente solar y eólico) entre otros. [26].



Hay varios factores que influyen en el precios tales como: incremento de demanda en Asia, especialmente en China e India, cierres de minas de carbón térmico ineficientes en China, interrupciones de exportaciones de carbón térmico en Australia, Indonesia y Estados Unidos debido a huracanes e inundaciones de minas, caída de producción de carbón en algunos países para cumplir con los compromisos de reducción de los gases efecto invernadero, huelgas de trabajadores de minas de carbón, descarrilamientos de trenes de carbón, derrumbes en minas, etc., son algunos de los factores que influyen en la disponibilidad de carbón a nivel mundial.

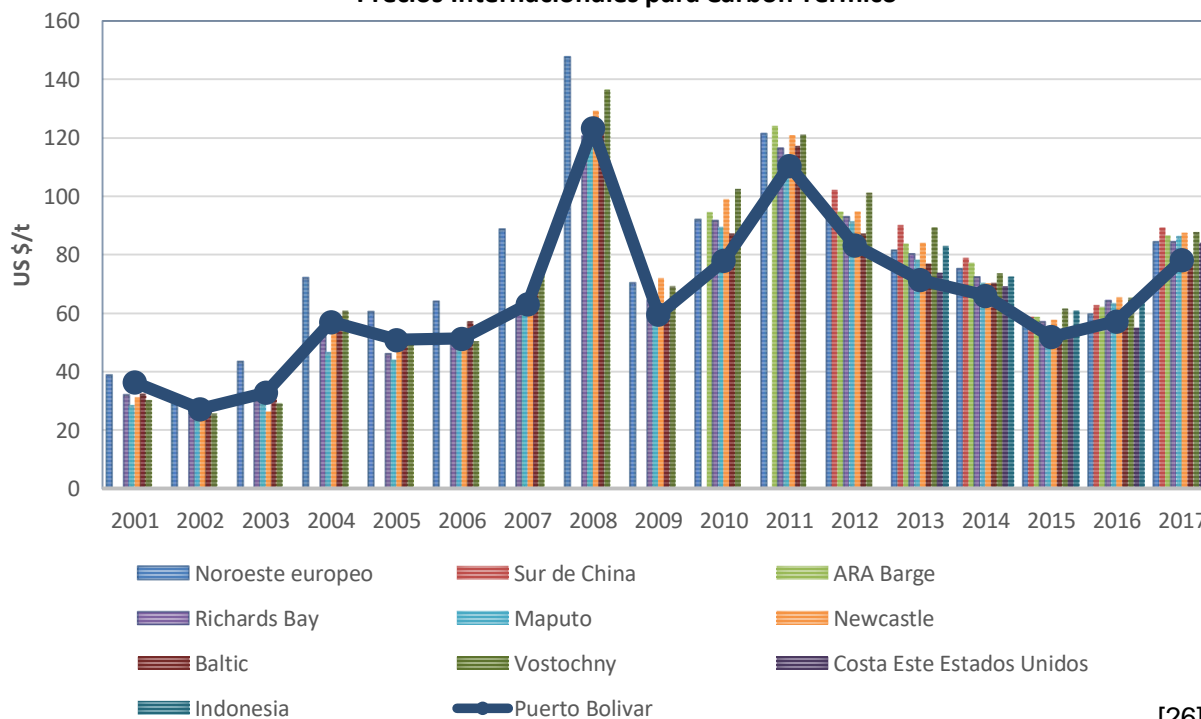
Tendencias térmico: En la siguiente gráfica se observa que los precios de carbón tienen la misma tendencia, sin importar el origen.

Esto especialmente se debe a la comoditización del carbón: de esta forma se explica por qué en los últimos años los flujos de carbón no han cumplido las reglas geográficas mediante las cuales los carbones asiáticos se destinaban al mercado del Pacífico, y los carbones de americanos se destinaban al mercado del Atlántico: hoy en día si el precio es correcto, se tienen carbones colombianos llegando a países asiáticos (Sur Corea, Japón, India) a precios más competitivos que los mismos carbones asiáticos. [26].

Hoy en día debido al incremento de demanda en Asia, a la caída de producción de carbón en China y a los altos precios de gas natural en Europa, los precios de carbón térmico se han mantenido en niveles entre \$85 a \$94/t FOB Colombia, y esa tendencia continuará durante el 2019. [26].



Precios Internacionales para Carbón Térmico



[26]

Las empresas mineras deben ajustar su actuación frente a la responsabilidad ambiental, pero es necesario contar con la articulación institucional.

La situación del Cerrejón, en noviembre del 2014 iniciaron obras de expansión operacional autorizada por la ANLA con un incremento de 33 a 45 millones de toneladas por año, considerando que el desvío del Arroyo Bruno dividido en 2 tramos (3,6 km y habilita reservas 35 Mton y 9,3 km y habilita reservas 61 Mton). El tramo A del Proyecto Bruno, en un 90% de avance, está detenido debido a una tutela solicitada por comunidades aledañas. [19]

Drummond, cuenta con cerca de 2.000 millones de toneladas de reservas en los proyectos La Loma, El Descanso, Rincón Hondo, Similoa y Cerrolargo, los tres últimos en proceso de licenciamiento ambiental. [19]

Prodeco, modificó ante ANLA en el 2016 el PMA para continuar con exploración y ampliación de producción de 12.5 a 13.9 MTPA [19]

El proyecto La Luna en el Cesar, para la explotación de minería subterránea mecanizada considerada la más grande de Colombia (3.5 millones de toneladas por año), con la planta de generación de energía a carbón más grande de Colombia con capacidad de 1.100 MW (fase 1 de 600 MW), cuenta con PTO aprobado por la ANM y tiene en trámite la licencia ambiental por parte de ANLA. [19]

Uno de los temas polémicos, es el proceso de Cierre y Abandono de las explotaciones mineras de carbón de los grandes proyectos de Guajira y Cesar, que si bien están incluido dentro de la naturaleza propia de la explotación, está definido en la ley 685 de 2001, por la cual se expide el Código de Minas.

Para el caso del Cerrejón, se publica el anuncio que en el año 2034 será el inicio de la etapa del cierre final de las operaciones de Cerrejón en La Guajira, ya que para esa fecha terminarán formalmente los contratos de explotación que tiene la empresa con la nación, informando a la comunidad que el cierre se hace de manera progresiva a través de medidas de estabilización y de cierre de impactos ambientales y sociales que se llevan a cabo a través de dos ciclos, el de planeación y ejecución, que se realizan simultáneamente con el desarrollo de la operación minera. Este plan de cierre de mina incluye numerosas medidas y actividades que están siendo ejecutadas en diferentes temáticas que se agrupan en tres dimensiones. Esta son física que corresponde a la infraestructura y las instalaciones, la social donde están incluidas las partes interesadas y la biológica relacionada con la fauna, flora, suelo y el agua. [21]



Análisis del Balance

Información de clasificación: Carbón Térmico

- Mineral: Carbón térmico
- Código CIIU: 0510
- Nombre CIIU: Extracción de hulla (carbón de piedra)
- Código CPC: 1101004
- Nombre CPC: Carbón térmico
- Unidad: Toneladas
- Usos (global): Producción de energía, industria (papel, cemento, alimentos, textiles, alfarería)
- Usos (local): Exportaciones, producción de energía, industria

Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016					
Capítulo: Carbón Térmico					
Cifras en Toneladas					
	2012	2013	2014	2015	2016
Oferta					
Producción	84.762.791	81.018.124	83.671.490	82.493.157	85.145.181
Importaciones	-	-	-	-	-
Total Oferta	84.762.791	81.018.124	83.671.490	82.493.157	85.145.181
Utilización					
Consumo Intermedio	5.141.029	6.062.800	6.103.576	7.015.155	7.462.881
Variación de Existencias	5.561.702	1.545.774	(8.111.452)	4.108.358	(4.437.999)
Exportaciones	74.060.060	73.409.550	85.679.366	71.369.644	82.120.299
Total Utilizaciones	84.762.791	81.018.124	83.671.490	82.493.157	85.145.181

DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

Sobre el balance

Las variaciones de la oferta y la utilización de carbón térmico fueron absolutamente las mismas para el periodo en estudio. Este comportamiento es el resultado de tener una participación muy alta en la generación de oferta en cabeza de explotaciones de minería a gran escala, cuya producción responde muy rápidamente a las variaciones de la demanda. Las exportaciones representan en promedio el 92,7% de la utilización en el quinquenio, mostrando que el mercado del carbón térmico en Colombia tiene alta dependencia de las condiciones de las transacciones internacionales.

Producción

La producción promedio de carbón térmico en Colombia entre 2012 y 2016 fue de 83,5 millones de toneladas anuales. La producción total anual durante los años en estudio muestra variaciones no mayores al 2,9% frente a este promedio. Los volúmenes de producción muestran un mercado relativamente estable que no genera sobresaltos importantes en los resultados alcanzados.

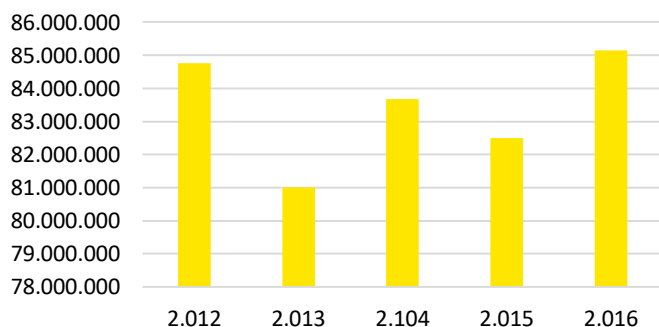
Hacia el futuro, se espera un debilitamiento del mercado del Atlántico y un fortalecimiento del mercado del Pacífico, hacia donde ya se encaminan algunos volúmenes de las exportaciones colombianas.

El balance nacional para el carbón térmico muestra una producción que varía entre 81 millones de toneladas (mt) en 2013 a 85 mt en 2016.

Aproximadamente 93% del carbón térmico se produce mediante minería a gran escala en minas cuyas capacidades anuales varían entre 15 y 30 mt. [3]

En 2013 la producción cayó a 81 mt desde 84,6 mt en el 2012 debido a huelgas de trabajadores de Cerrejón y Drummond, que duraron cerca de dos meses cada una. También hubo problemas de transporte férreo desde las minas de Drummond y Prodeco (Glencore) a los puertos para acatar tutelas por parte de las comunidades localizadas en cerca al tren de Fenoco. [15]

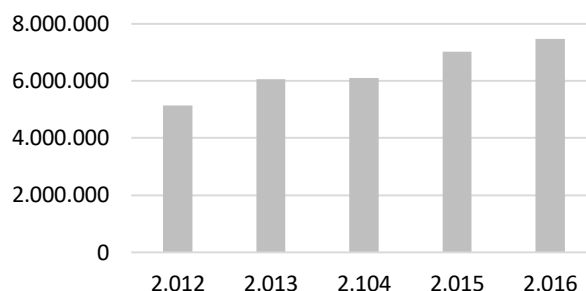
Producción Carbón Térmico (En toneladas)



Consumo

Anualmente una porción de la producción del carbón térmico, que varía entre 5 y cerca de 8 millones de toneladas, se utiliza en: consumo interno para generación termoeléctrica (entre 1,8 y 2,1 mt), fabricación de cemento (entre 1,4 y 1,6 mt) y el balance se utiliza en las industrias cementera, textil y de alimentos.

Las restricciones ambientales en estas industrias así como la baja inversión en equipos de control ambiental han hecho que el consumo interno de carbón se mantenga en los niveles anteriormente mencionados, y la gran mayoría se dirige a los mercados de exportación.

Consumo intermedio Carbón Térmico
(en toneladas)

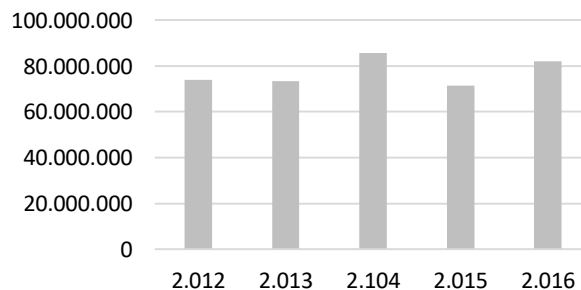
Exportaciones

Las exportaciones colombianas de carbón térmico entre 2012 y 2016 estuvieron entre 71,4 y 85,7 millones de toneladas (mt).

A partir de enero de 2014 se exigió el sistema de cargue directo en los puertos de exportación de carbón. Ese año las exportaciones incrementaron a 85,7 mt (incremento del 17% comparadas con 73,4 mt en 2013), especialmente durante el segundo semestre, para compensar por los volúmenes represados durante el primer semestre, cuando los puertos de cargue directo aún no estaban en funcionamiento.

Los precios de carbón colombiano en 2014 estaban por los \$65,93/t FOB y en 2015 bajaron a \$57,58/t FOB. Los exportadores prefirieron reducir exportaciones desde 85,7 mt en 2014 a 71,4 mt en 2015 con el fin de proteger el precio. Los precios en 2016 subieron a \$77,84/t y por esta razón en 2016 las exportaciones crecieron a 82,12 mt. [16]

Exportaciones Carbón Térmico (en toneladas)



El mineral desde sus principales usos

Térmico (usos)

A nivel mundial en 2016 [4]

- 90% del cemento mundial
- 41% de la generación eléctrica mundial
- Participación en la generación eléctrica de Asia pasará del 32% al 50% para 2040

En Colombia entre 2012 y 2016 el consumo internos se distribuyó así: [1]

- Generación eléctrica 31%
- Fabricación de cemento 27%
- Fabricación de papel 10%
- Industria alimenticia 10%
- Industria textil, ladrillo y otros 22%

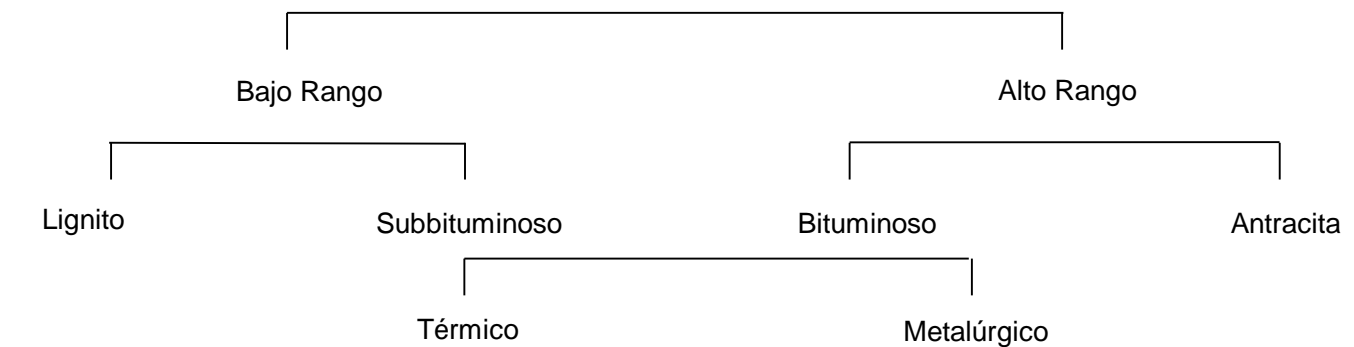
Contenido de Carbono/Energía

Alto

Alto

Contenido de Humedad

Tipos de Carbón



Usos Principales



Mundial

1000

Millones de Toneladas anuales
de carbón térmico exportadas
vía marítima [25]



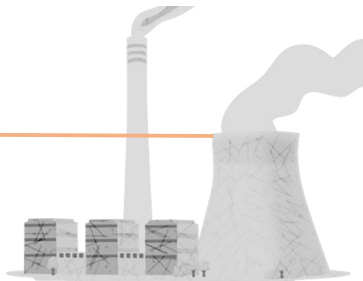
ELECTRICIDAD

El carbón térmico tiene un papel fundamental en la generación eléctrica mundial.

Aproximadamente un

41%

de la energía eléctrica mundial es actualmente abastecida por plantas termoeléctricas [4]



Esta electricidad provee energía para casas, edificios y calles, provee además calefacción doméstica e industrial, y permite la operación de electrodomésticos usados en casas, oficinas, hospitales y maquinaria industrial. Así mismo se utiliza para transporte público y férreo.



1 tonelada de carbón contribuye a la generación de aproximadamente 2,8 MW [1]



CEMENTO

Grandes cantidades de energía son requeridas en la fabricación de cemento – un componente crítico en la industria de la construcción. La mayoría de esta energía es proveída por el carbón.

200kg

de carbón son necesarios para producir 1 tonelada de cemento. [4]



LADRILLERAS / ALFARERAS

El carbón es usado dentro del proceso de fabricación del ladrillo y/o teja en los túneles de cocción, algunos de los cuales pueden llegar a tener 120 metros de longitud y deben mantener una temperatura que oscila entre los 660 y 900°C.

Actualmente existen plantas de procesamiento de “ladrillos ecológicos” que utilizan la ceniza residuo de la combustión de carbón en plantas termoeléctricas como materia prima para la fabricación de ladrillos y otros materiales de construcción. Las cenizas de la combustión de carbón también se utilizan para la industria cosmética y de fabricación de cemento.

1 tonelada de carbón contribuye a la fabricación de 3.500-3.800 ladrillos.



TRANSPORTE

Tanto los combustibles derivados del carbón, como la electricidad producida por él, juegan un papel fundamental en la respuesta a la creciente demanda energética para el sector del transporte.

Los combustibles líquidos derivados del carbón han probado ser una alternativa viable a los combustibles derivados del petróleo y que pueden ser usados en el abastecimiento de la infraestructura existente. Estos combustibles proveen actualmente el 20% de las necesidades de transporte en Suráfrica.

El carbón es una fuente importante tanto en forma de materia prima como de energía primaria para la manufactura de materiales usados en la infraestructura básica, tales como acero, cemento y aluminio.

50%

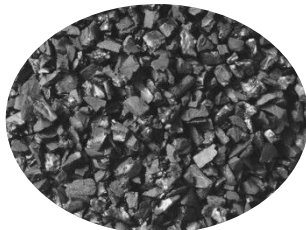
de la energía usada en la producción de aluminio proviene del carbón. [4]



OTROS USOS / APLICACIONES DEL CARBON [4]



Aleaciones de Carbono



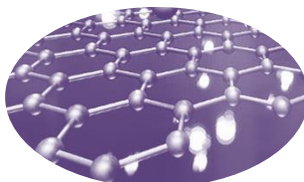
Carbón Activado



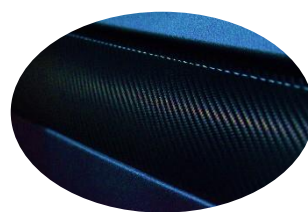
Fibra de Carbono



Filtros para Agua y Aire



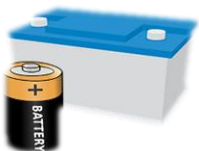
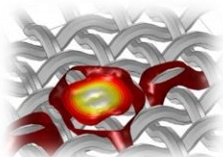
Grafeno



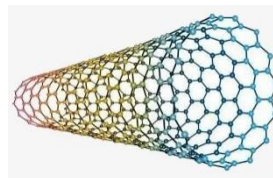
Aislamiento Térmico



OTROS USOS / APLICACIONES DEL CARBON (En desarrollo tecnológico o no comerciales todavía)

Electrodos para
baterías de iones de
Litio y
supercapacitores

Conductividad Térmica



Nanotubo de carbón

Extracción de
Elementos de Tierras
Raras del carbón

- Mientras exista la necesidad de acero, el carbón continuará siendo un producto esencial para la minería y las exportaciones.
- El carbón tendrá un lugar en el sector energético por muchos años más.
- El carbón es una fuerza económica importante para Colombia, proveyendo miles de empleos, directos e indirectos.
- Se puede encontrar el equilibrio entre la conservación del medio ambiente y la economía – no son mutuamente excluyentes.
- El carbón no es el problema – las emisiones sí lo son. De ahí la importancia de encauzar los esfuerzos en el desarrollo e innovación tecnológica en el uso del carbón.

Bibliografía

- [1] www.itboyd.com Información propia del consultor.
- [2] Datos.gov.co/browse
- [3] ANM, Última actualización Enero, 2018. [En línea]. Disponible en: <http://mineriaencolombia.anm.gov.co/index.php/es/produccion-carbon>
- [4] www.coal.ca
- [5] Títulos Mineros Información de ANM citada por Caracol Radio el 27 de marzo de 2017 en www.caracol.com.co/radio/2017/03/27/nacional/1490641058_968552.html
- [6] Títulos Mineros tomados en revisión del listado del RUCOM consultado el 24 de octubre de 2018 en www.tramites.anm.gov.co/Portal/pages/consultalistados/anonimoListados.jsf
- [7] Información de títulos mineros otorgados en 2016 tomados de https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/informe_rendicion_de_cuentas_2016_publicacion_mp.pdf
- [8] Información sobre mercado mundial de Carbón Térmico y participación de Colombia tomada de Coal Information Review 2018 publicada por International Energy Agency en su tienda virtual http://wds.iea.org/wds/pdf/coal_documentation.pdf
- [9] Información sobre reservas mundiales de carbón tomada de <https://www.eia.gov/beta/international/data/browser/#/?pa>
- [10] Información sobre los usos del carbón tomada del laboratorio nacional Oak Ridge <https://www.ornl.gov>
- [11] Información sobre usos del carbón tomada de la Asociación Canadiense del Carbón – CAC <https://coal.ca>
- [12] Ministerio de Minas y Energía, Dirección de Minería Empresarial. [En línea]. Disponible en: https://www.minminas.gov.co/documents/10192/23886325/230517_produc_expo_carbon_I_17.pdf/e3edb34b-be21-4829-a4dd-133c5e84519f
- [13] UPME, Plan Nacional de Desarrollo Minero con Horizonte 2025. Bogotá, Diciembre de 2017. [En línea]. Disponible en: http://www1.upme.gov.co/simco/PlaneacionSector/Documents/PNDM_Dic2017.pdf
- [14]. Cerrejón, Arroyo Bruno. Corte Constitucional Colombia. (2017). EXPEDIENTE T-5.443.609-SENTENCIA SU-698/17 (Noviembre 28). Bogotá: COMUNICADO No. 58 Noviembre 28 y 29 de 2017. M.P. Luis Guillermo Guerrero Pérez. <http://www.corteconstitucional.gov.co/comunicados/No.%2058%20comunicado%2028%20y%2029%20de%20noviembre%20de%202017.pdf>

Introducción	Metodología	Balance Nacional 2012 – 2016	Cuenta Satélite de Minería
		Carbón térmico	

- [15] Tren FENOCO. Corte Constitucional, Sentencia C-722/15. (2015). Bogotá. [En línea]. Disponible en: <http://www.corteconstitucional.gov.co/RELATORIA/2015/C-722-15.htm>
- [16] ANM, Ficha del Carbón. [En línea]. Disponible en: https://www.anm.gov.co/sites/default/files/ficha_carbon_es.pdf
- [17] Ministerio de Medio Ambiente, Decreto 1076 de 2015. Competencia Autoridad Ambiental Carbón. [En línea]. Disponible en: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/81-normativa/2093-plantilla-areas-planeacion-y-seguimiento-30>
- [18] Periódico Vanguardia Liberal. Se oficializó delimitación de cuatro nuevos páramos en Colombia. 18 de julio de 2018. [En línea]. Disponible en: <http://www.vanguardia.com/economia/nacional/439281-se-oficializo-delimitacion-de-cuatro-nuevos-paramos-en-colombia>
- [19] Ministerio de Minas y Energía. (2018). Proyectos PINES Guajira y Cesar. [En línea]. Disponible en: www.minminas.gov.co.
- [20] SEMANA. (2017, Noviembre 7). Así repuntan los carboneros de Norte de Santander. Revista Semana. [En línea]. Disponible en: <https://www.semana.com/contenidos-editoriales/carbon-la-base-de-todo-/articulo/la-industria-del-carbon-en-santander/535784>
- [21] El Heraldo. (18 de febrero de 2018). Se acerca el fin de la bonanza minera de La Guajira. [En línea]. Disponible en: <https://www.elheraldo.co/la-guajira/se-acerca-el-fin-de-la-bonanza-minera-de-la-guajira-460042>
- [22] Cerrejón Context and Strategy, March 2015
- [23] <https://www.fenoco.com.co/index.php/operations-management-and-tracking/type-of-trains-mobilized>
- [24] ANM, Producción del Carbón. [En línea]. Disponible en: <http://mineriaencolombia.anm.gov.co/images/Presentaciones/FICHA-MINERAL---CARBON-2018.pdf>
- [25] Cantillo Jacqueline, Senior Coal Analyst IHS Markit, Memorias Congreso Fenalcarbón NOVENO FORO PRESENTE Y FUTURO DEL CARBÓN Y EL COQUE COLOMBIANO "Situación Actual del Mercado del Carbón", Paipa, Boyacá, Colombia. Septiembre 2018
- [26] IHS Markit. Con adaptaciones hechas por el consultor.
- [27] El Carbón Colombiano: Recursos, reservas y calidad. Publicaciones geológicas especiales, numero 32, 2012. Servicio Geológico Colombiano. Segunda Edición 2012.
- [28] DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas. [En línea]. Disponible en: http://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/472/get_microdata, http://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/473/get_microdata, <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/comercio-internacional/exportaciones>
- [29] Información gráfica extraída de <https://www.pexels.com/>, <https://google.com/> y <https://pixabay.com/> con licenciamiento libre de distribución.

Ficha del mineral

Carbón Metalúrgico

Departamentos productores de Carbón Metalúrgico [1]

- Cundinamarca (Térmico/Metalúrgico)
- Boyacá (Térmico/Metalúrgico)
- Norte de Santander (Térmico/Metalúrgico)
- Santander (Térmico/Metalúrgico)

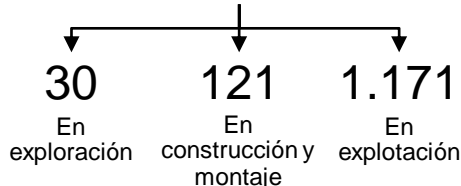
El carbón Metalúrgico en Colombia [3]



7%

De la producción de carbón en Colombia es subterránea y de ésta se obtiene carbón térmico y metalúrgico

Títulos Mineros de Carbón [24] (Incluye térmico y metalúrgico)

1.322
Otorgados

94%

de estos títulos son pequeña y mediana minería

6%

de estos títulos son minería a gran escala

Regalías globales del Carbón (térmico y metalúrgico) en Colombia [24]

Año	Regalías (millones USD)
2015	USD523,13 millones
2016	USD443,25 millones
2017	USD628,62 millones



Principales Exportadores de carbón metalúrgico [28]

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • C.I. Milpa S.A • C.I. Carbocoque S A • Carbones Andinos S A S • Sociedad de Comercialización Internacional Excomin • C.I. Trafigura Coal Colombia S.A.S. • C.I. Miner Coque de Colombia Ltda | <ul style="list-style-type: none"> • Comercializadora Colombiana de Carbones y Coques S A C I • Yilcoque S.A.S. • C.I. Interamerican Conminas SAS • C.I. Bulk Trading Sur America LTDA. |
|---|---|

Principales usos:

- Producción coque
- Siderurgia
- Exportación



Así exportó Colombia el carbón metalúrgico en 2016 [25-28]

1,2 MT
Metalúrgico
crudo1,7 MT
Coque

Colombia exportó en 2016 carbón metalúrgico principalmente a: [25]

51%
Brasil25%
Japón19%
Turquía

El mineral desde las fuerzas motoras críticas

Posición estatal ante recursos mineros y ambientales

Desde los inicios de la exploración de carbón en 1968, el Estado colombiano ha participado en la política minera del país, primero a través de Carbones de Colombia (Carbocol), con el fin de administrar y promocionar el recurso de carbón Térmico y Metalúrgico. Carbocol se dedicó a la administración del Contrato de Asociación con Intercor (filial de Exxon Mobil) para exploración y explotación del carbón producido en la mina de carbón El Cerrejón, mientras que Ecocarbón se dedicó a la administración del recurso de carbón del país [1].

Posteriormente, en 1997 se fusionaron en Minercol las empresas Ecocarbón y Mineralco para la gestión de todos los recursos mineros del país. Luego de la liquidación de Minercol, correspondió al Ingeominas la administración, exploración y promoción de los recursos mineros. Posteriormente, Ingeominas fue escindido en el Servicio Geológico Colombiano (SGC) y la Agencia Nacional de Minería (ANM).

La función del SGC es la ampliación del conocimiento de los recursos geológicos, mientras que la ANM se ocupa de la administración de las concesiones de los minerales colombianos [1].

Los procesos de licencias ambientales y permisos, para las etapas de Construcción y Montaje y Explotación, se tramitan ante ANLA cuando la explotación proyectada es mayor o igual a 800.000 toneladas por año, y si es menor a ese volumen es competencia de la CAR de la jurisdicción correspondiente [17].

Las medidas tomadas por el Gobierno, permiten llegar a 43 millones de hectáreas preservadas en Colombia, se pasó de delimitar un páramo en 2014 a preservar en 2018 los 37 que existen en el territorio nacional [18]. Esto implica hacer una revisión de títulos mineros otorgados en estas zonas y solicitudes que estén en trámite, por ser áreas prohibidas para la actividad minera como lo establece el Código de Minas.



Dotación Minera y Su Conocimiento

El país cuenta con buen conocimiento de sus reservas de carbón metalúrgico. Las reservas medidas de carbón metalúrgico en su mayoría en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Santander y Norte de Santander suman 593,9 Mt. [12].

Los principales yacimientos de carbón metalúrgico se encuentran en el interior del país en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Norte de Santander. Las calidades del carbón cubren un amplio espectro desde bajos volátiles hasta altos volátiles y diferentes contenidos de impurezas. Los mantos de carbón son normalmente de bajo espesor (0.5m a 2.5m) con buzamientos altos 30 a 60 grados y con topografía agreste.

Estas condiciones hacen compleja la exploración y explotación del carbón metalúrgico, limitando las operaciones mineras en tamaño y volumen. Es así como prolifera la minería de pequeña escala y baja inversión, mientras son muy pocas las minas mecanizadas o semi-mecanizadas.

Los estudios regionales se limitan a puntos de control con base en minas existentes pero no hay campañas de exploración estatal en búsqueda de nuevos yacimientos.

Así mismo los privados normalmente limitan su exploración a campañas de superficie sin ampliar su conocimiento del subsuelo con exploración detallada.



**RESERVAS DE CARBÓN POR DEPARTAMENTO [12]**

DEPARTAMENTO	Reservas Medidas Millones de Ton. 2016	Reservas Indicadas Millones de Ton. 2004	Reservas Inferidas Millones de Ton. 2004	Recursos Hipotéticos Base 2004	Potencial Millones de ton. Base 2004
Guajira	3525,5	448,0	127,5	27,2	4128,2
Cesar	1538,2	1564,0	1963,2	993,5	6058,8
Córdoba	376,4	341,0	0,0	0,0	717,4
Antioquia	86,3	225,8	132,4	26,5	471,0
Valle	40,2	92,1	97,9	11,0	241,2
Cundinamarca	210,6	644,9	539,2	61,8	1456,5
Boyacá	141,7	682,6	867,2	0,0	1691,5
Santander	146,6	552,3	569,2	0,0	1268,1
Norte de Santander	95,0	314,3	360,8	0,0	770,1
TOTAL	6160,5	4865,0	4657,4	1120,0	16802,8

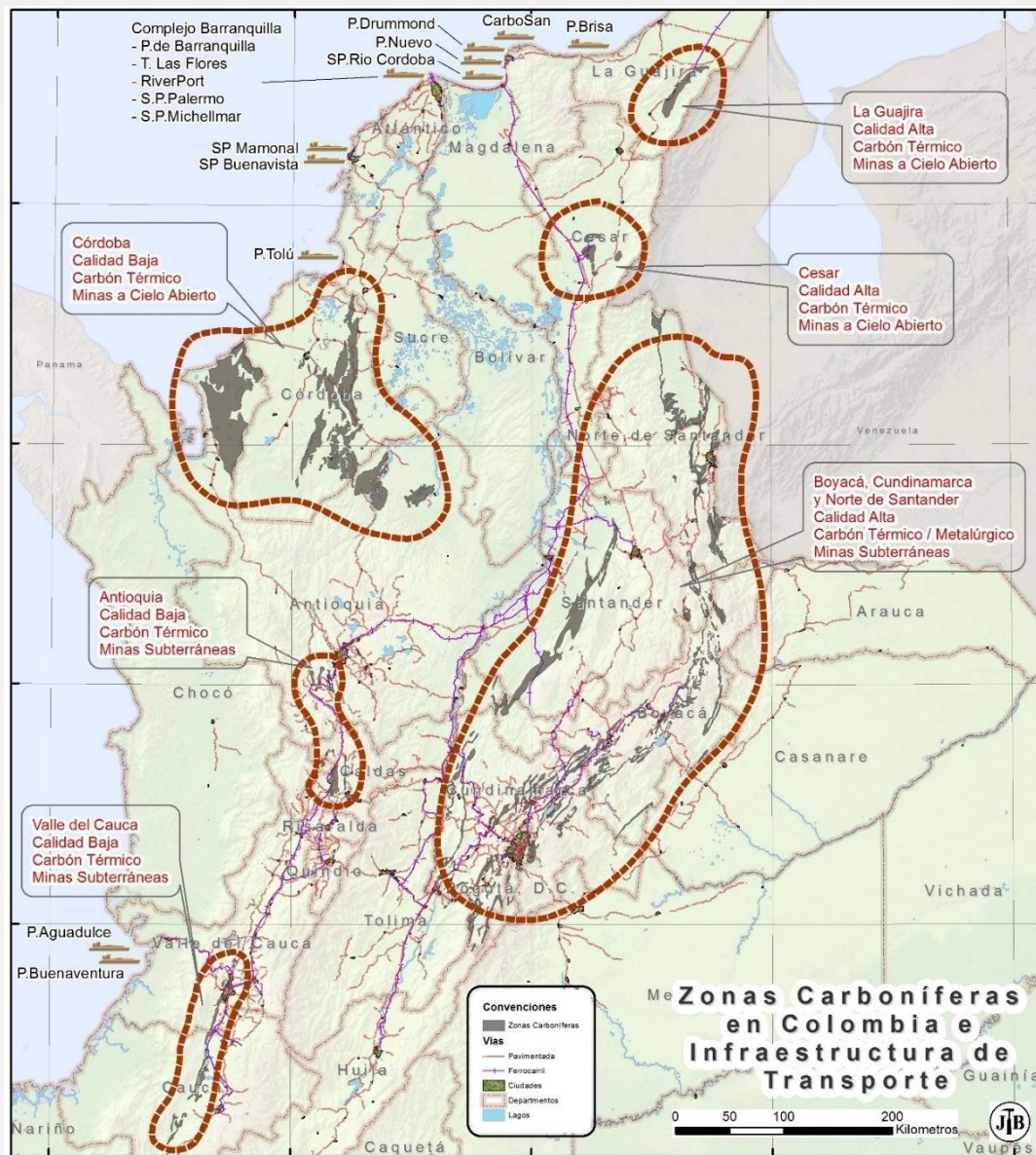
CALIDAD DE CARBÓN POR DEPARTAMENTO [27]

Zona	Área	Sector	Humedad (%)	Cenizas (%)	Materia Volátil (%)	Carbono Fijo (%)	Azufre Total (%)	Poder Calorífico (BTU/lb)
Cundinamarca	Guataquí- Jerusalén- Guaduas- Caparrapí	Caparrapí	5.19	5.34	39.09	50.38	0.58	13,044
		Guaduas	4.12	5.61	22.43	67.83	0.59	12,829
	Guatavita- Sesquilé- Chocontá		1.98	11.23	34.88	51.91	0.91	12,682
	Tabio-Rio Frio-Carmen de Carupa	Carmen de Carupa	3.42	12.67	20.80	63.10	1.53	13,041
		Tabio-Rio Frio	4.12	9.76	18.01	68.11	0.93	13,390
	Checua- Lenguazaque	Cogua- Sutatausa- Guachetá	3.66	9.46	26.80	60.07	0.80	13,433
		Lenguazaque- Cucunubá- Nemocón	4.67	10.62	33.85	50.86	1.06	12,718
	Suesca- Albarracín		3.92	10.43	33.53	52.12	0.69	12,738
	Zipaquirá- Neusa		1.04	14.42	24.33	60.21	1.38	12,993
	Páramo de la Bolsa- Machetá		4.42	14.21	35.70	45.67	1.04	11,309



CALIDAD DE CARBÓN POR DEPARTAMENTO [27]								
Zona	Área	Sector	Humedad (%)	Cenizas (%)	Materia Volátil (%)	Carbono Fijo (%)	Azufre Total (%)	Poder Calorífico (BTU/lb)
Boyacá	Checua-Leguzaque		3.56	10.00	25.19	61.25	0.80	13,439
	Suesca-Albarracin		4.69	12.18	33.71	49.42	1.07	12,420
	Tunja-Paipa-Duitama		9.48	11.40	39.03	41.09	1.53	11,268
	Sogamoso-Jericó		4.29	9.57	30.19	55.96	1.23	13,099
	Betania		1.47	8.36	30.94	59.25	0.00	13,859
	Úmbita-Laguna de Tota		5.75	13.10	38.34	42.80	1.21	11,699
Santander	San Luis	Flanco Occidental	2.70	25.95	28.11	43.23	1.76	10,913
			1.63	7.65	33.38	57.33	1.37	13,994
		Flanco Oriental	1.18	18.72	30.48	49.62	2.01	12,284
			1.18	10.09	29.05	59.67	2.15	13,893
	Cimitarra Sur		4.61	4.61	29.77	61.01	0.62	13,021
	Capitanejo-San Miguel		6.33	7.51	19.00	67.16	0.93	11,782
	Miranda		1.81	14.47	15.13	68.59	3.46	12,803
	Molagavita		0.80	8.58	32.25	58.37	0.70	14,161
	Páramo del Almorzadero		5.18	4.71	14.23	75.88	0.75	12,889
Norte de Santander	Chitagá		3.29	12.59	12.90	71.22	1.44	12,804
	Pamplona-Pamplonita		2.96	9.97	36.15	50.92	1.34	13,199
	Herrán - Toledo		2.31	7.46	26.99	63.24	0.83	14,120
	Salazar		3.76	9.46	36.81	49.96	0.62	12,762
	Tasajero	Este	2.84	10.17	34.82	52.18	0.85	13,326
		Oeste	2.56	7.65	33.67	56.12	0.85	13,925
		Sur	2.42	17.10	34.59	45.89	0.89	12,291
	Zulia-Chinácota	Zulia Sur	3.36	11.90	35.29	49.45	1.27	12,967
		Santiago	2.71	5.95	30.55	60.80	0.71	14,153
			8.33	17.06	28.67	47.33	0.62	9,911
		San Cayetano	2.02	12.12	26.66	59.20	1.43	13,324
			2.17	18.05	36.61	43.17	0.78	11,410
		San Pedro	2.53	11.30	35.63	50.54	0.81	13,290
			2.69	14.88	38.49	43.94	0.83	12,436
		Villa del Rosario	2.74	7.50	36.70	53.06	0.70	13,588
	Catatumbo	Zulia Norte-Sardinata	3.67	9.18	37.57	49.59	0.95	12,602
		El Carmen	4.31	8.64	39.17	47.88	0.95	12,316

Zonas Carboníferas en Colombia e Infraestructura de Transporte



[1]

Carbón metalúrgico

Gobernanza y Gobernabilidad

Gracias a la separación de las responsabilidades de la ANM y al SGC, se puede decir que la institucionalidad en el manejo del recurso minero se ha organizado y ya el país conoce con qué se cuenta y qué se puede esperar de la explotación de sus recursos minerales. Sin embargo, la falta de articulación de las entidades estatales en las áreas prohibidas y restringidas ralentiza el avance de los proyectos mineros. La inestabilidad jurídica viene afectando el desarrollo de proyectos mineros y afecta las ampliaciones de capacidad de los proyectos existentes [13].

Es así como la delimitación de las áreas de páramo cuyo proceso ha resultado lento, afecta las posibilidades de explotación de depósitos de carbón metalúrgico y sus aportes al país en empleo y regalías [1].

Se da el caso de Chita, Gámeza, Jericó, Mongua, Socha, Socotá y Tasco, municipios boyacenses netamente mineros ubicados en la zona de influencia del páramo de Pisba, que debido a la nueva delimitación páramos por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Social (MADS) se quedarían sin su actividad económica, que les representa el 80% de los ingresos para la región. Se estima que al departamento de Boyacá se le recortarían entre 0,7 y 1,2 millones de toneladas [29].



Grupos Sociales

La explotación de carbón metalúrgico ha ocurrido en las principales zonas mineras de Cundinamarca, Boyacá y Norte de Santander desde cerca de cuatro generaciones atrás, y en la mayoría de los casos su aporte a la economía de estos departamentos es crucial y valorada por las comunidades.

En los últimos años la presión de los grupos ambientalistas así como la exigencia en la erradicación de la extracción ilícita han hecho que el apoyo a la minería de carbón no sea

tan favorable como hace algunas décadas.

Así mismo, el cambio de uso de la tierra en favor de agricultura sostenible y la nueva delimitación de los páramos son factores contrarios al incremento de la explotación de carbón metalúrgico.



Carbón metalúrgico

Condiciones de Mercado

Actualmente, los productores de carbón metalúrgico cuentan con los suficientes recursos para cubrir sus costos de operación minera y les brindan oportunidades de organizar sus unidades productivas y cumplir con sus obligaciones laborales y tributarias [1].

Los precios internacionales se encuentran en un modo ascendente no visto desde hace cerca de cuatro años. Esta situación es similar para el mercado doméstico, lo que hace que se esté invirtiendo en mejores prácticas mineras [25].

Al interior del país, el carbón se moviliza por vía terrestre mediante tractomulas de hasta 35 toneladas de capacidad cada una en recorridos que pueden alcanzar mas de 900 km (Ruta Bogotá – Santa Marta), lo que hace del transporte un componente económico altamente sensible para el mercado internacional de este carbón [1].

Los precios del carbón metalúrgico a nivel mundial se basan en los promedios de precios de los índices de precios de las principales publicaciones especializadas de carbón durante los tres meses precedentes al trimestre en cuestión, llamado “Benchmark HCC - hard coking coal” [26].

Anteriormente este precio HCC venía de los precios acordados en los contratos bilaterales entre los suministradores australianos y los compradores del Noreste de Asia, especialmente los japoneses y últimamente los sur coreanos. Tradicionalmente se utilizaban los acordados entre la compañía BHP Billiton y las siderúrgicas japonesas en negociaciones trimestrales [26].

Con estos precios HCC, los precios del carbón metalúrgico desde cualquier origen se obtienen haciendo una comparación de calidad entre carbones del australiano con el carbón que se quiere negociar, y una comparación entre fletes marítimos desde Australia al lugar de destino, con el flete del lugar de origen del carbón a negociar hasta el lugar de destino [26].

Los cambios de política de producción de acero en China, los cierres de minas de carbón metalúrgico ineficientes en China junto con las interrupciones de exportaciones carbón metalúrgico de Australia debido a los constantes problemas relacionados con el clima (huracanes, inundaciones de minas, de vías férreas, etc.) han hecho que el precio del carbón metalúrgico sea muy volátil en la última década [26].



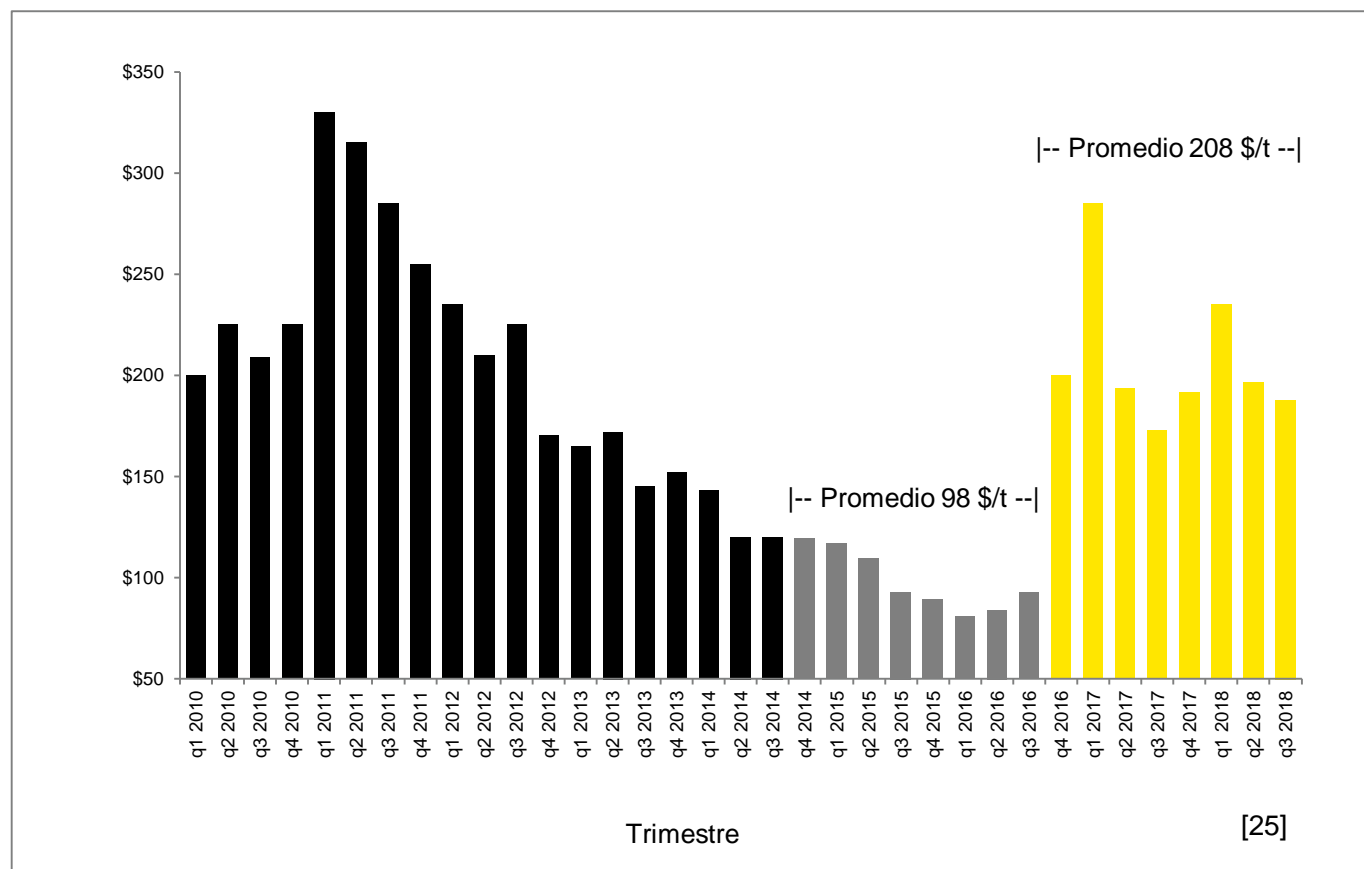
Tendencias Metalúrgico: En la siguiente gráfica se observa el comportamiento de los precios internacionales del carbón Metalúrgico [26].

Actualmente la tendencia de precios de carbón metalúrgico está en ascenso: el promedio de los ocho precios trimestrales desde el último trimestre de 2014 hasta el

tercer trimestre de 2016 es de \$98/t FOB Australia; el promedio de los ocho precios trimestrales desde el último trimestre de 2016 hasta el tercer trimestre de 2018 es de \$208/t FOB Australia. Esto es un crecimiento del 112% entre \$98/t a \$208/t [26].



Comportamiento de los precios internacionales del Carbón Metalúrgico



Por su tamaño y localización las minas de carbón metalúrgico son normalmente reguladas por las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) en los aspectos ambientales. El tamaño de las operaciones mineras también los limita en su capacidad de cumplimiento de altos estándares ambientales. La tendencia mundial de incrementar y fortalecer la regulación ambiental se traslada a las regiones y hace complejo el desarrollo de la minería de pequeña escala. Si bien el gobierno viene haciendo esfuerzos por segmentar los requerimientos por tipo de minería (pequeña, mediana y grande) su aplicabilidad está todavía en implementación [1].

Por otro lado los largos tiempos que se ha tomado el gobierno para delimitar áreas restringidas mientras al mismo tiempo o con anterioridad se otorgaron títulos mineros en estas mismas zonas han generado desconciertos en las zonas mineras que se ven limitadas [1].

Los impactos ambientales de la minería son significativos y perduran en el tiempo más allá de la terminación de las actividades extractivas [1].

Estos impactos ocurren desde los mismos procesos iniciales de exploración, cuando se requiere la construcción de caminos para llevar la maquinaria de perforación a los sitios de prospección, y para dicha construcción es necesario eliminar la cobertura vegetal y retirar la capa de tierra orgánica para la conformación de las bases para los caminos. Estas actividades producen alteraciones ambientales que afectan el paisaje y las aguas superficiales de escorrentía [1].

El uso de combustibles y lodos de perforación cuyo almacenamiento requiere condiciones especiales conlleva potencialidades de riesgo ambiental adicionales como amenazas de contaminación del suelo y de las corrientes de agua si se presentan derrames de estos materiales [1].

Los barrenos o perforaciones de exploración deben practicarse de manera que los eventuales acuíferos que se atraviesen queden muy protegidos de eventuales contaminaciones [1].

Estas alteraciones suelen ser de corta duración y la naturaleza se recupera con cierta celeridad después del proceso de exploración, pero las comunidades suelen sentirse afectadas y habitualmente piden a las empresas exploradoras (compañías junior) compensaciones económicas y sociales por permitir y facilitar el acceso a los sitios de perforación [1].

Durante los procesos de extracción se presentan afectaciones de diverso orden entre ellas [1] :

- Drenaje de la mina, tratamiento y disposición final de las aguas de la mina.
- Remoción y almacenamiento de grandes volúmenes de material estéril.
- Material particulado arrojado al aire por procesos de transporte, cargue y descargue, bandas transportadoras, y movimiento de la maquinaria y camiones.
- Subsidiencias del suelo superficial sobre las áreas explotadas.



Carbón metalúrgico

Aspectos Ambientales

Durante el corte y extracción del carbón se produce liberación del gas metano cuyo efecto invernadero es superior al efecto del CO₂ [1].

Gran parte del carbón metalúrgico extraído se destina a procesos de coquización, que consiste en un proceso de pirólisis, el cual somete el carbón a temperaturas elevadas. Lo que ocurre durante el proceso es que se separa el carbono fijo de la materia volátil que contiene, la cual es expulsada de la forma sólida del carbón en forma de gases [1].

Los gases producto de esta pirólisis contienen gran variedad de productos químicos que, podrían ser recuperados ya que son útiles en otros procesos de fabricación, pero tales compuestos son arrojados al medio ambiente a través de las chimeneas de los hornos usados en el proceso [1].

Todos estos efectos, a más de las complicaciones propias de las minas abandonadas, hacen que la actividad minera sea vista con temor y recelo frente a la responsabilidad ambiental de las empresas explotadoras [1].



Análisis del Balance

Información de clasificación: Carbón Metalúrgico

- Mineral: Carbón metalúrgico
- Código CIIU: 0510
- Nombre CIIU: Extracción de hulla (carbón de piedra)
- Código CPC: 1101003
- Nombre CPC: Carbón coquizable o metalúrgico
- Unidad: Toneladas
- Usos (global): Siderurgia, producción de coque
- Usos (local): Exportaciones, siderurgia, producción de coque

Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016

Capítulo: Carbón metalúrgico

Cifras en Toneladas

	2012	2013	2014	2015	2016
Oferta					
Producción	4.943.737	4.918.122	5.116.204	4.929.613	5.009.965
Importaciones	-	-	-	-	-
Total Oferta	4.943.737	4.918.122	5.116.204	4.929.613	5.009.965
Utilización					
Consumo Intermedio	3.291.714	3.173.172	3.284.598	3.622.586	3.695.038
Variación de Existencias	97.110	397.732	393.453	110.778	109.754
Exportaciones	1.554.913	1.347.217	1.438.153	1.417.804	1.205.173
Total Utilizaciones	4.943.737	4.918.122	5.116.204	4.929.613	5.009.965

DANE - Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

Producción

Para el mercado del carbón metalúrgico se observa que la oferta y la utilización presentan variaciones similares, casi idénticas para los periodos objeto de análisis. Es por ello que las curvas de las tasas de crecimiento de oferta y de utilización se confunden, pues presentan diferencias mínimas entre ellas. Este resultado no guarda relación con el comportamiento del precio internacional que tuvo tendencia a la baja durante todo el periodo en estudio sin que ello disminuyera la producción o fuera el resultado de un exceso de oferta.

La producción de carbón metalúrgico muestra un comportamiento muy estable durante todo el período del Balance analizado.

Aunque parece haber un pico de producción para el año 2014, realmente representa una variación porcentualmente pequeña sin gran impacto en el mercado. Se trata de un incremento de 200.000 toneladas en un ambiente de 4.900.000 toneladas anuales, lo que solo representa un 4% del volumen producido en 2013.

Debe anotarse que los precios, tanto internacionales como nacionales, mostraron una tendencia a la baja durante todo el periodo del balance (2012-2016). El precio doméstico bajó desde US\$70/t en 2012 llegando a US\$35/t en 2015 [25].

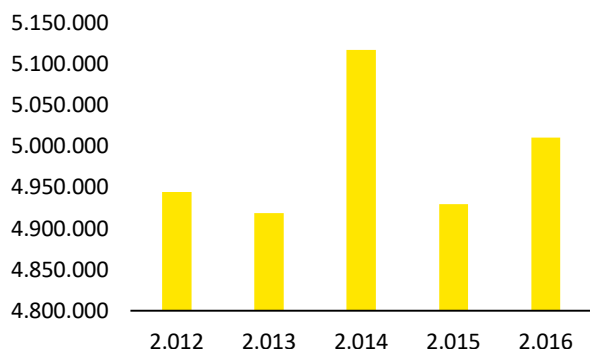
No obstante, la producción se mantuvo estable mostrando una baja sensibilidad al precio, circunstancia poco usual en otros mercados.

Carbón metalúrgico

El balance nacional para el carbón metalúrgico muestra una producción casi constante año tras año que varía entre 4,92 a 5,12 millones de toneladas en el período analizado.

El nivel de desarrollo técnico de la minería de carbón metalúrgico es relativamente bajo y dista grandemente del desarrollo de la minería de carbón térmico. En el caso del carbón metalúrgico más del 90% de las minas activas producen volúmenes inferiores a 1000 toneladas mensuales cada una. [1]

Producción
Carbón Metalúrgico (En toneladas)



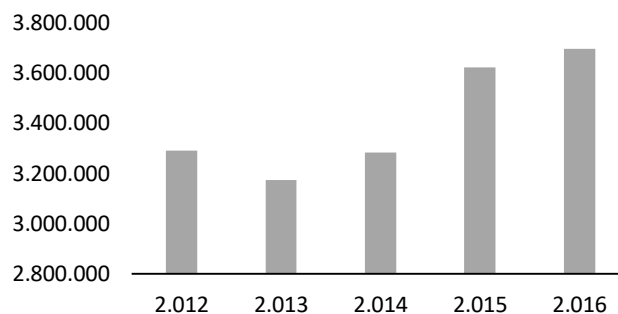
Una porción de la producción del carbón metalúrgico (entre 2,5 y 3,2 mt) se utilizó para fabricación de coque de exportación y el resto se exportó directamente.

Utilización [1] [25]

Los precios internacionales de coque entregados en Ámsterdam, Rotterdam, Amberes (\$/t CIF ARA) tuvieron una caída continua \$464,6/t en 2011 a \$94,8/t en 2015 como consecuencia de la caída en la demanda de acero y de la recesión mundial. La recuperación de precios comenzó a partir de 2016 cuando los precios alcanzaron \$187,7/t gracias al incremento de la demanda en China e India.

Debido a la recuperación de la demanda de coque, a partir de 2015 aumentó la utilización de carbón coquizable para la elaboración de coque en el país, pasando de 3,3 mt en 2014 a 3,6 mt en 2015 y siguió creciendo hasta alcanzar 3,7 mt en 2016.

Consumo Intermedio
Carbón Metalúrgico (En toneladas)

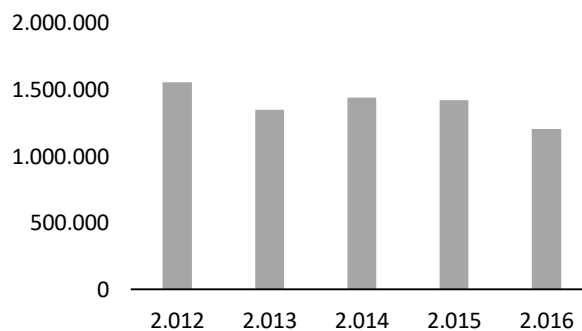


Exportaciones [1] [25]

Las exportaciones colombianas de carbón metalúrgico entre 2012 y 2016 se mantuvieron en niveles constantes entre 1.2 y 1.5 millones de toneladas (mt).

Colombia no es un gran actor en el mercado internacional, comparado con las exportaciones anuales promedio de Australia (170 mt), Estados Unidos (50 mt), Canadá (25 mt) y Rusia (22 mt). Entre estos cuatro países, exportan entre el 92 y 94% del total del carbón metalúrgico vía marítima.

Exportaciones
Carbón Metalúrgico (En toneladas)



El mineral desde sus principales usos [4]

Metalúrgico (usos)

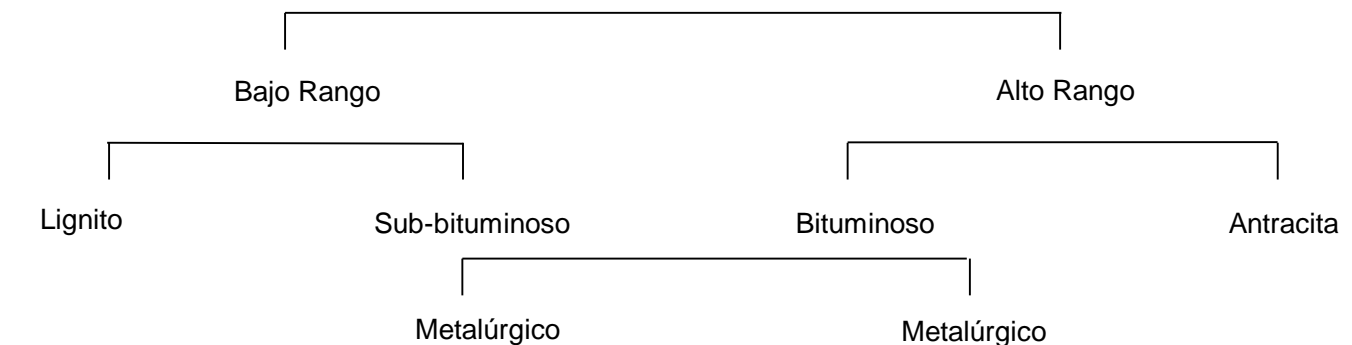
- 74% del acero producido a nivel mundial usa carbón metalúrgico. [31]
- La producción mundial de acero en 2017 fue 1,6 millones de toneladas. [31]
- 26% del carbón metalúrgico producido en Colombia en 2016 se exportó [25]
- 7% del carbón metalúrgico producido en Colombia en 2016 se destinó a la industria siderúrgica.
- El 67% restante del carbón metalúrgico producido en Colombia en 2016 se destinó a la producción de coque.
- Demanda mundial de carbón coquizable aumentará de 300 a 370 millones de toneladas para 2035

Contenido de Carbono/Energía **Alto**

Alto

Contenido de Humedad

Tipos de Carbón



Usos Principales

Generación Eléctrica Generación Eléctrica
Producción de Cemento
Usos Industriales Siderúrgicas Doméstico
Producción de Cemento

Mundial

300

Millones de Toneladas anuales
exportadas vía marítima



SIDERURGIA



Carbón Metalúrgico

El carbón metalúrgico es sometido al proceso de coquización (que es un proceso de pirólisis, el cual pretende eliminar la materia volátil, convirtiéndolo en un material fuerte y poroso. Normalmente, de 1 tonelada de carbón se producen 0,65 – 0,73 toneladas de coque y de 5 a 10% de residuos.



Coque



Acero



Hierro

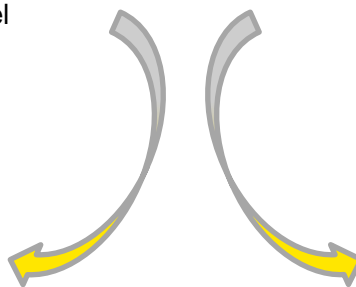


- La producción mundial del acero depende del carbón metalúrgico.
- El 74% del acero producido en la actualidad utiliza carbón.
- La producción de acero crudo para el 2017 se reportó en 1600 millones de toneladas.

El acero es una aleación basada principalmente en hierro. Como el hierro ocurre solamente como óxidos de hierro en la corteza terrestre, la mena debe ser convertida o “reducida” usando carbón.



Para su construcción, un carro promedio requiere de 1,5 toneladas de carbón.



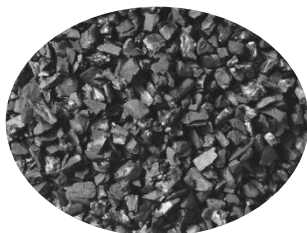
Un generador eólico (turbina) promedio requiere unas 260 toneladas de acero, que a su vez requiere de unas 170 toneladas de carbón metalúrgico.



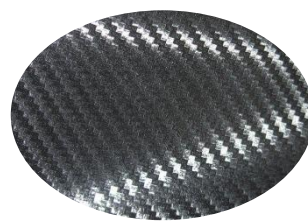
OTROS USOS / APLICACIONES DEL CARBON [4]



Aleaciones de Carbono



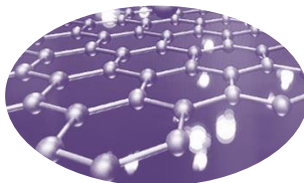
Carbón Activado



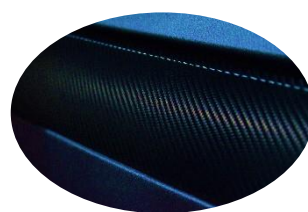
Fibra de Carbono



Filtros para Agua y Aire



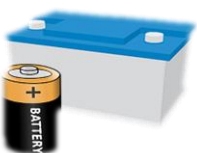
Grafeno



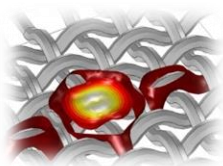
Aislamiento Térmico



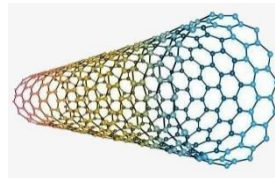
OTROS USOS / APLICACIONES DEL CARBON (En desarrollo tecnológico o no comerciales todavía)



Electrodos para
baterías de iones de
Litio y
supercapacitores



Conductividad Térmica



Nanotubo de carbón



Extracción de
Elementos de Tierras
Raras del carbón

- Mientras exista la necesidad de acero, el carbón continuará siendo un producto esencial para la minería y las exportaciones.
- El carbón tendrá un lugar en el sector energético por muchos años más.
- El carbón es una fuerza económica importante para Colombia, proveyendo miles de empleos, directos e indirectos.
- Se puede encontrar el equilibrio entre la conservación del medio ambiente y la economía – no son mutuamente excluyentes.
- El carbón no es el problema – las emisiones sí lo son. De ahí la importancia de encauzar los esfuerzos en el desarrollo e innovación tecnológica en el uso del carbón.

Bibliografía

- [1] www.jtboyd.com Información propia del consultor.
- [2] Datos.gov.co/browse
- [3] ANM, Última actualización Enero, 2018. [En línea]. Disponible en: <http://mineriaencolombia.anm.gov.co/index.php/es/produccion-carbon>
- [4] www.coal.ca
- [5] Títulos Mineros Información de ANM citada por Caracol Radio el 27 de marzo de 2017 en www.caracol.com.co/radio/2017/03/27/nacional/1490641058_968552.html
- [6] Títulos Mineros tomados en revisión del listado del RUCOM consultado el 24 de octubre de 2018 en www.tramites.anm.gov.co/Portal/pages/consultalistados/anonimoListados.jsf
- [7] Información de títulos mineros otorgados en 2016 tomados de https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/informe_rendicion_de_cuentas_2016_publicacion_mp.pdf
- [8] Información sobre mercado mundial de Carbón Metalúrgico y participación de Colombia tomada de Coal Information Review 2018 publicada por International Energy Agency en su tienda virtual http://wds.iea.org/wds/pdf/coal_documentation.pdf
- [9] Información sobre reservas mundiales de carbón tomada de <https://www.eia.gov/beta/international/data/browser/#/?pa>
- [10] Información sobre los usos del carbón tomada del laboratorio nacional Oak Ridge <https://www.ornl.gov>
- [11] Información sobre usos del carbón tomada de la Asociación Canadiense del Carbón – CAC <https://coal.ca>
- [12] Ministerio de Minas y Energía, Dirección de Minería Empresarial. [En línea]. Disponible en: https://www.minminas.gov.co/documents/10192/23886325/230517_produc_expo_carbon_1_17.pdf/e3e4db34b-be21-4829-a4dd-133c5e84519f
- [13] UPME, Plan Nacional de Desarrollo Minero con Horizonte 2025. Bogotá, Diciembre de 2017. [En línea]. Disponible en: http://www1.upme.gov.co/simco/PlaneacionSector/Documents/PNDM_Dic2017.pdf
- [14]. Cerrejón, Arroyo Bruno. Corte Constitucional Colombia. (2017). EXPEDIENTE T-5.443.609-SENTENCIA SU-698/17 (Noviembre 28). Bogotá: COMUNICADO No. 58 Noviembre 28 y 29 de 2017. M.P. Luis Guillermo Guerrero Pérez. <http://www.corteconstitucional.gov.co/comunicados/No.%2058%20comunicado%2028%20y%2029%20de%20noviembre%20de%202017.pdf>

Introducción	Metodología	Balance Nacional 2012 – 2016	Cuenta Satélite de Minería
		Carbón metalúrgico	

- [15] Tren FENOCO. Corte Constitucional, Sentencia C-722/15. (2015). Bogotá. [En línea]. Disponible en: <http://www.corteconstitucional.gov.co/RELATORIA/2015/C-722-15.htm>
- [16] ANM, Ficha del Carbón. [En línea]. Disponible en: https://www.anm.gov.co/sites/default/files/ficha_carbon_es.pdf
- [17] Ministerio de Medio Ambiente, Decreto 1076 de 2015. Competencia Autoridad Ambiental Carbón. [En línea]. Disponible en: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/81-normativa/2093-plantilla-areas-planeacion-y-seguimiento-30>
- [18] Periódico Vanguardia Liberal. Se oficializó delimitación de cuatro nuevos páramos en Colombia. 18 de julio de 2018. [En línea]. Disponible en: <http://www.vanguardia.com/economia/nacional/439281-se-oficializo-delimitacion-de-cuatro-nuevos-paramos-en-colombia>
- [19] Ministerio de Minas y Energía. (2018). Proyectos PINES Guajira y Cesar. [En línea]. Disponible en: www.minminas.gov.co.
- [20] SEMANA. (2017, Noviembre 7). Así repuntan los carboneros de Norte de Santander. Revista Semana. [En línea]. Disponible en: <https://www.semana.com/contenidos-editoriales/carbon-la-base-de-todo-articulo/la-industria-del-carbon-en-santander/535784>
- [21] El Heraldo. (18 de febrero de 2018). Se acerca el fin de la bonanza minera de La Guajira. [En línea]. Disponible en: <https://www.elheraldo.co/la-guajira/se-acerca-el-fin-de-la-bonanza-minera-de-la-guajira-460042>
- [22] Cerrejón Context and Strategy, March 2015
- [23] <https://www.fenoco.com.co/index.php/operations-management-and-tracking/type-of-trains-mobilized>
- [24] ANM, Producción del Carbón. [En línea]. Disponible en: <http://mineriaencolombia.anm.gov.co/images/Presentaciones/FICHA-MINERAL---CARBON-2018.pdf>
- [25] Cantillo Jacqueline, Senior Coal Analyst IHS Markit, Memorias Congreso Fenalcarbón NOVENO FORO PRESENTE Y FUTURO DEL CARBÓN Y EL COQUE COLOMBIANO "Situación Actual del Mercado del Carbón", Paipa, Boyacá, Colombia. Septiembre 2018
- [26] IHS Markit. Con adaptaciones hechas por el consultor.
- [27] El Carbón Colombiano: Recursos, reservas y calidad. Publicaciones geológicas especiales, numero 32, 2012. Servicio Geológico Colombiano. Segunda Edición 2012.
- [28] DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas. [En línea]. Disponible en: http://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/472/get_microdata, http://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/473/get_microdata, <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/comercio-internacional/exportaciones>
- [29] Portafolio [En línea]. Disponible en: <https://www.portafolio.co/economia/una-nueva-delimitacion-del-paramo-de-pisba-afectaria-mineria-en-boyaca-517078>
- [30] Información gráfica extraída de <https://www.pexels.com/>, <https://google.com/> y <https://pixabay.com/> con licenciamiento libre de distribución.
- [31] www.worldcoal.org

Roca Fosfórica

Ficha del mineral

Reservas

1227 Km² (Áreas Tipo II*)

* Áreas con menor conocimiento geológico / prioritarias para adquirir conocimiento geoquímico, geofísico y geológico [3].



Los depósitos más importantes están en la Cordillera Oriental. Las capas minerales van desde unos cuantos centímetros a 5 metros de ancho, con una ley de entre 5 y 31% de P₂O₅.

Según la ANM [4], en 2017 las reservas están valoradas en:

\$5.380
millones de pesos

Los depósitos que tienen el mayor potencial económico están en Boyacá [5].



En Colombia existen [6]:



63

Títulos mineros

70%

En explotación

30%

En construcción y montaje

Ubicados en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Huila, Norte de Santander y Santander

Algunos proyectos destacados [7]

24.400*

Fosfatos del Huila

8.000*

Abonos Colombianos

* Prod. 2016 en toneladas

Regalías

\$182

Millones de pesos

Cálculo realizado según cifras de la ANM [8] para la producción de 2016, la cual fue de 66.324 toneladas.

Sustitutos



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 este mineral [1].

Principales usos:

- Fertilizantes y abonos
- Complementos alimenticios para animales



Recursos mundiales [1]

300

millones de toneladas



Colombia es el 5to productor del continente:

1. Estados Unidos
2. Brasil
3. Perú
4. México
5. Colombia



El mineral desde las fuerzas motoras críticas

Posición estatal ante recursos mineros y ambientales

La roca fosfórica es un mineral estratégico para el País, de acuerdo al Plan de Desarrollo Minero a 2025 [10].

En 2012, el Gobierno clasificó unas 20 millones de hectáreas como 'Reserva Estratégica', de las cuales algunas podrían tener potencial del mineral [5].



Dotación minera y su conocimiento

De acuerdo a la Caracterización del mercado para minerales estratégicos [5] la información disponible sobre el potencial geológico data de la década de los 80. Según El Plan de Desarrollo Minero [10] Colombia no ha hecho ninguna actualización de esta información.

Todos los depósitos importantes de roca fosfórica están en la Cordillera Oriental del país, Sogamoso, Pesca, Iza, Tota, Cuitiva, Mongui, Umbita y Turmequé (Boyacá); Natagaima (Tolima); Sardinata, Lourdes, Cúcuta, Bochalema, Durania, Santiago y El Zulio (Norte de Santander); Tesalia y Aipe (Huila), y en Zipaquirá y Pacho (Cundinamarca) [2]



Gobernanza y gobernabilidad

La Política Minera de Colombia 2016 dice [9] "... en lo que hace referencia a los fosfatos, se deberán definir acciones para lograr que el país tenga una mayor participación en la producción de fertilizantes, lo que implicaría más demanda de estos minerales a nivel nacional" lo que anticipa un impulso al desarrollo del sector mejores indicadores de coordinación interlocución entre diferentes organismos estatales, tanto de la institucionalidad minera como de otras ramas, como el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, solo por citar un ejemplo.



Roca fosfórica

Grupos sociales

Dentro de la beneficiación de la roca fosfórica, la disponibilidad de agua es de suma importancia y puede dictar el proceso o procesos utilizados [5]. La total falta de disponibilidad de agua dulce puede descartar el desarrollo de depósitos o restringir su capacidad, lo que puede generar algún tipo de rencillas con las comunidades.

La producción y el uso de la roca fosfórica como fertilizante en Colombia empezaron en la década de 1970. El sector agrícola en el País se ubica cerca de los ríos principales, condición que comparten con los principales depósitos de roca fosfórica. Sin embargo, a la fecha no tiene registro de reclamos sociales relacionados con la explotación de este mineral [5].



Condiciones de mercado

El consumo del mineral generalmente se da donde se produce, con lo cual los productores integrados verticalmente aprovechan la ventaja de menores costos operativos. Las barreras de entrada para este negocio son mínimas, dado que los costos de capital requeridos son relativamente bajos, comparados con el sector minero general [5].

Se reconoce una sobrecapacidad en el mercado, lo que implica un riesgo a los jugadores actuales y a los nuevos entrantes. Además, existe una importante cantidad de proyectos de producción que mantendrán los niveles de capacidad sobre los de demanda. Lo anterior podría sugerir que en el corto plazo, se dará una baja de precios de la roca [5].



Aspectos ambientales

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 (o "WPA" del inglés "*wet-process phosphoric acid*") se obtiene mediante la combinación de la roca fosfórica enriquecida con ácido sulfúrico [5].

Este proceso también genera como resultado el subproducto dado por el yeso (sulfato de calcio). En algunas regiones, el subproducto yeso es una fuente de preocupaciones a nivel medioambiental, ya que puede contener impurezas no deseadas [5].



Análisis del balance

Información de clasificación: Roca Fosfórica

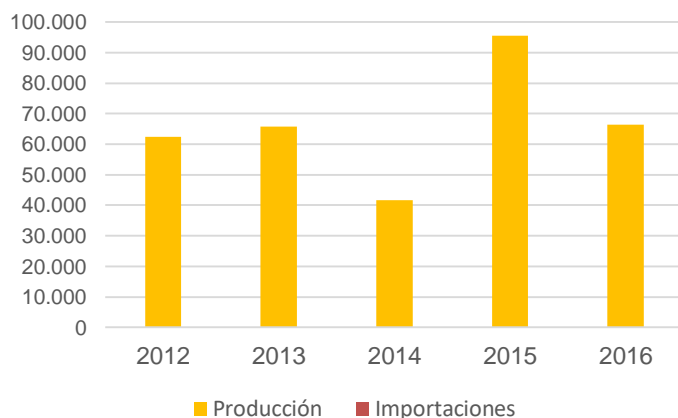
- Mineral: Minerales de fosfato
- Código CIU: 0891
- Nombre CIU: Extracción de otras minas y canteras
- Código CPC: 1611002
- Nombre CPC: Roca fosfática (en bruto), o fosforita sin moler
- Unidad: Toneladas
- Usos (global): Fertilizantes, alimentos y bebidas, jabones y detergentes e insecticidas
- Usos (local): Industrias productoras de fertilizantes

Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016 Capítulo: Roca Fosfórica Cifras en Toneladas

	2012	2013	2014	2015	2016
Oferta					
Producción	62.313	65.759	41.692	95.483	66.324
Importaciones	0	0	0	0	0
Total oferta	62.313	65.759	41.692	95.483	66.324
Utilización					
Consumo intermedio	59.267	65.574	41.055	91.428	66.193
Variación de existencias	2.186	-400	-200	3.310	-510
Exportaciones	860	586	837	745	641
Total utilización	62.313	65.759	41.692	95.483	66.324

DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

Producción de Roca Fosfórica 2012 – 2016 (toneladas)



La producción de roca fosfórica en Colombia para 2016, fueron alrededor 66.324 toneladas al año, siendo Boyacá uno de los mayores de productores con 34.501 toneladas al año; en segundo lugar de mayor producción es el departamento de Huila con una producción de 20.615 toneladas año, y en tercer lugar, el departamento de Norte de Santander con una producción de 11.208 toneladas al año [8]. Las cantidades producidas de roca fosfática para la serie 2012-2016 fueron tomadas de los registros de la ANM de acuerdo a los reportes trimestrales que hacen los titulares mineros a esta entidad.

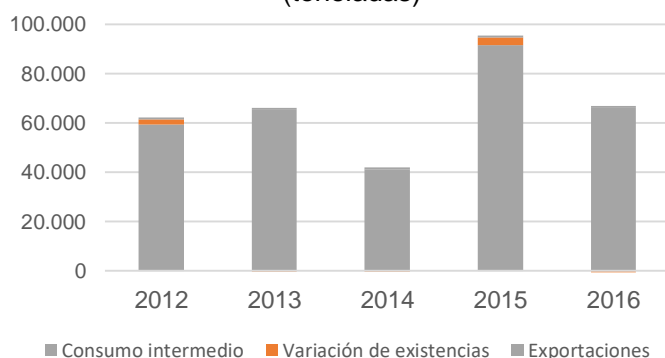
Roca fosfórica

Si bien la gráfica muestra una línea de tendencia positiva en términos de producción de roca fosfórica, y según las proyecciones de la ANM [11] la producción de este mineral ha estado en aumento en los últimos años, se identifica que los niveles de producción han sido oscilantes, presentando el registro más bajo en el año 2014 y el más alto en el año inmediatamente posterior. Sin embargo, estos números han sido suficientes para cubrir la demanda interna para la fabricación de diferentes productos de uso industrial.

Dado que el mercado de la roca fosfórica está estrechamente relacionado con sector agrícola, es importante resaltar que durante el 2014 el crecimiento de la agricultura colombiana fue inferior al de la economía (primer trimestre: 6,4% total vs. 6,1% del sector; segundo trimestre: 4,3% vs. 1,6%; tercer trimestre: 4,2% vs. 3,4%) [13].

Entre enero y septiembre de 2014 la economía en general creció 5% mientras el sector agropecuario lo hizo en 3,6%. Según el medio citado, el buen comportamiento agrícola estuvo sustentado por crecimiento en la producción de café (10,5%), mientras otros cultivos crecieron 3,6% [13].

Utilización de Roca Fosfórica 2012 – 2016
(toneladas)



A diferencia de lo que ocurre con los datos de oferta, en la gráfica anterior se puede observar que la utilización de la roca fosfórica ha tenido un patrón de crecimiento, salvo en los años 2014 (el año más bajo en términos de utilización) y el año 2016. El año 2015 fue el de mejor comportamiento mostrando un aumento superior al 129% respecto al año inmediatamente anterior.

De este modo, 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 asociar un patrón de comportamiento en la utilización del mineral.

Según un informe de la ANIF [14] el período 2011-2015 se caracterizó por un excelente desempeño de la industria alimenticia y de bebidas en Colombia. En este período el sector creció al 3.2% real anual, por encima del promedio de la industria (1.5% anual).

Las cantidades consumidas de roca fosfática por la industria de abonos y fertilizantes, fueron proyectadas de acuerdo a las cantidades producidas de abonos fosfatados. Según indica el DANE, el análisis del consumo intermedio se hizo a partir de la información de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) mediante un inventario demográfico de las unidades productivas que consumieron este mineral durante la serie.

Se evidencia que las empresas Fosfonorte (Norte de Santander) y Empresa de Fosfatos del Huila (Huila), que presentan integración vertical entre las actividades mineras e industriales, no se capturaron en la Encuesta Anual manufacturera EAM durante la serie en estudio. Estas dos empresas junto con la Empresa de Fosfatos de Boyacá representan más del 95% de la producción y consumo nacional.

Estas tres empresas cuentan con títulos mineros de extracción de roca fosfórica y producción industrial de abonos y fertilizantes fosfatados. Se elevaron estas omisiones a los responsables de la encuesta para empezar a recoger la información correspondiente.

Las exportaciones de roca fosfática cuenta con una subpartida arancelaria es 2510100000 (Fosfatos de calcio naturales, fosfatos aluminocalcicos naturales y cretas fosfatadas sin moler), que corresponde a las exportaciones realizadas por las mismas empresas productoras Información proveniente de la DIAN

Para el análisis de precios, se calculó con base en los precios de liquidación de regalías establecidos en las resoluciones de la UPME. Estos precios no se ponderaron por trimestre debido a que el precio permaneció estable durante cada año, según informa el DANE.

El mineral desde sus principales usos

En Colombia, la producción de roca fosfórica se remonta a los años 70, cuando la industria se estableció para abastecer a la comunidad agrícola, la cual es utilizada en la modalidad de roca molida para aplicación directa.

Según las proyecciones de la ANM [11], la producción de roca fosfórica ha estado en aumento en los últimos años, lo cual ha permitido cubrir la demanda interna para la fabricación de diferentes productos de uso industrial.

75%

del mineral extraído se destina a la producción de ácido fosfórico, producto intermedio utilizado principalmente para la elaboración de fertilizantes [13].

Como se deduce del dato anterior, la producción de diferentes productos fertilizantes es estimulada fundamentalmente por la actividad agrícola. Para la fabricación de bienes agrícolas es necesario el uso de insumos ya sean fertilizantes, plaguicidas, abonos, entre otros [5].

Según información de la ANDI, en el mercado nacional de abonos predominan los productos inorgánicos, en los que sobresalen las concentraciones de macronutrientes, los cuales representan el 95% de las ventas totales [12].

Como puede inducirse, la demanda de fertilizantes estará condicionada por las perspectivas de producción agrícola, la cual se relaciona tanto tema de alimentos para consumo humano, como complementos alimenticios para animales y fibra natural, entre otros [5].



No obstante lo anterior, 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.

Aunque en menor medida, fosfatos también se utilizan como suplemento de nutrientes para los animales, ya que mejoran el crecimiento y el desarrollo de los huesos.



Los fosfatos inorgánicos de alimentación (o IFP por las siglas en 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 [5].

El ácido fosfórico proveniente del proceso húmedo (WPA), resultado de la combinación de roca fosfórica enriquecida con ácido sulfúrico. Este proceso también genera como resultado el subproducto dado por el yeso (sulfato de calcio) [5].



En este sentido, según información de la UPME [2], en el País se identifican principalmente dos industrias como potenciales consumidoras de roca fosfórica:

2012
Código CIIU

Sector: Abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados
Producto: Nutrientes en polvo o líquidos para las plantas; Fertilizante radicular

2394
Código CIIU

Sector: Fabricación de cemento, cal y yeso.
Producto: Cal dolomita en polvo

Roca fosfórica

Los las empresas del código CIIU 2012, el mineral es elemental por el gran contenido de fosforo que posee actuando como nutriente de plantas y animales, pues reacciona rápidamente con los compuestos del suelo permitiendo un crecimiento óptimo.

Con respecto al sector del código CIIU 2394, la roca fosfórica se utiliza generalmente con un componente principal.

Según información de la UPME [2], la demanda se concentra en el departamento de Antioquia con un 30%, luego la ciudad de Bogotá D.C con un 28%, luego están Valle 15%, Atlántico 10% Santander 4%, Meta y Boyacá con 1%.

Ahora bien, según la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) [12], Colombia no tiene una amplia trayectoria y vocación en producción de abonos, a pesar de que si tiene un alto consumo, siendo el segundo de la región latinoamericana después de Costa Rica en uso de fertilizantes de acuerdo con el volumen (en kilogramos) empleados por hectárea de tierra cultivable.

Según información del Sistema de Inteligencia Comercial de LegisComex [12], el país le está apostando a los abonos importados, debido a que estos están presentando una disminución hasta del 20% en sus precios en comparación con los productos nacionales, provocando que los campesinos, quienes son los que más utilizan estos insumos, paguen un alto costo disminuyendo la productividad del sector.

Igualmente, el precio de los abonos en el país también ha sido influenciado por los altos costos en los fletes y en el transporte de los productos, provocando una pérdida de la rentabilidad [12].



En la sección de anexos se encuentra el Balance de Roca Fosfórica referente a oferta y utilización en valores; referenciado como Anexo C

Bibliografía

- [01] USGS (2018). Mineral Commodity Summaries 2018
- [02] UPME (2016). Caracterización del mercado interno de minerales de uso industrial que permita identificar los encadenamientos productivos, comerciales y las características de uso de los mismos.
- [03] SGC (2012). Áreas con potencial mineral para zonas de reserva minera estratégica
- [04] ANM (2017). Formato de valoración de las reservas mineras. <https://www.minminas.gov.co/en/valoracion-de-reservas-mineras>
- [05] CRU (2013). Estudio para caracterizar el mercado nacional e internacional de los minerales estratégicos
- [06] EITI Colombia, «Detalle de Cotejo por Rubro Minería - EITI COLOMBIA», 2017.
- [07] ANM (2018). Proyectos de Interés Regional Estratégico, PIRE <https://www.minminas.gov.co/en/pire-huila>
- [08] ANM (2018). Información ANM Producción Minerales en cantidad y valor. En: datos.gov.co
- [09] MinMinas (2016) Política Minera de Colombia: Bases para la minería del futuro
- [10] UPME (2017). Plan de desarrollo minero con horizonte a 2025.
- [11] ANM (2017). Ficha final para roca fosfórica.
- [12] LegisComex (2016). Inteligencia de Mercados – Informe sectorial del sector de abonos en Colombia
- [13] Portafolio (2015) <https://www.portafolio.co/economia/finanzas/agro-paso-2014-perspectivas-2015-36382>
- [14] ANIF (2016). Comentario Económico del Día, 21/11/16
- [15] Invest In Bogotá (2015). <https://es.investinbogota.org/noticias/el-mercado-de-bebidas-y-alimentos-en-bogota-y-colombia-continua-creciendo-de-forma>

Hierro

Ficha del mineral

Geología:



En Colombia el hierro se extrae principalmente en los departamentos de Boyacá (44%) y Cundinamarca (66%). En los últimos años se han encontrado nuevos depósitos del mineral en Mitú y Cundinamarca [1].

Ventajas:



- Los buenos prospectos de yacimiento del mineral de hierro que pueden ser de interés para ciertas compañías [2].

Retos:



- Desmotivación de Compañías para la exploración por insuficiencia en la información geológica del País.
- El proceso de exportación del mineral requiere altas inversiones en infraestructura [2].

Sustitutos:



- En la elaboración del acero el hierro puede ser reemplazado por la chatarra. Teniendo en cuenta las tendencias de reciclaje asociadas al cambio climático esto puede representar un riesgo para el hierro a futuro [2].

Principales Productores:

El principal productor de hierro en Colombia es Acerías Paz del Río S.A., el cual explota el mineral de hierro principalmente en el departamento de Boyacá en la mina el Uvo y el municipio de Ubalá, y Cundinamarca en la mina El Santuario [1].



Regalías:

Entre 2012 y 2017, la producción de hierro en Colombia generó un total de \$6.376 millones en regalías, lo cual indica que en promedio por año se recibieron \$1.063 millones de pesos en regalías [3].



Principales usos:

- Producción de Acero
- Aleaciones y Fundición
- Elaboración de pigmentos y abrasivos



Según cifras del DANE, en 2017 Colombia exportó 9.802 toneladas de hierro por un valor de USD 17,6 millones [4].



A 2016 Colombia importa acero laminado principalmente desde [5] :

29%



México

19%



Turquía

11%



China



El mineral desde las fuerzas motoras críticas

Posición estatal ante
recursos mineros y
ambientales

El mineral de hierro es estratégico para el País, de acuerdo al Plan de Desarrollo Minero a 2025 [6].



Dotación Minera y Su
Conocimiento

En 2012 el Servicio Geológico Colombiano identificó un área potencial en Colombia para el hierro, la cual se estima es de 1.806.300 hectáreas y está ubicada en el departamento del Vaupés.

La zona en la cual se ubica el potencial yacimiento de hierro es denominada por el Servicio Geológico Colombiano como de bajo conocimiento pero con potencial minero [7].



Gobernanza y
Gobernabilidad

El Gobierno Colombiano impuso derechos antidumping para el hierro y el acero que se importe desde China, por causa del incremento en la importación de éstos productos debido a los aranceles impuestos por Estados Unidos.

Lo anterior significa que el Gobierno se atribuye la facultad de revisar los precios a los cuales están ingresando el hierro y el acero con el fin de validar que no estén por debajo del promedio de mercado y así salvaguardar las condiciones de equidad en la competencia para el mercado colombiano [8].



Grupos Sociales

En 2015 la comunidad de Tasco Boyacá impuso una acción popular contra Minas Paz del Río S.A. solicitando que no se retome la explotación de hierro en la mina el Banco, la cual ya contaba con permisos otorgados por la Agencia Nacional Minera y la Corporación Autónoma Regional. La razón de su oposición al proyecto minero es que, según la comunidad, se han perdido fuentes hídricas por la explotación de la mina en años anteriores. [9], [10]

Durante más de nueve meses los habitantes del municipio realizaron protestas y bloqueos impidiendo que se realizara trabajo alguno [11]. Finalmente en agosto de 2016 el tribunal de Boyacá dictó medidas cautelares suspendiendo de manera provisional, y hasta que exista un fallo definitivo, las actividades mineras en Tasco [12]. En marzo de 2018 se intentó realizar una conciliación entre la empresa minera y la comunidad, sin embargo ésta no prosperó [13].



Hierro

Condiciones de Mercado

Existe una creciente preocupación frente a las condiciones en que China está estimulando su industria de acero, generando una sensación de competencia desleal en el mercado. Lo anterior teniendo en cuenta que el gobierno Chino es el dueño de más de la mitad de las productoras de acero en el país y ha realizado inversiones por USD800,000 millones en 13 años [14].

A esto se suma la devaluación decretada del Yuan y la disminución del consumo local, lo cual hace más atractivo la exportación de acero para las empresas Chinas. Ésta situación ha ocasionado que países como Colombia, Chile, México e India tomen medidas de protección que van desde aumentos en los aranceles hasta medidas antidumping contra el hierro y el acero Chino [15].

Aspectos
Ambientales

El hierro es un material que se puede reciclar infinitas veces y es 100% reciclable sin perder sus propiedades ni calidad [16].



Análisis del Balance

Información de clasificación: Mineral de Hierro

- Mineral: Mineral de Hierro
- Código CIIU: 0710
- Nombre CIIU: Extracción de minerales de hierro
- Código CPC: 1410001
- Nombre CPC: Minerales de Hierro
- Unidad: Toneladas
- Usos (global): Producción de acero, aleaciones y fundiciones, elaboración de pigmentos y abrasivos
- Usos (local): Producción de acero

Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016

Capítulo: Hierro Cifras en Toneladas

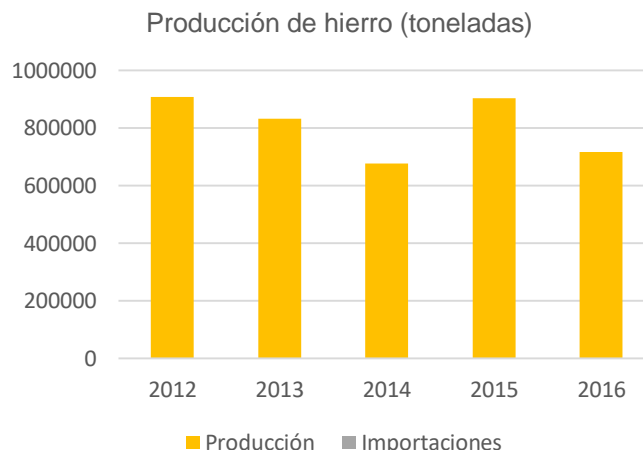
	2012	2013	2014	2015	2016
Oferta					
Producción	906.814	831.280	676.419	902.233	715.692
Importaciones	-	-	-	-	-
Total Oferta	906.814	831.280	676.419	902.233	715.692
Utilización					
Consumo Intermedio	933.919	889.721	633.778	922.060	758.138
Variación de Existencias	- 27.105	- 58.448	42.637	- 19.827	- 42.446
Exportaciones	0,67	6,56	3,58	0,04	-
Total Utilizaciones					

DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

Producción

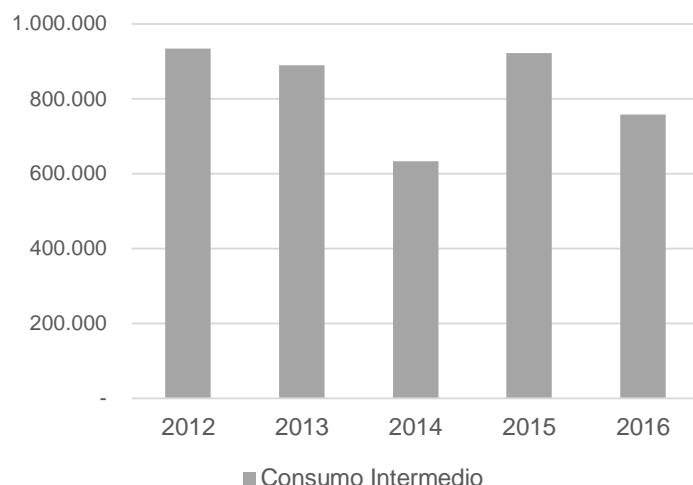
El balance nacional para el mineral de hierro muestra por el lado de la producción una fuerte caída del 19% entre el 2013 y 2014. Según la Agencia Nacional de Minería las principales razones de ésta situación fueron:

- Disminución en la producción de hierro en los municipios de Paz del Río S.A. y Guayatá, los cuales en 2013 representaron el 56% de la producción nacional en 2013 y en 2014 pasaron a ser el 34%. [17]
- Dos minas de Paz del Río S.A. presentaron novedades, la mina El Banco no produjo por problemas con comunidades y la mina La Mesa estuvo cerrada por licencias ambientales. [17]

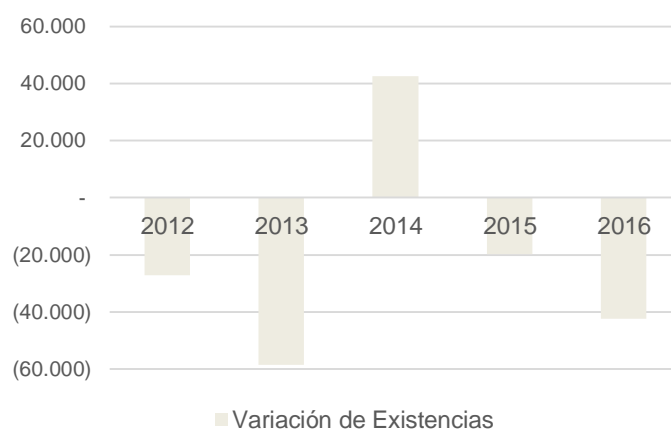


Hierro

Consumo Intermedio de hierro (toneladas)



Variación de existencias de hierro (toneladas)



Variación de existencias

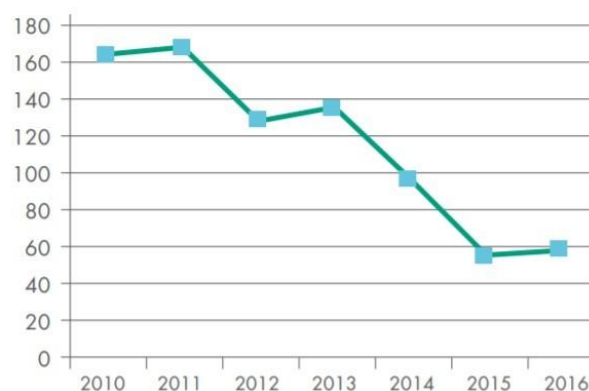
La variación de existencias durante el periodo 2012 – 2014 presentó un comportamiento en donde predominó que a final del año el inventario final del mineral fuera menor al inicial, es decir, un uso de inventarios que podría ser explicado por la fuerte caída que los precios del mineral de hierro han venido teniendo desde 2011 y que llegaron a su fondo en 2015 [20]. Lo anterior dado que ante los precios bajos, se disminuye la producción y se hace uso de los inventarios disponibles.

La tendencia en la variación de existencias cambia radicalmente en los años 2015 y 2016 en donde se ve que el precio del mineral comienza a repuntar haciendo que mejoren las perspectivas de la industria y, por consiguiente, haciendo que se comiencen a acumular inventarios con la expectativa de que el precio siga creciendo en el corto o mediano plazo [20].

Consumo Intermedio

Respecto al comportamiento del consumo intermedio como parte de la Utilización del mineral de hierro, la mayor variación se presentó también entre 2013 y 2014 en donde hubo una contracción del 29%. Esta situación podría explicarse parcialmente porque en el 2014 se presentó una contracción de aproximadamente un 20% en las obras civiles del país, específicamente en las relacionadas con transporte como lo son: puentes, carreteras o vías férreas [18] y [19].

HIERRO US\$/t



Fuente: Ministerio de Minas y Energía [31]

Exportaciones

Las exportaciones de Hierro en Colombia equivalen al 0,003% de la utilización total de este mineral en el país, de acuerdo a la información reportada por el DANE en el marco del proyecto de “Cuenta Satélite”.

Sin embargo, según al conocimiento de los consultores, Colombia no exporta Hierro, debido a que la exportación de hierro de mina colombiano no es viable (volúmenes producidos, costos de producción y transporte a puertos).

La partida arancelaria utilizada por el DANE es “Minerales de hierro y sus concentrados, excepto las pirritas de hierro tostadas (cenizas de pirritas) sin aglomerar”, por lo que es posible que la información reportada por el DANE como exportaciones de hierro, corresponda a compuestos que contienen hierro, y no al mineral de hierro.

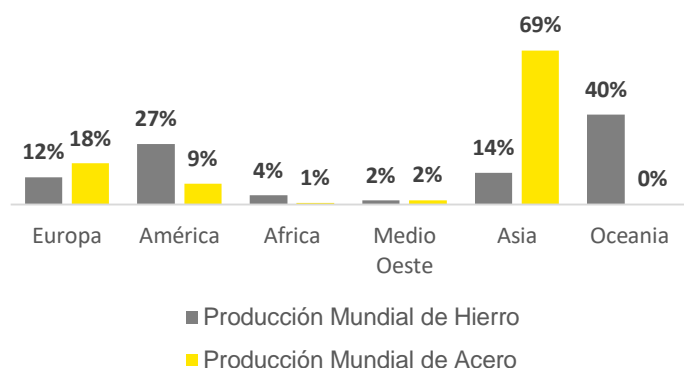
El mineral desde sus principales usos

Según datos de la Asociación Mundial del Acero, para 2016 la producción mundial de mineral de hierro fue de 2.093 millones de toneladas, de las cuales aproximadamente el 95% fue usada en la industria del acero [21].

En el proceso de fabricación del acero el mineral de hierro es una materia prima fundamental, tanto que a nivel mundial es el tercer commodity más grande en volumen de producción y el segundo más tranzado después del petróleo [21].

A 2017, el principal foco de producción de hierro a nivel mundial se ubicó en Oceanía con un 40% del total de la producción, resaltando Australia como el principal productor. En cuanto al acero, para el 2017 el principal foco de producción mundial fue Asia con el 69%, siendo China el principal productor a nivel mundial [22].

Producción Mundial de Hierro Vs Producción Mundial de Acero a 2017



Fuente: Asociación Mundial de Acero [21]

Los principales usos que se le da al acero son [21]:

- La industria automotriz
- Construcción e infraestructura. La Asociación Mundial del Acero estima que alrededor del 50% de la producción mundial de acero es usada en éste tópico

- Usos domésticos, principalmente en electrodomésticos.
- Equipamiento eléctrico
- Productos metálicos
- Equipos mecánicos

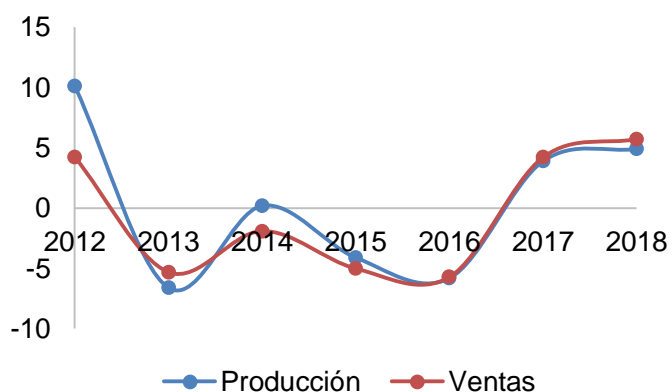
En Colombia, de acuerdo al Comité Colombiano de Productores de Acero, la industria del acero representa alrededor del 10,6% del PIB industrial del país. De igual manera, la industria cuenta con una capacidad instalada de 2,2 millones de toneladas y en 2017 se logró una producción total de 1,4 millones de toneladas de acero [23].

El mercado del acero en Colombia se ha visto afectado por las medidas de protección comercial que ha tomado Estados Unidos frente al acero y aluminio. Ésta situación ha provocado que China como principal productor de acero comience a buscar nuevos mercados para llevar sus productos, ocasionando que en Colombia las importaciones de acero aumenten en un 30% para el primer semestre del 2018 [24].

En Colombia, hay cinco empresas siderúrgicas que se dedican a la producción de acero: Acerías Paz del Río S.A, Gerdau, Siderúrgica Nacional SIDENAL, Siderúrgica del Occidente S.A.S y Ternium [23]. De estas empresas, Acerías Paz del Río S.A. es la única siderúrgica integrada del país, es decir, que se dedica a las extracción de minerales (carbón, caliza y hierro) para luego a través de un proceso industrial producir acero [23],[25]. Las otras empresas siderúrgicas se encargan de la producción de acero a través del procesamiento de chatarra [23]. En este sentido, el Comité Colombiano de Productores de Acero estima que éste sector es el principal reciclador de chatarra en Colombia con aproximadamente 1 millón de toneladas al año [23].

De acuerdo a los resultados de la Encuesta Mensual Manufacturera, realizada por el Departamento Nacional de Estadística, el comportamiento de las industrias básicas de hierro y acero se presenta en la siguiente gráfica.

Variación (%) año corrido del valor de la
producción y ventas de las Industrias
básicas de hierro y acero



Fuente: Departamento Nacional de Estadística [26]

* Los valores de 2018, corresponden a la variación año corrido hasta el mes de octubre.

** Los años del 2012 – 2015, incluyen Industrias asociadas a la fundición de metales

Como se evidencia en la gráfica anterior, el sector de las industrias básicas del hierro y el acero, representado en su producción y ventas, han tenido variaciones negativas entre los años de 2013 y 2016, con un ligero crecimiento para el año 2018.



En la sección de anexos se encuentra el Balance de Hierro referente a oferta y utilización en valores; referenciado como Anexo D

Bibliografía

- [1] Agencia Nacional de Minería - ANM, «Ficha Hierro». 2017.
- [2] Unidad de Planeación Minero Energética - UPME, «Ficha Técnica Hierro». 31-dic-2012.
- [3] Agencia Nacional de Minería, «Información Mapa de Regalías». Octubre 2018.
- [4] Departamento Nacional de Estadística - DANE, «Boletín Técnico Exportaciones». 01-jun-2018.
- [5] Asociación Nacional de Empresarios de Colombia - ANDI, «Informe del Sector Siderúrgico 2016». jun-2017.
- [6] Ministerio de Minas y Energía, Unidad de Planeación Minero Energética, «Plan Nacional De Desarrollo Minero Con Horizonte a 2025 - Minería Responsable con el Territorio». dic-2017.
- [7] Servicio Geológico Colombiano - SGC, «Áreas con potencial mineral para zonas de reserva minera estratégica». 31-ene-2012.
- [8] «Perfiles de hierro en L y en U». [En línea]. Disponible en: http://www.mincit.gov.co/publicaciones/38891/perfiles_de_hierro_en_l_y_en_u. [Accedido: 27-oct-2018].
- [9] «La mina de la discordia en Boyacá | ELESPECTADOR.COM». [En línea]. Disponible en: <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/mina-de-discordia-boyaca-articulo-522409>. [Accedido: 24-oct-2018].
- [10] «Tasco, un año de resistencia frente a minería», *ELESPECTADOR.COM*, 20-jun-2016. [En línea]. Disponible en: <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/tasco-un-ano-de-resistencia-frente-mineria-articulo-638871>. [Accedido: 24-oct-2018].
- [11] C. Radio, «Nueve meses de protesta en contra de apertura de una mina de hierro en Tasco, Boyacá», *Caracol Radio*, 16-mar-2016. [En línea]. Disponible en: http://caracol.com.co/emisora/2016/03/16/tunja/1458152379_230941.html. [Accedido: 24-oct-2018].
- [12] C. E. E. Tiempo, «Ordenan a Acerías Paz del Río no realizar actividades en mina de Tasco», *El Tiempo*, 08-ago-2016. [En línea]. Disponible en: <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/acerias-paz-del-rio-no-realizara-actividades-en-mina-de-tasco-44336>. [Accedido: 27-oct-2018].
- [13] entreojos.co, «Comunidad de Tasco no aceptó conciliar con Acerías Paz del Río la reapertura de la mina El Banco», *Entre Ojos*. [En línea]. Disponible en: <http://entreojos.co/ambiente/conflictos/comunidad-de-tasco-no-acepto-conciliar-con-acerias-paz-del-rio-la-reapertura-de-la-mina-el-banco>. [Accedido: 27-oct-2018].
- [14] Asociación Nacional de Empresarios de Colombia - ANDI, «Boletín, Comité Colombiano de Productores de Acero. Edición No. 4». sep-2015.

- [15] Asociación Nacional de Empresarios de Colombia - ANDI, «Boletín, Comité Colombiano de Productores de Acero. Edición No. 5». dic-2015.
- [16] WorldSteel Association, «Steel Facts». 2018.
- [17] «Producción de minas y canteras 2014 | Agencia Nacional de Minería ANM». [En línea]. Disponible en: <https://www.anm.gov.co/?q=Produccion-minas-canteras-2014>. [Accedido: 24-oct-2018].
- [18] Dinero, «Desaceleración de obras civiles», *Obras civiles se desaceleran en mayo de 2015*. [En línea]. Disponible en: <http://www.dinero.com/economia/articulo/obras-civiles-desaceleran-mayo-2015/209528>. [Accedido: 24-oct-2018].
- [19] C. E. E. Tiempo, «Inversión para obras civiles ha ido frenando su ritmo», *El Tiempo*, 16-mar-2015. [En línea]. Disponible en: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-15410397>. [Accedido: 24-oct-2018].
- [20] «Atención al Ciudadano - Ministerio de Minas y Energía». [En línea]. Disponible en: <https://www.minminas.gov.co/en/memorias-al-congreso>. [Accedido: 29-oct-2018].
- [21] WorldSteel Association, «Sustainable Steel, Indicators 2018 and Industry Initiatives». 2018.
- [22] WorldSteel Association, «World Steel In Figures 2018». 2018.
- [23] «ANDI - Cámaras Sectoriales». [En línea]. Disponible en: <http://www.andi.com.co/Home/Camara/6-comite-colombiano-de-productores-de-acero>. [Accedido: 24-oct-2018].
- [24] «¿Por qué han crecido en Colombia las importaciones de acero? | RCN Radio». [En línea]. Disponible en: <https://www.rcnradio.com/economia/importaciones-de-acero-van-en-aumento-en-colombia>. [Accedido: 24-oct-2018].
- [25] Acero en revista, «PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE ACERO EN COLOMBIA 2005-2016», InfoAcero, 10-jul-2017. [En línea]. Disponible en: <https://infoacero.camacero.org/produccion-y-consumo-de-acero-en-colombia-2005-2016/>. [Accedido: 30-oct-2018].
- [26] Departamento Administrativo Nacional de Estadística, «Encuesta Mensual Manufacturera». [En línea]. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/industria/encuesta-mensual-manufacturera>

Oro

Ficha del mineral

Departamentos productores de oro [2]



- Antioquía
- Bolívar
- Caldas
- Cauca
- Chocó
- Córdoba
- Huila
- Nariño
- Putumayo
- Risaralda
- Santander
- Tolima
- Valle del Cauca

Principales productores [3]



- Gran Colombia Gold
- Mineros S.A
- Continental Gold
- Atico Mining Corp
- Red Eagle

Retos:



- Incertidumbre jurídica y legal ante las consultas populares en contra de la minería.
- La creciente tensión con las comunidades que cada vez se muestran más renuentes a la aceptación de proyectos mineros en sus territorios

402 Títulos

Exploración [1]

661 Títulos

Construcción y montaje [1]

898 Títulos

Explotación [1]

*Información a mayo de 2017

Regalías [3]

USD63,29
millones

en

regalías para 2015

USD76,35
millones

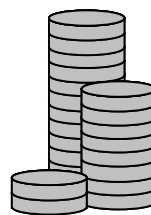
en

regalías para 2016

USD49,45
millones

en

regalías para 2017



Sustitutos [4]



El paladio, el platino y la plata pueden sustituir al oro, es decir que los metales básicos revestidos con aleaciones de oro pueden utilizarse ampliamente para producir joyería y productos electrónicos.

Principales usos:

- Joyería
- Productos electrónicos
- Monedas y medallas
- Aplicaciones médicas y dentales



Colombia exporta
principalmente
a [3]:

58%
Estados
Unidos

14,9%
Suiza

1.4%
Canadá



El valor de las
exportaciones de oro
realizadas por Colombia
fue (cifras en millones
de dólares) [3]:

1.090
MUSD
2015

1.550
MUSD
2016

1.780
MUSD
2017



El mineral desde las fuerzas motoras críticas

Posición estatal ante recursos mineros y ambientales

La Asociación Colombiana de Minería estima que a 2016 el 80% de la producción de oro en Colombia se realiza de manera ilegal. [5] El Gobierno Nacional ha diseñado programas y políticas que tienen como objetivo la formalización de la extracción de oro, como lo son la Política Nacional para la Formalización de la Minería en Colombia de 2014 o la ley 1382 de 2010. [6]

De igual manera, desde 2012 el Ministerio de Minas y Energía cuenta con una dirección de Formalización minera la cual se enfoca en apoyar el desarrollo e implementación de la política nacional para la formalización minera. [7]



Dotación Minera y Su Conocimiento

En 2012 el Servicio Geológico Colombiano identificó 14 áreas con potencial mineral de oro en Colombia las cuales se estima que tienen un área aproximada de 3.632.609 hectáreas y está ubicada en departamentos como: Antioquia, Magdalena, Huila, Nariño, Chocó, Guainía y Norte de Santander. [8]

Se estima que el 35% de los títulos mineros de oro se encuentran en Antioquia, seguido por Bolívar (13%), Caldas (11%) y Tolima (11%). Finalmente, se estima que el área intervenida para explotación de oro en Colombia corresponde al 0,014% del territorio nacional. [9]



Gobernanza y Gobernabilidad

La empresa minera Eco Oro demandó al Estado Colombiano por USD764 millones debido a los daños y perjuicios que ha sufrido la empresa por la suspensión de la operación de un yacimiento de oro y plata cercano al páramo de Santurbán en Santander. En 2011 Eco Oro solicitó los permisos para adelantar la exploración y explotación de oro en la zona obteniendo los permisos necesarios.

Sin embargo, en 2014 el Gobierno nacional delimitó 100.000 hectáreas en el paramo de Santurbán y solo permitió que el proyecto se ejecutara en un 60% del territorio inicialmente avalado. Posteriormente, la Corte Constitucional emite un fallo mediante el cual prohíbe toda explotación minera en zona de páramo, lo cual desembocó que en 2016 la ANM se viera obligada a suspender definitivamente la licencia de explotación que había otorgado a Eco Oro. Esta situación hizo que la empresa emprendiera acciones legales contra el Estado Colombiano y a octubre de 2018 no hay una decisión definitiva frente al pleito. [10]



Grupos Sociales

Entre 2013 y 2017, tres municipios de Colombia se han manifestado en contra de la explotación de oro en su territorio a través de consultas populares. El primer municipio en manifestarse en contra de la minería de oro fue Piedras Tolima en julio de 2013 seguido por Cajamarca Tolima en marzo de 2017. [11]

Éstos dos municipios están en la zona de influencia del proyecto La Colosa de la minera Anglo Gold Ashanti el cual se consideró en 2007 como el hallazgo de oro más grande a nivel mundial en la última década.



Condiciones de Mercado

Según la Agencia Nacional de Minería (ANM), a nivel Latinoamérica Colombia es el 5to productor de Oro con un aproximado de 41 toneladas producidas en 2017. Los principales productores de Oro en la región son Perú con 155 toneladas en 2017 y México con 110 toneladas en 2017. [3]

Según BMI Research, se estima que a 2027 la producción de Oro en Colombia llegue a las 59,8 Toneladas, lo cual representa un crecimiento aproximado del 23% para el periodo 2018 – 2027. [12]

En términos de negocio, para BMI Research las perspectivas del Oro en Colombia son favorables teniendo en cuenta las buenas reservas que con las que cuenta el país y los bajos costos operacionales para las empresas mineras. Lo anterior se ha visto reflejado en unas expectativas de crecimiento en la producción del 35% en el proyecto Segovia de la Gran Colombian Gold y un aumento en las reservas estimadas por la AngloGold Ashanti en su proyecto Gramalote. [12]



Aspectos Ambientales

El Concejo Mundial del Oro estima que el volumen de emisiones de CO2 que se realiza con la producción del Oro es significativamente menor que para otros productos mineros. De igual manera, resalta que entre las buenas prácticas en la explotación de Oro está el uso de energías solares en Burkina Faso y energía hídrica en Brasil. [13]

El 16 de julio de 2018 entró en vigencia la ley 1658 de 2013 que prohíbe el uso de mercurio en las explotaciones de Oro, lo cual genera expectativa a pesar que las empresas han tenido 5 años para realizar la transición a procesos de producción que no contemplen el uso del químico en la explotación aurífera.[14]



Análisis del Balance

Información de clasificación: Oro

- Mineral: Oro
- Código CIU: 0722
- Nombre CIU: Extracción de oro y otros metales preciosos
- Código CPC: 142401
- Nombre CPC: Minerales de oro y sus concentrados
- Unidad: Kilogramos
- Usos (global): Joyería, reservas e inversiones, otros usos industriales
- Usos (local): Exportaciones, joyería, reservas e inversiones

Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016

Capítulo: Oro

Cifras en Kilogramos

	2012	2013	2014	2015	2016
Oferta					
Producción	66.479	56.387	58.457	60.015	62.867
Importaciones	-	-	-	-	-
Total oferta	66.479	56.387	58.457	60.015	62.867
Utilización					
Consumo intermedio	345	365	487	414	328
Variación de existencias	-88	54	74	25	31
Exportaciones	66.222	55.969	57.895	59.576	62.507
Total utilización	66.479	56.387	58.457	60.015	62.867

DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

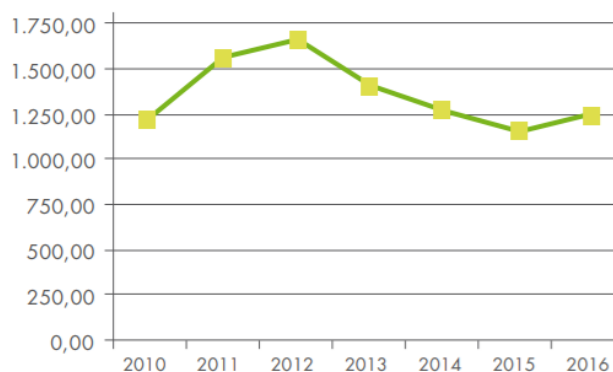
Producción

La producción de oro en Colombia presentó una caída del 15% en el 2013, entre 2013 y 2016 tomó una dinámica de crecimiento aproximada de 5% sin lograr volver a alcanzar los niveles de producción de oro mostrados en 2012. Ésta situación podría explicarse por dos factores principales:

- El precio del oro entre 2012 y 2015 entro en una senda negativa llegando en 2015 a sus niveles más bajos en los últimos seis años. Esta situación se explica parcialmente porque durante la crisis económica de 2008 el oro fue un refugio para los inversionistas que veían incertidumbre e inseguridad en el dólar, sin embargo desde 2013 se comenzaron a ver síntomas de recuperación de la Economía Estadounidense

lo cual trajo consigo incrementos en las tasas de interés de la reserva federal retornando la confianza y atractivo del dólar para los inversionistas. [15]

Oro / US\$/Oz Troy



Fuente: Ministerio de Minas y Energía [16]

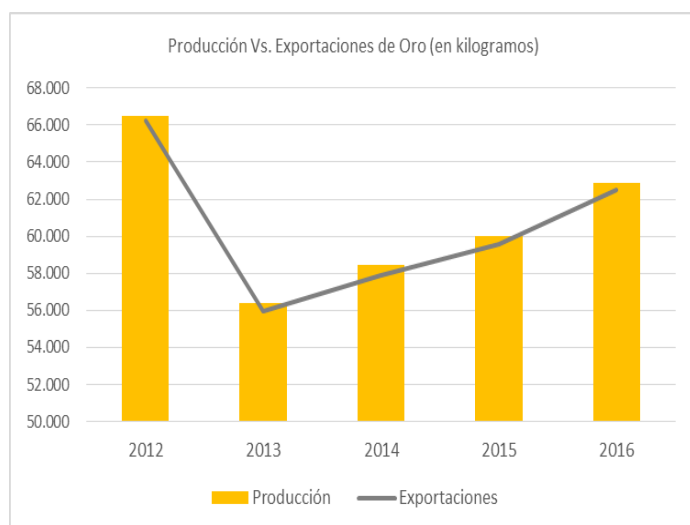
139

Exportaciones

Las exportaciones son la principal variable de la utilización, teniendo en cuenta que durante el periodo 2012 – 2016 representó aproximadamente el 99% de la producción, teniendo su pico más alto en 2012 donde representó el 99,6%. Lo anterior significa que el principal destino del oro producido en Colombia es la exportación.

El comportamiento de la variación de existencias también puede relacionarse con el precio del oro, ya que al entrar en una tendencia a la baja hizo que se comenzaran a acumular inventarios, haciendo que para el periodo 2013 – 2016 fueran mayores los inventarios de oro al finalizar el año

La UPME estima que en 2016 el sector minero aportó aproximadamente el 21,7% de las exportaciones del País, de las cuales aproximadamente el 68% fueron carbón y el 23% oro. De igual manera, se estima que los principales mercados a los que se exporta oro son Estados Unidos y Suiza. [9]



El mineral desde sus principales usos

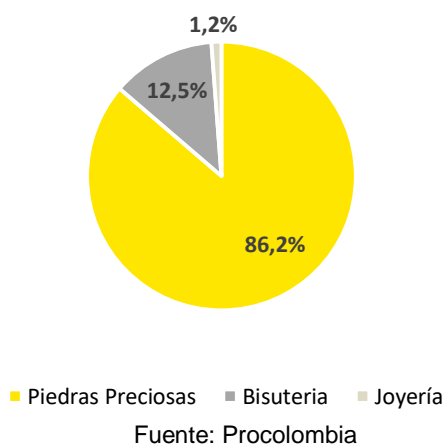
El mercado del oro principalmente se enfoca en el uso del metal para joyería, tecnología y fabricación de monedas. De igual manera, el oro es tranzado como una inversión de reserva o en forma de commodity.

Se estima que Colombia demanda internamente 1 tonelada de oro al año de la cual el 76% se utiliza para la industria de la joyería. En Colombia principalmente se comercia oro refinado, si se requiere algún tipo de procesamiento o particularidad en la pieza de oro es necesario importarla. [4]

En el mercado de la joyería Colombia es principalmente reconocida y valorada por sus esmeraldas, sin embargo le ha sido difícil entrar a competir en ciertos mercados en donde prima más el precio o el peso que la calidad del producto. [21] Los principales mercados a los cuales exporta joyería Colombia son México, Perú, Estados Unidos y la Unión Europea, Brasil, Chile, Perú, Costa Rica y Corea del Sur. Colombia cuenta con preferencias arancelarias para la exportación de joyería y bisutería a los países anteriormente mencionados y se espera que próximamente entren a la lista Israel y Japón. [22]

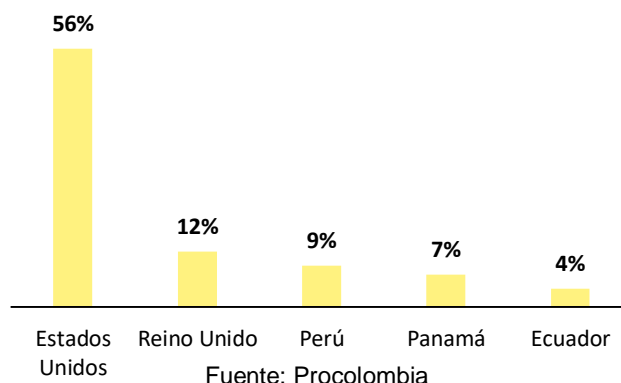
A 2017, las exportaciones de joyería y bisutería fueron predominantemente de piedras preciosas (86,2%), seguido por bisutería (12,5%) y joyería (1,2%). [22]

Exportaciones Joyería y Bisutería



Para 2017 Colombia exportó joyería a los siguientes mercados: Estados Unidos (56%), Reino Unido (12%), Perú (9%) y Ecuador (4%). Éstas exportaciones alcanzaron un valor total de USD 2,1 millones [22]

Exportaciones de Joyería en 2017



Para el mercado Colombiano, por costos es más rentable la operación de pequeñas y medianas empresas para la fabricación de joyas, tanto que se estima que la pequeña y mediana empresa compone un 98% del sector. [22], [23] Ésta situación hace más complejo el reunir datos y cifras agregadas del sector pues cada joyero maneja su producción y existencias en función de las capacidades que tiene desarrolladas y sus perspectivas del mercado. [23]

Antioquia, Santander, Valle del Cauca, Chocó, Cauca, Córdoba, Bolívar y Nariño son los principales focos de la joyería en Colombia. [22] En la actualidad en el país se está dando más valor a los productos de joyería artesanal pues se aprecia la autenticidad y la singularidad de este tipo de piezas sobre los procesos tradicionales de elaboración de la joyería. [23]

En 2016 se desarrolló por parte del Ministerio de Minas y Energía la Política Minera de Colombia en donde se consigna lo siguiente respecto al oro: *“Habrá que proponer acciones encaminadas a generar valor agregado del metal, en especial, en lo concerniente a la joyería. De igual forma, se deberán generar estrategias de comercialización para los pequeños mineros”*

En la sección de anexos se encuentra el Balance de Oro referente a oferta y utilización en valores; referenciado como Anexo E

Bibliografía

- [1] «Se lanzó “Colombia vale Oro” | Agencia Nacional de Minería ANM». [En línea]. Disponible en: https://www.anm.gov.co/?q=se_lanzo_colombia_vale_oro_boletin_prensa. [Accedido: 26-oct-2018].
- [2] Agencia Nacional de Minería - ANM, «Ficha Oro». 2017.
- [3] Agencia Nacional de Minería - ANM, «Ficha Oro». 2018.
- [4] Anglogold Ashanti, «El oro: todo lo que debe saber en 100 preguntas». dic-2014.
- [5] «Producción de oro en Colombia: El 80% de la producción de oro está en manos de ilegales: ACM | Economía | Caracol Radio». [En línea]. Disponible en: http://caracol.com.co/radio/2016/12/13/economia/1481647207_721771.html. [Accedido: 29-oct-2018].
- [6] «Ley 1382 de 2010 | Agencia Nacional de Minería ANM». [En línea]. Disponible en: <https://www.anm.gov.co/?q=content/ley-n%C3%BAmero-1382-del-09-de-febrero-de-2010>. [Accedido: 30-oct-2018].
- [7] «Dirección de Formalización Minera». [En línea]. Disponible en: <https://www.minminas.gov.co/en/direccion-de-formalizacion-minera>. [Accedido: 29-oct-2018].
- [8] Servicio Geológico Colombiano - SGC, «Áreas con potencial mineral para zonas de reserva minera estratégica». 31-ene-2012.
- [9] Ministerio de Minas y Energía, Unidad de Planeación Minero Energética, «Plan Nacional De Desarrollo Minero Con Horizonte a 2025 - Minería Responsable con el Territorio». dic-2017.
- [10] Sostenibilidad.semana.com, «764 millones de dólares vale demanda de Eco Oro contra Colombia por Santurbán», *Demanda de Eco Oro contra Colombia por delimitación de Santurbán*. [En línea]. Disponible en: <https://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/demanda-de-eco-oro-contra-colombia-por-delimitacion-de-santurban/41874>. [Accedido: 24-oct-2018].
- [11] Semana, «Consultas populares también preocupan a la industria del carbón», *Los desafíos de la minería tras las consultas populares sobre la actividad extractiva*. [En línea]. Disponible en: <https://www.semana.com/contenidos-editoriales/carbon-la-base-de-todo-/articulo/los-desafios-de-la-mineria-tras-las-consultas-populares-sobre-la-actividad-extractiva/535787>. [Accedido: 29-oct-2018].
- [12] BMI Research, «Colombia Mining Report». jun-2018.
- [13] «New report from the World Gold Council explores the climate change impacts of gold | World Gold Council». [En línea]. Disponible en: <https://www.gold.org/news-and-events/press-releases/climate-change-impacts-of-gold>. [Accedido: 29-oct-2018].
- [14] «Ley 1658 de 2013 | Agencia Nacional de Minería ANM». [En línea]. Disponible en: <https://www.anm.gov.co/?q=content/ley-1658-de-2013>. [Accedido: 29-oct-2018].

Ficha del mineral

Níquel

Potencial geológico

Los yacimientos que se han identificado son [1]:

6 Yacimientos	3 en el Departamento Córdoba	<ul style="list-style-type: none"> Cerro Matoso Planeta Rica San José de Uré
	3 en el Departamento Antioquia	<ul style="list-style-type: none"> Ituango Morro Pelón Medellín

Al 30 de junio de 2015 [4]:



- 24 millones de toneladas en reservas probadas
- 20.9 millones de toneladas en reservas probables

Explotación

La producción de níquel en Colombia proviene de una sola operación, la mina de Cerro Matoso [5].

La fecha de terminación del contrato es 2029, prorrogable a 2044 [6].

40.606
Toneladas
producidas en 2017 [7]

Principales usos [1]:

- Catalizador
- Productos electrónicos
- Baterías Níquel - Cadmio
- Acero inoxidable – p.ej. piezas de automóviles
- Entre otros



Ingresos

- Regalías
- Compensaciones económicas
- Canon superficiario y administración
- Imp. de renta e Imp. CREE
- Imp. Riqueza

88.245
millones COP
de Ingresos para el
Estado en 2016 [8]

Del total de ingresos

66.650
millones COP
Correspondieron a
Regalías en 2016 [8]



Perspectiva social

20.982
millones COP

distribuidos al municipio de Montelibano entre 2016-2017, por concepto de regalías [9].



La empresa Cerro Matoso S.A. realizó en 2016 pagos por concepto de "Inversiones Sociales Normadas" por valor de [10]:

16.679,8
millones COP

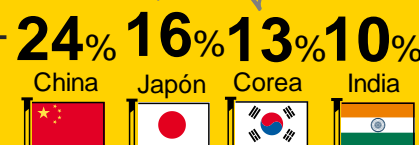


Sustitutos [11]

- ✓ Los aceros especiales libres de níquel se utilizan a veces en lugar del acero inoxidable en las industrias de generación de energía y petroquímica.
- ✓ Las aleaciones de titanio pueden sustituir al metal de níquel o las aleaciones a base de níquel en entornos químicos corrosivos.
- ✓ En ciertas aplicaciones se pueden usar baterías de iones de litio en lugar de baterías de hidruro de níquel metálico.



Colombia exportó en 2016 principalmente a [2]:



Los municipios productores de Níquel en 2016 fueron [3]:

98% De la producción: Fue en Montelibano Departamento de Córdoba

2% Fue en San José de Uré



El mineral desde las fuerzas motoras críticas

Posición estatal ante recursos mineros y ambientales

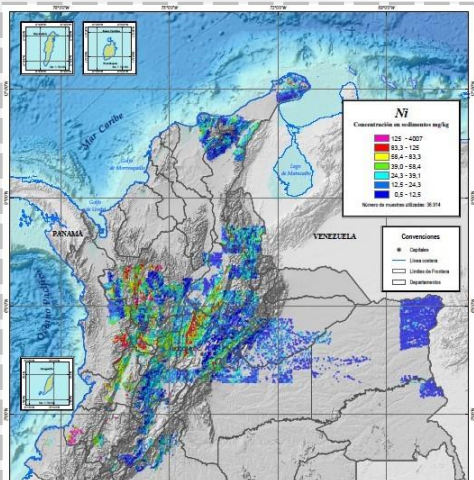
El proyecto de Cerro Matoso S.A., es considerado como un Proyecto de Interés Nacional (PIN)⁶.

Un proyecto PIN se caracteriza por tener un impacto significativo en el desarrollo económico a nivel regional y nacional, en generación de empleo y sostenible⁶.

La Política Minera de Colombia 2016 dice⁴ “... Con el níquel se tendrá que analizar la tendencia mundial del mercado de este mineral, con el fin de evaluar posibilidades de nuevos proyectos y de esta forma definir acciones para garantizar que el sector privado realice inversiones en la exploración y en su puesta en marcha, permitiendo la sostenibilidad en la producción en el mediano plazo” lo que anticipa un impulso al desarrollo del sector.



Dotación minera y su conocimiento



Atlas geoquímico de Colombia
concentración de níquel (Ni) tomado del
Servicio Geológico Colombiano [17]

Exploraciones realizadas por el Servicio Geológico Colombiano y empresas del sector, reportan la existencia de prospectos y manifestaciones con potencial para encontrar nuevos depósitos lateríticos de níquel asociados con rocas ultramáficas en la Cordillera Occidental [18].

Adicional, según publicación de la revista Dinero, se estima que en Colombia solo se ha explorado y explotado el 8% de los yacimientos de níquel [19].



Gobernanza y Gobernabilidad

Caso 1. Según la Defensoría del Pueblo de Colombia en 2014, “No hay claridad sobre la vigencia de la licencia ambiental para la operación del proyecto. La licencia data de 1981, cuando las condiciones eran totalmente diferentes: Para la Contraloría General no está vigente, para la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) si se encuentra vigente” [12]. En marzo de 2018, de acuerdo al periódico El Tiempo, la Corte Constitucional en un fallo ordena a Cerro Matoso S.A., “expedir una nueva licencia ambiental que se acoja a los estándares constitucionales vigentes” [13].

Caso 2. El 23 de octubre de 2018, la Contraloría General de la República denunció que por errores en la liquidación de regalías, Cerro Matoso debe al Estado 170.000 millones COP, de vigencias correspondientes entre 1.998-2.003 y 2.007 – 2.012 [14]. La empresa respondió que “Cerro Matoso S.A. y la Agencia Nacional de Minería están actualmente discutiendo judicialmente la liquidación de los contratos de concesión 866 y 1727 que terminaron en el año 2012, proceso para el cual la compañía ha aportado todos los documentos necesarios para surtir el proceso judicial” [14].



Condiciones de mercado

En el 2009, de acuerdo con la UPME, Cerro Matoso aportaba el 10% de la producción mundial de Ferroníquel y un 3% de la producción mundial de níquel [1] .

Para el año 2017, según la Agencia Nacional de Minería, Colombia es el 13 país productor de Níquel a nivel mundial [20] y el cuarto a nivel Latinoamérica [18].

En cuanto a productos sustitutos, el vicepresidente de asuntos corporativos de Cerro Matoso, Luis Marulanda, dijo en entrevista en el periódico el Espectador en 2015, “Ha surgido un nuevo producto que es el arrabio de níquel —un producto intermedio de menor calidad y menor costo—, que se produce en la China con material de Indonesia. Es de baja calidad, producido con estándares menores a los que se usan en Colombia, y por ende el precio es mucho menor.” [21]



Aspectos ambientales

En el mismo fallo del 15 de diciembre de 2017, la Corte Constitucional sentencia [16]: “La violación de los derechos fundamentales es manifiesta y consecuencia de una actuación arbitraria. A lo largo del fallo se encuentra plenamente probada la existencia de una grave vulneración a los derechos fundamentales a la salud y al disfrute de un medio ambiente sano. Dicha transgresión es producto de diversas actuaciones de la empresa Cerro Matoso S.A., entre las cuales se destaca:

- (i) Continuar sustentando sus actividades en una licencia ambiental que no se encuentra acorde a la Constitución;
- (ii) Abstenerse de consultar a las comunidades étnicas afectadas; ...
- (iv) Incumplir la normatividad ambiental, tanto nacional como internacional; (v) Emitir material particulado de forma reiterada y no controlada hacia el ecosistema circundante; y (vi) Obstruir el caudal del Caño Zaino y contaminar distintos cuerpos de agua en su Zona de Influencia Directa.” [16]



Grupos sociales

De acuerdo a la Defensoría del Pueblo de Colombia, las quejas de las comunidades de la región acerca de Cerro Matoso S.A. son [12]:

- No cuenta con actividades en las que se involucre a la comunidad
- No tienen proyectos productivos
- La empresa brinda capacitación, pero no apoyan económicamente para la implementación de los proyectos
- No hay mayor generación de empleo
- El apoyo educativo es bajo, son pocas las personas que han sido capacitadas
- Consideran que debe haber una reciprocidad de beneficios para la empresa y la comunidad.

Adicional, en 2013 representantes de las comunidades étnicas interpusieron cuatro tutelas en contra de la empresa Cerro Matoso S.A. y otras entidades del estado[15]. A pesar de que todos los fallos resultaron a favor de la empresa, la Corte Constitucional escogió dos de ellos para revisarlos [15].

Es así que el 15 de Diciembre de 2017 la Corte Constitucional falla a favor de las comunidades donde sentencia que “La exposición al níquel causa daños importantes en la salud humana, los animales y las plantas. De conformidad con la bibliografía científica disponible en la materia, contrario a lo sostenido por la empresa demandada, la exposición a determinados niveles de níquel ocasiona graves perjuicios a la salud humana, los cuales van desde afecciones cutáneas y respiratorias, hasta la producción de cáncer de pulmón y abortos espontáneos.” y “Una revisión detalla de los diversos hallazgos descritos permite corroborar las denuncias de los accionantes, respecto a las múltiples afecciones que padecen quienes habitan en cercanías del complejo minero. Contrario a lo sostenido por parte de la empresa Cerro Matoso S.A., existe una delicada situación de salud pública en la zona, la cual se caracteriza por graves enfermedades cutáneas, pulmonares, oculares, entre otras.” [16].



Análisis del Balance

Información de clasificación: Minerales de níquel y sus concentrados

- Mineral: Minerales de níquel y sus concentrados
- Código CIIU: 1331
- Nombre CIIU: Extracción de minerales de níquel
- Código CPC: 14220
- Nombre CPC: Minerales de níquel y sus concentrados
- Unidad: Kilogramos
- Usos (global): Producción de acero en aleaciones con otros minerales, aportando dureza y resistencia a la corrosión, se usa para producir utensillos de cocina y equipos no contaminantes para la industria de alimentos, también es empleado en piezas de automóviles y en repuestos de maquinarias. En aleaciones níquel – cadmio usado en las baterías, equipos electrodomésticos y electrónicos, para la fabricación de monedas, tuberías, chapas, electrolitos, entre otros.
- Usos (local): Producción de ferroníquel

Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016

Capítulo: Níquel

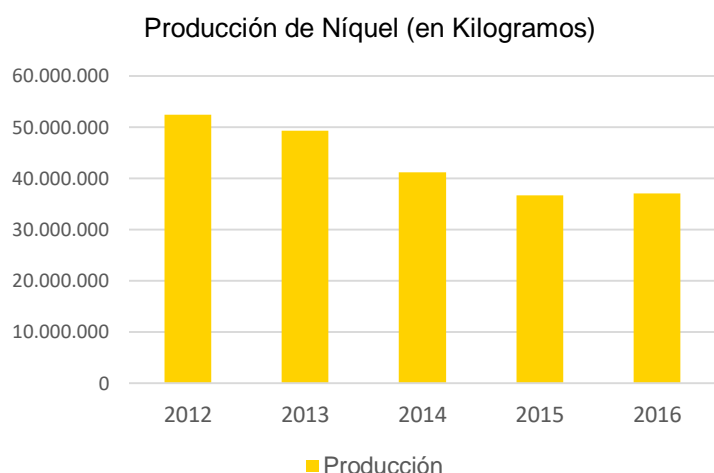
Cifras en Kilogramos

	2012	2013	2014	2015	2016
Oferta					
Producción	52.372.806	49.319.830	41.221.204	36.670.459	37.091.393
Importaciones	1.049	545	1.964,0	512	39
Total oferta	52.373.854	49.320.375	41.223.168	36.670.971	37.091.432
Utilización					
Consumo intermedio	1.049	545	1.964,0	512	39
Variación de existencias	48.364	-67.509	66.027	-39.604	45.242
Exportaciones	52.324.442	49.387.339	41.155.177	36.710.063	37.046.151
Total utilización	52.373.854	49.320.375	41.223.168	36.670.971	37.091.432

DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística [22].

Oferta

Como se puede observar en la tabla de Balance, para todos los años en estudio (2012 – 2016), el principal componente de la oferta se encuentra representado por la producción de Níquel, en porcentajes superiores al 98% del total de la oferta, razón por la cual el análisis de la oferta se encuentra basado en la producción de dicho mineral.



DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística [22].

El balance nacional para el mineral de níquel muestra una tendencia decreciente en la producción desde 2012 hasta 2015, con una leve recuperación para el año 2016. La caída de la producción de níquel entre 2012 y 2015 fue de un 30%, mientras que la recuperación de 2015 a 2016 fue cercana al 1%.

Producción a la baja

Una de las razones para este comportamiento decreciente de la producción se da por las condiciones del yacimiento para estas fechas, dado que de acuerdo a Luis Marulanda, vicepresidente corporativo de Cerro Matoso S.A., en entrevista con el periódico El Espectador en 2015, “La producción continuará cayendo hasta un promedio de 30.000 o 33.000 toneladas hasta 2029, cuando termina la concesión. Esta disminución se debe fundamentalmente a la caída de la concentración del mineral, algo que ocurre con todas las minas del mundo” [21].

Según esta misma entrevista, en el 2015, el tenor (porcentaje de mineral recuperable) se había reducido en casi un 50% desde que inició la operación de la mina en 1982 [21]. Esta variación paso de un 3% de material por tonelada extraída a 1,5% al finalizar el 2015 [21].

Desde 2016 la producción ha tenido una recuperación, pasando a 37.091, 40.606 toneladas en 2016 y 2017, respectivamente [7],[22]. Este crecimiento se ha dado en parte a la entrada plena en operación del proyecto La Esmeralda [23]. Adicional, según Ricardo Gaviria, presidente de Cerro Matoso S.A, en diálogos con el periódico Portafolio, actualmente se trabaja en la exploración de un nuevo yacimiento de níquel en el municipio de Planeta Rica, lo que permitiría aumentar la producción a niveles superiores a las 40 mil toneladas [23], proyecto de exploración que en 2018 se le asignaron US\$ 3 millones, y al proyecto La Esmeralda se le desembolsaron US\$17 millones [23].

Utilización

Con relación a la utilización, si se observa la tabla del balance es posible evidenciar:

- El valor de las importaciones es igual al valor del consumo intermedio, lo cual significa que toda la producción de Níquel /Ferroníquel que se realiza en Colombia es con fines de exportación.
- Adicional, las exportaciones representan más del 98% del total de la utilización, razón por la cual el análisis de la utilización se centra en este rubro del balance.

Exportaciones de Níquel (en toneladas)

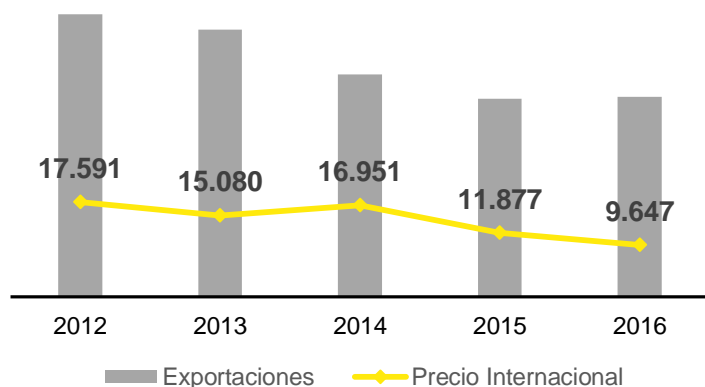


DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística [22].

Al observar el comportamiento de las exportaciones de níquel entre 2012 y 2016, se evidencia un decrecimiento del 30% entre 2012 y 2015, con una recuperación cercana al 1% entre el 2015 y el 2016. Este comportamiento se encuentra asociado con la caída en la producción de este mineral para los mismos periodos, acompañado de una caída en los precios internacionales de este mineral.

Caída en el precio internacional del níquel

Exportaciones vs. Precio Internacional promedio de Mineral de Níquel 2012 – 2016



Cifra exportaciones en toneladas.

DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística [22].

Cifra precio internacional promedio en USD/ton. LME, 3 meses.

BMI Research, Bloomberg, Fitch Solutions [24].

En la gráfica anteriormente presentada se evidencia la caída constante del precio internacional del níquel, con una caída entre 2012 y 2016 del 45%. Esta caída se encuentra asociada, entre otros factores, a:

- La desaceleración de la economía China, el principal comprador de níquel colombiano [21], materia prima utilizada para la fabricación de acero inoxidable. La demanda se reduce mientras que la oferta crece, produciendo la caída en los precios [21].
- Adicional, según Luis Marulanda, vicepresidente corporativo de Cerro Matoso S.A., en entrevista con el periódico El Espectador en 2015, “Ha surgido un nuevo producto que es el arrabio de níquel —un producto intermedio de menor calidad y menor costo—, que se produce en China con material de Indonesia. Es de baja calidad, producido con estándares menores a los que se usan en Colombia, y por ende el precio es mucho menor” [21].
- Así mismo, según Ricardo Gaviria, presidente de Cerro Matoso S.A. en entrevista en 2015, “En opinión de la mayoría de los expertos en la materia, el nivel de inventarios de níquel en bodegas LME se encuentra en sus niveles más altos históricos y hoy alcanzaría para satisfacer alrededor de tres meses de demanda mundial” [25].

La caída en los precios internacionales y la baja producción, sumado a altos costos en energía, incremento en la carga impositiva y conflictos laborales [25] han hecho que la empresa en los últimos años haya tenido que reestructurarse. En el 2015 la empresa realizó ajustes en los costos operacionales que dejaron un ahorro de US \$80 millones [23].

El mineral desde sus principales usos

Es un metal duro, de aspecto blanco plateado, maleable y dúctil, que puede presentar un intenso brillo. Tiene propiedades magnéticas por debajo de 345 °C. Aparece bajo cinco formas isotópicas diferentes, y es muy activo químicamente cuando se trata de níquel metálico. Es clasificado como metal ferroso, por pertenecer a la tríada del hierro: hierro, níquel y cobalto [26].

Las características principales de este mineral son [27]:

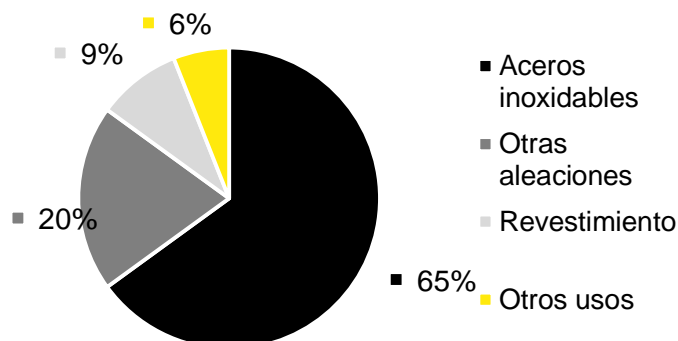
- Alto punto de fusión, 1.453 °C
- Resiste la corrosión y la oxidación
- Dúctil
- Permite aleaciones
- Magnético a temperatura ambiente
- Presenta propiedades catalíticas

Estas características le permiten ofrecer, en comparación con otros minerales, productos con una mejor resistencia a la corrosión, mejor tenacidad, mejor resistencia a altas y bajas temperaturas, y una gama de propiedades magnéticas y electrónicas especiales [28].

Reflejando estas características, el níquel se usa ampliamente en más de 300,000 productos para aplicaciones de consumo, industriales, militares, de transporte, aeroespaciales, marítimas y arquitectónicas.

El mayor uso es en aleaciones, especialmente con cromo y otros metales para producir aceros inoxidables y resistentes al calor. Estos se utilizan para macetas y sartenes, fregaderos de cocina, etc., así como en edificios, equipos de procesamiento de alimentos, equipos médicos y plantas químicas [27].

Usos del Níquel [27]



Como se observa en la anterior gráfica, la mayoría del níquel es utilizado en aleaciones, principalmente en la producción de aceros inoxidables. Alrededor del 65% del níquel que se produce se utiliza para fabricar aceros inoxidables, otro 20% se utiliza en otras aleaciones de acero y no ferrosas, a menudo para aplicaciones industriales, aeroespaciales y militares altamente especializadas.

Aproximadamente el 9% se usa en el revestimiento y el 6% en otros usos, incluidas monedas, electrónica y baterías para equipos portátiles y autos híbridos. En muchas de estas aplicaciones no hay sustituto para el níquel sin reducir el rendimiento o aumentar el costo [27].

Como se mencionó anteriormente, en Colombia, gran parte de la producción (~99%) se exporta, por lo cual su extracción no tiene una cadena de valor agregado a nivel nacional.

En Colombia, la extracción de níquel/ferroníquel proviene de depósitos de lateritas niquelíferas [1]. El principal uso final del níquel proveniente de depósitos de lateritas es para la elaboración de acero inoxidable [29].

En Colombia, de acuerdo al Comité Colombiano de Productores de Acero, la industria del acero representa alrededor del 10,6% del PIB industrial del país [30]. De igual manera, en 2017 se hubo una producción de 1,4 millones de toneladas de acero, 7% más que en el 2016 [30].

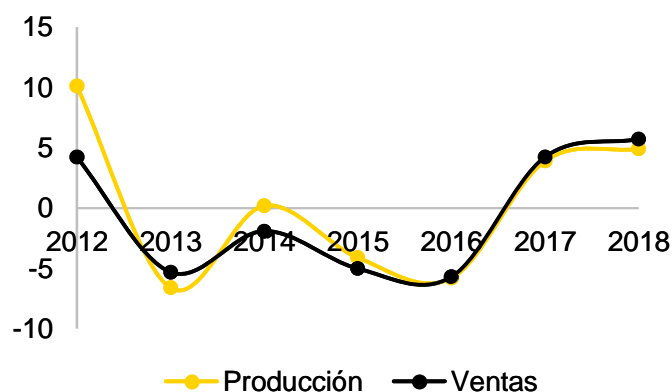
Así mismo, la industria del acero en Colombia cuenta con una capacidad instalada de 2,2 millones de toneladas que contrastan con un consumo nacional aparente de acero de 2,2 millones de toneladas anuales [30], con lo que el país tiene la suficiente capacidad para ser autosostenible [31].

En Colombia, hay cinco empresas siderúrgicas que se dedican a la producción de acero: Acerías Paz del Río S.A, Gerdau, Siderúrgica Nacional SIDENAL, Siderúrgica del Occidente S.A.S y Ternium [30]. De estas empresas, Acerías Paz del Río S.A. es la única siderúrgica integrada del país, es decir, que se dedica a las extracción de minerales (carbón, caliza y hierro) para luego a través de un proceso industrial producir acero [30],[32]. Las otras empresas siderúrgicas se encargan de la producción de acero a través del procesamiento de chatarra [32]. En este sentido, el Comité Colombiano de Productores de Acero estima que éste sector es el principal reciclador de chatarra en Colombia con aproximadamente 1 millón de toneladas al año [30].

Por otro lado, el mercado del acero en Colombia se ha visto afectado por las medidas de protección comercial que ha tomado Estados Unidos frente al acero y aluminio. Ésta situación ha provocado que China como principal productor de acero comience a buscar nuevos mercados para llevar sus productos, ocasionando que en Colombia las importaciones de acero aumenten en un 30% para el primer semestre del 2018 [33].

De acuerdo a los resultados de la Encuesta Mensual Manufacturera, realizada por el Departamento Nacional de Estadística, el comportamiento de las industrias básicas de hierro y acero se presenta en la siguiente gráfica:

Variación (%) año corrido del valor de la producción y ventas de las Industrias básicas de hierro y acero



Fuente: Departamento Nacional de Estadística [34]

* Los valores de 2018, corresponden a la variación año corrido hasta el mes de octubre.

** Los años del 2012 – 2015, incluyen Industrias asociadas a la fundición de metales

Como se evidencia en la gráfica anterior, el sector de las industrias básicas del hierro y el acero, representado en su producción y ventas, han tenido variaciones negativas entre los años de 2013 y 2016, con un ligero crecimiento para el año 2018.



En la sección de anexos se encuentra el Balance de Níquel referente a oferta y utilización en valores; referenciado como Anexo F

Bibliografía

- [01] J. F. Forero Castañeda, El níquel en Colombia. Bogotá: Unidad de Planeación Minero Energético, 2009.
- [02] Unidad de Planeación Minero Energética - UPME-, «Níquel - Unidad de Planeación Minero Energética UPME | Tableau Public». [En línea]. Disponible en: <https://public.tableau.com/profile/upme#!/vizhome/Níquel/Historia1>. [Accedido: 22-oct-2018].
- [03] EITI Colombia, «Territorios - EITI COLOMBIA», 2017.
- [04] República de Colombia y Ministerio de Minas y Energía, «Política Minera de Colombia. Bases para la minería del futuro». abr-2016.
- [05] Agencia Nacional de Minería, «Níquel». 17-dic-2015.
- [06] Ministerio de Minas y Energía, «PINE - Córdoba», 26-sep-2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.minminas.gov.co/en/pine-cordoba>. [Accedido: 23-oct-2018].
- [07] Agencia Nacional de Minería, «| Datos Abiertos Colombia». [En línea]. Disponible en: <https://www.datos.gov.co/en/d/xvaj-zmqj/visualization>. [Accedido: 23-oct-2018].
- [08] EITI Colombia, «Detalle de Cotejo por Rubro Minería - EITI COLOMBIA», 2017.
- [09] Departamento Nacional de Planeación, «Recursos en Mapa Regalías». [En línea]. Disponible en: <http://maparegalias.sgr.gov.co/Recursos/FichaRecursos?periodosRecursos=2017,2016&municipio=23466>. [Accedido: 25-oct-2018].
- [10] EITI Colombia, «Garantía de la Calidad de los Datos - EITI COLOMBIA», 2017.
- [11] GOVERNMENT PUBLISHING OFFICE, MINERAL COMMODITIES SUMMARY 2018. S.I.: U S GOVT PRINTING OFFICE, 2018.
- [12] Defensoría del Pueblo Colombia, «INFORME DEFENSORIAL EXPLOTACIÓN DE NIQUEL PROYECTO CERRO MATOSO – MONTELÍBANO, CÓRDOBA», mar. 2014.
- [13] Justicia, «Corte Constitucional le ordena a Cerro Matoso tramitar nueva licencia ambiental», El Tiempo, 16-mar-2018
- [14] Redacción Economía, «Cerro Matoso adeuda \$170.000 millones al Estado por regalías: Contraloría», ELESPECTADOR.COM, 23-oct-2018.
- [15] Semana, «Cerro Matoso: ¡A responder por la salud!», Cerro Matoso condenada por daños al medioambiente y salud de pobladores, 24-mar-2018.

- [16] Magistrada Cristina Pardo Schlesinger, Magistrada Diana Fajardo Rivera, y Magistrado Alberto Rojas Ríos, Sentencia T-733/17. 2017.
- [17] Servicio Geológico Colombiano, «ATLAS GEOQUÍMICO DE COLOMBIA CONCENTRACIÓN DE NIQUEL (Ni)», 2016.
- [18] Agencia Nacional de Minería, «Níquel». 2018.
- [19] Dinero, «La riqueza minera de Colombia en otros materiales», Riqueza minera de Colombia.
- [20] Agencia Nacional de Minería, «Colombia: Un país Privilegiado - Minería en Colombia», 2018. [En línea]. Disponible en: <http://mineriaencolombia.anm.gov.co/index.php/es/colombia-un-pais-privilegiado>. [Accedido: 29-oct-2018].
- [21] Óscar Gúesguán Serpa, «El último aliento de Cerro Matoso, la mina de níquel que desaparecería», ELESPECTADOR.COM, 03-sep-2015.
- [22] Departamento Administrativo Nacional de Estadística, «Balances Oferta Utilización - Minerales estratégicos», oct. 2018.
- [23] Alfonso López Suárez, «‘En 39.000 toneladas calculamos la producción de níquel en el 2018’», Portafolio.co, 11-mar-2018.
- [24] Bloomberg, Fitch Solutions, «INDUSTRIAL METALS: Nickel Price, USD/tonne, ave», BMI Research, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://bmo.bmiresearch.com/data/datatool>. [Accedido: 29-oct-2018].
- [25] Asociación Colombiana de Minería, «Caída histórica del níquel | ACM», Asociación Colombiana de Minería, 2015. [En línea]. Disponible en: <http://www.acmineria.com.co/noticia-precios-niquel>. [Accedido: 30-oct-2018].
- [26] EITI Colombia, «Perfiles-Niquel - EITI COLOMBIA», 2017.
- [27] Nickel Institute, «Nickel Metal - The Facts». [En línea]. Disponible en: <https://www.nickelinstitute.org/NickelUseInSociety/AboutNickel/NickelMetaltheFacts.aspx>. [Accedido: 30-oct-2018].
- [28] Nickel Institute, «Where & Why Nickel is Used». [En línea]. Disponible en: https://www.nickelinstitute.org/~link.aspx?_id=2E78D186B57F4E10B6085F27D38E6E2B&_z=z. [Accedido: 30-oct-2018].
- [29] Ernst & Young, «Nickel Briefcase», Noviembre 2017.
- [30] Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI), Comité Colombiano de Productores de Acero, «El Acero Colombiano, Toda una vida desarrollando el país». [En línea]. Disponible en: <http://www.andi.com.co/Home/Camara/6-comite-colombiano-de-productores-de-acero>
- [31] Portafolio, «Tenemos la capacidad para ser autosuficientes en acero», Diciembre 09 de 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.portafolio.co/economia/tenemos-la-capacidad-para-ser-autosuficientes-en-acero-524241>

- [32] Acero en revista, «PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE ACERO EN COLOMBIA 2005-2016», InfoAcero, 10-jul-2017. [En línea]. Disponible en: <https://infoacero.camacero.org/produccion-y-consumo-de-acero-en-colombia-2005-2016/>. [Accedido: 30-oct-2018].
- [33] «¿Por qué han crecido en Colombia las importaciones de acero? | RCN Radio». [En línea]. Disponible en: <https://www.rcnradio.com/economia/importaciones-de-acero-van-en-aumento-en-colombia>. [Accedido: 24-oct-2018].
- [34] Departamento Administrativo Nacional de Estadística, «Encuesta Mensual Manufacturera». [En línea]. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/industria/encuesta-mensual-manufacturera>

Bauxita

Ficha del mineral

Reservas

Según la ANM [1], en 2017 las reservas están valoradas en:

\$6
millones de pesos



El principal yacimiento de Bauxita en Colombia se encuentra en el municipio de Jamundí (Valle del Cauca).

También se encuentra presencia de yacimientos menores en los Llanos de Cuivá (Antioquia), Abrego (Norte de Santander) y en Valle Alto (Cauca) [2]

En Colombia existen [2]:



2
Títulos mineros

Según información de la ANM, en Colombia existen 2 títulos mineros para la explotación de bauxita, sin embargo, dichos títulos ya no están vigentes ni se encuentran en explotación.

Los dos títulos mineros registradas se encuentran en Jamundí (Valle del Cauca) y Aguachica (Cesar). [2]

Sustitutos



La bauxita más que un mineral, es un agregado de varios minerales de aluminio, esto constituye como la principal mena de aluminio, por ende es el principal mineral para la obtención y elaboración de aluminio en el mundo. No obstante, esto no limita los usos secundarios de la bauxita como lo es la elaboración de productos refractarios y en algunos casos la elaboración de productos para ferretería. [2]

Principales usos:

- Producción de aluminio
- Fabricación de materiales refractarios
- Fabricación de productos abrasivos



Recursos mundiales [3]

75

billones de toneladas



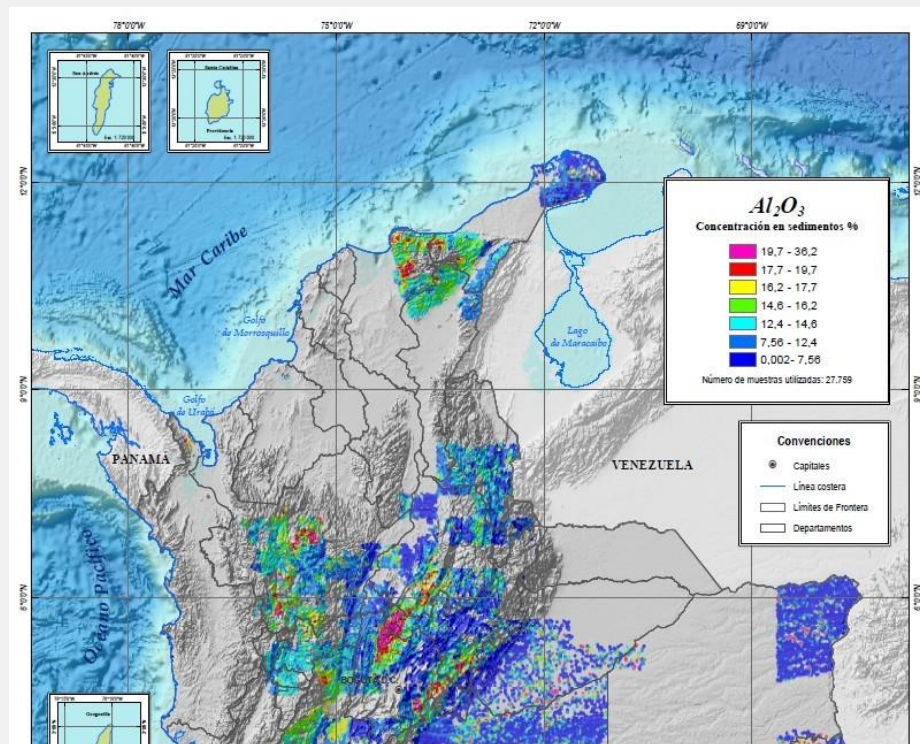
Los mayores reservas de bauxita en el mundo están en:

1. África (32%)
2. Oceanía (23%)
3. Suramérica (21%)
4. Asia (18%)



El mineral desde las fuerzas motoras críticas

De acuerdo con la información del Servicio Geológico Colombiano [4], en la actualidad se tiene un conocimiento parcial sobre el potencial geológico de la bauxita; según información de la entidad, se identifican zonas geográficas específicas donde se existen yacimientos del mineral.



No obstante el potencial geológico, según información de la UPME [2], la explotación de bauxita en Colombia es ínfima, ya que la estructura de costos necesaria y los graves efectos ambientales que conlleva su explotación, reduce casi a cero la factibilidad de los procesos de extracción del mineral en la actualidad. Sin embargo, esta información contrasta con los datos emitidos por la ANM [5], como se verá más adelante en la siguiente sesión del informe.

Bajo este panorama, el consumo interno de este mineral proviene de la importación, pero no como Bauxita sino como producto terminado, es decir, como láminas de aluminio. Según la UPME, la forma de producción de aluminio en Colombia básicamente se concentra en procesos de reciclaje del mismo. [2]



El mineral desde las fuerzas motoras críticas

Aspectos ambientales

La transformación de la bauxita en aluminio se realiza mediante la explotación y extracción del mineral que posteriormente es sometido a procesos químicos de Bayer y de electrólisis, los cuales generan emisiones nocivas para el medio ambiente y demandan un alto consumo de energía. Muchos países han optado por reducir la explotación y consumo de bauxita e incrementar la tasa de reciclaje y los niveles de producción de aluminio secundario a través de la implementación de procesos de separación y clasificación de residuos para la remoción de impurezas, como plástico o metales ferrosos, y así obtener un metal de calidad semejante a la del primario [6].

El aluminio, en forma del mineral bauxita, es uno de los metales más abundantes en la corteza terrestre y es obtenido a través de dos procesos: Bayer y la electrólisis. El proceso de Bayer consiste en obtener alúmina (Al_2O_3) a partir de la bauxita que es extraída del suelo por medio de un proceso de trituración, adición (soda cáustica) y de fundición. Este tipo de residuos tienen un impacto ambiental negativo debido a su alto contenido de hierro y su reutilización es considerada un reto para la industria debido a que su alta alcalinidad y contenido de metales pesados genera material radioactivo [7].



Análisis del balance

Mineral: Bauxita – Aluminio

Código CIU: 072

Nombre CIU: Extracción de minerales metalíferos no ferrosos

Código CPC: 1423001

Nombre CPC: Bauxita

Unidades: Toneladas

Usos (global): Se utiliza como materia prima para obtener aluminio. De la bauxita se obtiene primero alúmina y de ésta aluminio. El aluminio es usado para hacer autopartes, materiales para la construcción, electrodomésticos, etc.

Usos (local): Industrias cementeras, de plásticos, químicas y de fabricación de maquinaria. En Colombia aluminio se usa en las industrias mencionadas, pero no se realiza el proceso de transformación de bauxita a alúmina y posteriormente a aluminio (este producto se importa). Aún no hay empresas productoras de alúmina en Colombia.

Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016

Capítulo: Bauxita Cifras en Toneladas

	2012	2013	2014	2015	2016
Oferta					
Producción	384	1.108	601	861	693
Importaciones	23.362	15.539	24.858	25.098	28.803
Total oferta	23.746	16.647	25.459	25.959	29.496
Utilización					
Consumo intermedio	23.714	16.810	24.750	25.955	29.373
Variación de existencias	2	- 168	584	4	122
Exportaciones	31	6	124	0	1
Total Utilización	23.746	16.647	25.459	25.959	29.496

DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística [22].

Antes de ofrecer un análisis al Balance Nacional de Minerales, es importante recalcar que Colombia no es un país productor de bauxita, por las consideraciones que fueron presentadas en el capítulo anterior. Según información obtenida por estudios de la Universidad Nacional de Colombia, la producción de aluminio se presenta como resultado de procesos de reciclaje, el cual se realiza básicamente mediante la separación y clasificación de residuos para la remoción de impurezas, y así obtener un metal de calidad semejante a la del primario [6]. En tal sentido, la producción e importaciones de bauxita no se utilizan para la fabricación de aluminio, sino para la producción de refractarios en la industria cementera, o como filtros en los servicios de acueducto.

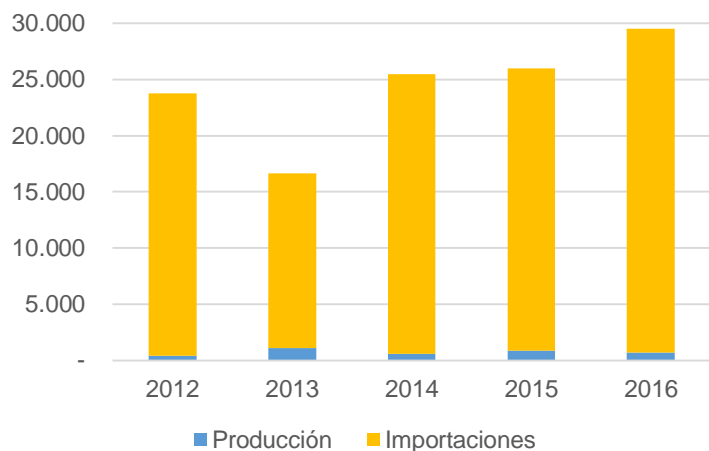
Según cifras de la ANM, en el territorio nacional si existe una producción del mineral, correspondiente a 3.647 toneladas entre 2012 y 2016 [5]. Sin embargo, al momento de cierre del presente informe, no fue posible constatar si efectivamente las características de esta producción corresponden a un proceso de minería como tal (aunque como ya se explicó, no se encontró una evidencia del mismo), o a la obtención de un material secundario, de acuerdo al proceso descrito por la Universidad Nacional.

Bauxita

En el año 2103 el Grupo Alúmina, líder del mercado del aluminio en Colombia, declaraba “nuestra mezcla sólo utiliza el 50% de material primario; el resto se compone de productos generados en nuestro proceso productivos y de material reciclado comprado en el mercado nacional” [8]. El aluminio primario que ha ingresado al país, el 55% proviene de Brasil y el 37% de Venezuela [8].

Según datos del DANE, la oferta de bauxita en Colombia en el periodo analizado corresponde en su mayor proporción (98%) a importaciones de aluminio. Como se mencionó previamente, la ANM reporta que la producción del mineral en Colombia, correspondiente a 3.647 toneladas entre 2012 y 2016, provenientes del departamento del Cauca (52%) y Valle del Cauca (48%) [5]. Solamente el 2% de la oferta del mineral proviene de la producción del mismo, con las consideraciones que ya han sido manifestadas.

Oferta de Bauxita 2012 – 2016 (toneladas)

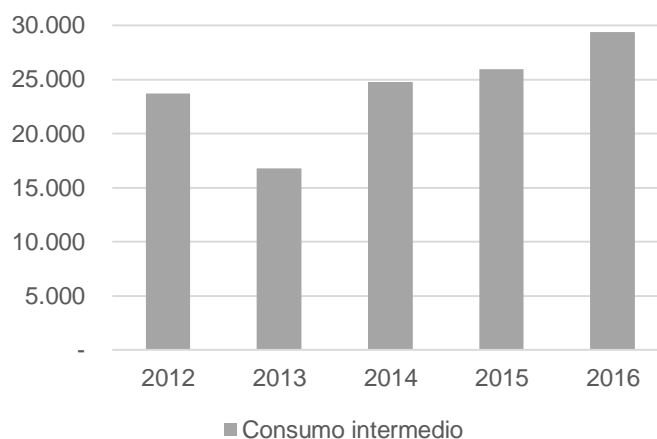


La producción de bauxita en Colombia ha sido marginal en los municipios de Buenos Aires, Cauca y Jamundí, Valle del Cauca. El material extraído en estos municipios se ha utilizado en la fabricación de sulfato de aluminio tipo B, utilizado en la purificación de agua potable.

El 94% de las importaciones son utilizadas en la industria del cemento y la industria química. Las importaciones superan en 18 veces en promedio la cantidad de bauxita producida en el país. Las cifras corresponden a los registros de la DIAN.

En términos de exportaciones, según información de la UPME [2], dado que la explotación y producción del mineral en Colombia es ínfima, las exportaciones del mineral son igualmente cero (como mineral puro). Esta información es constatada con los informes de exportaciones consultados en bases de datos del DANE.

Utilización de Bauxita 2012 – 2016 (toneladas)



La Bauxita como tal no es explotada ni es consumida en Colombia para la elaboración de aluminio. Este mineral se presenta en el proceso industrial para elaboración de otros metales no ferrosos como el aluminio y en material reciclable de aluminios ya presentes en el país. Las láminas de aluminio son importadas con una pureza del 97% desde Rusia e India. La Bauxita se encuentra como componente de las láminas de aluminio.

Las cantidades consumidas de bauxita se generan en la industria del cemento aproximadamente en un 50% y en la industria química en un 50%, según cifras del DANE.

Sustitutos: El mineral de la Bauxita más que un mineral, es un agregado de varios minerales de aluminio esto constituye como la principal mena de aluminio, por ende es el principal mineral para la obtención y elaboración de aluminio en el mundo, no obstante esto no limita los usos secundarios de la Bauxita como lo es la elaboración de productos refractarios y en algunos casos la elaboración de productos para ferretería.

El mineral desde sus principales usos

Los usos principales de la Bauxita son: [2]

- Materia prima para obtener aluminio. El aluminio es utilizado para la fabricación y elaboración de diversos productos como utensilios de uso doméstico, papel de aluminio, láminas, ventanas.
- Fabricación de materiales refractarios, es decir, aquellos que tienen la propiedad de resistir altas temperaturas sin descomponerse.
- Fabricación de abrasivos, es decir, aquellas sustancias que tiene como finalidad actuar sobre otros materiales con diferentes clases de esfuerzo mecánico —triturado, corte, pulido—. Es de elevada dureza y se emplea en todo tipo de procesos, industriales y artesanales.

En estudio publicado en 2016, la UPME [2] declaró que el uso de la Bauxita puede estar relacionada con:

2429

Código CIIU

Industrias básicas de otros metales no ferrosos

2391

Código CIIU

Fabricación productos refractarios

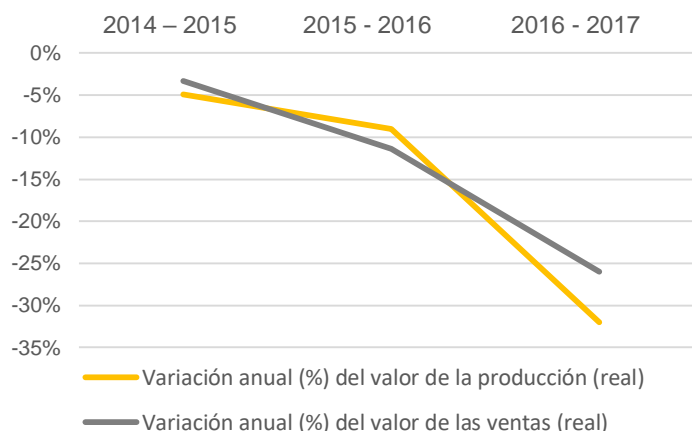
Las industrias que emplean los productos derivados del mineral, ya sea como materia prima principal o secundaria, se encuentran mayormente concentrados en la ciudad de Bogotá (53%), el departamento de Antioquia (31%) y el departamento de Cundinamarca (16%).

En el año 2016, el mercado del aluminio estaba conformado por el Grupo Alúmina, Tecnoglass, Alucol y unas pocas pequeñas compañías [9]. En opinión de los expertos, el mercado del aluminio en Colombia se ha visto afectado por dos fenómenos importantes: el contrabando y los altos aranceles para las exportaciones.

Por otra parte, el consumo se concentra en Cementos Argos y San Marcos con un 51% del consumo intermedio; productos químicos Panamericanos y sulfoquímica tienen el 37% del consumo intermedio y un 12% para materiales de construcción.

Voceros de Alúmina indicaban que “nosotros somos más o menos 40% de la oferta nacional, somos los más grandes que hay en el país, pero hemos ido perdiendo por efectos del contrabando, de la tasa de cambio y la industria ha venido desapareciendo en el tiempo” [9].

La encuesta manufacturera del DANE muestra que entre el 2014 y 2017, la variación anual del valor de la producción (en términos reales, no nominales) y de las ventas (real) de las industrias básicas de otros metales no ferrosos (categoría asociado al aluminio), ha mostrado un comportamiento negativo.



Según el presidente del Grupo Alúmina [9], el desempeño de la industria nacional se ve afectado por la gran cantidad de productos importados de manera irregular, que ascienden a 1500 toneladas mensuales, en promedio, de productos de aluminio.

La disminución en la utilización puede darse porque, en opinión de los expertos, la industria del aluminio se ha venido disminuyendo: se ha perdido tamaño y han desaparecido varias compañías.

No obstante lo anterior, la producción de aluminio en el mundo ha aumentado en los últimos años y el precio tiende a aumentar levemente en los próximos años [10].



En la sección de anexos se encuentra el Balance de Bauxita referente a oferta y utilización en valores; referenciado como Anexo G

Bibliografía

- [01] ANM (2017). Formato de valoración de las reservas mineras. <https://www.minminas.gov.co/en/valoracion-de-reservas-mineras>
- [02] UPME (2016). Caracterización del mercado interno de minerales de uso industrial que permita identificar los encadenamientos productivos, comerciales y las características de uso de los mismos.
- [03] USGS (2018). Mineral Commodity Summaries 2018
- [04] SGC (2016). Áreas con potencial mineral para zonas de reserva minera estratégica
- [05] ANM (2018). Información ANM Producción Minerales en cantidad y valor. En: datos.gov.co
- [06] Millán, et al (2015). Reciclaje de aluminio: oportunidades de desarrollo en Bogotá (Colombia). En: <http://bdigital.unal.edu.co/65490/1/44573-278721-1-PB.pdf>
- [07] The Aluminum Association (2011). Aluminum: The Element of Sustainability. Arlington, Estados Unidos. EN: http://www.aluminum.org/sites/default/files/Aluminum_The_Element_of_Sustainability.pdf.
- [08] Dinero (2013). El aluminio sí es negocio, pero....
- [09] La República (2016) Alumina pasará de exportar 12% a 25% de su producción
- [10] <https://knoema.es/ffzioof/aluminium-prices-forecast-long-term-2018-to-2030-data-and-charts>

Platino

Ficha del mineral

Departamentos productores de platino a 2016 [1]



- Chocó (96,8%)
- Antioquia (1,5%)
- Nariño (1,1%)
- Guainía (0,4%)
- Cauca (0,2%)

El mineral en Colombia [2]

- Se encuentra principalmente en forma de aluvión en el Pacífico
- Se extrae de manera informal por parte de comunidades
- No existen fuentes primarias para la extracción del mineral, actualmente se explora la zona del río Condoto la cual se presume puede ser una fuente primaria

Ventajas



- Los depósitos actualmente identificados no requieren de grandes inversiones para ser gestionados. [3]
- Se ha identificado que Chocó cuenta con unas características geológicas particulares que hacen que se considere la única región productora de platino en América Latina. [3]

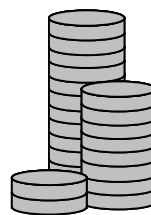
Retos:



- Incertidumbre frente a la existencia de grandes depósitos que permitan competir con grandes productores de platino a nivel mundial. [3]
- Las zonas con yacimientos de platino en su mayoría se encuentran en zona de reserva forestal. [1]

Regalías [4]

\$3.138	\$3.564	\$2.043
millones	millones	millones
en	en	en
regalías para 2015	regalías para 2016	regalías para 2017



Sustitutos [3]



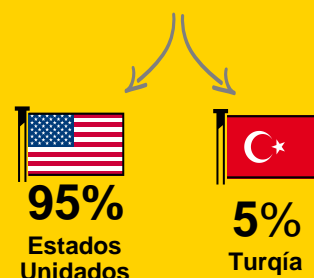
El paladio puede ser un sustituto del platino en el sector automotriz y a un menor costo. El tantalio es un sustituto en usos tecnológicos y el oro en joyería.

Principales usos:

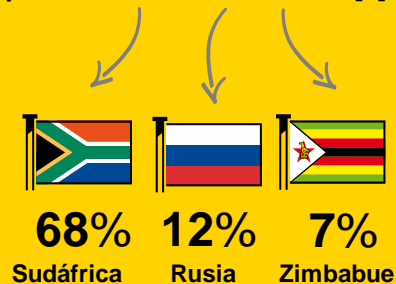
- Sector automotriz (catalizadores)
- Sector industrial (procesos químicos)
- Joyería
- Inversión



En 2016 Colombia exportó platino a [5]:



Entre 2013 y 2017 los principales productores de platino en el mundo fueron [6]:



Análisis del Balance

Información de clasificación: Platino

- Mineral: Platino
- Código CIIU: 0722
- Nombre CIIU: Extracción de oro y otros metales preciosos
- Código CPC: 142402
- Nombre CPC: Minerales de platino y sus concentrados
- Unidad: Kilogramos
- Usos (global): Sector automotriz (catalizadores), sector industrial (procesos químicos), Joyería, Inversión
- Usos (local): Joyería

Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016

Capítulo: Platino

Cifras en Kilogramos

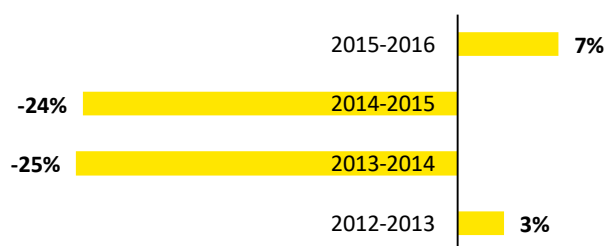
	2012	2013	2014	2015	2016
Oferta					
Producción	1.460	1.504	1.135	861	917
Importaciones	-	-	0,01	-	-
Total oferta	1.460	1.504	1.135	861	917
Utilización					
Consumo intermedio	-	-	-	-	-
Variación de existencias	0,00	-	-	0,00	-
Exportaciones	1.460	1.504	1.135	861	917
Total utilización	1.460	1.504	1.135	861	917

DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

Producción

La producción de platino en Colombia presentó un comportamiento marcado por pequeños crecimientos (3% en promedio) en los periodos 2012 – 2013 y 7% en el periodo 2015 -2016; y unas fuertes caídas (24% en promedio) en los periodos 2013 – 2014 y 2014 – 2015.

Tasa de crecimiento de la producción de platino para el periodo 2012 - 2016



La Violencia en el Chocó

Según la Agencia Nacional de Minería en el Chocó se produce alrededor del 97% de platino en Colombia, siendo los municipios de Condoto, Istmina, Tadó, Unión Panamericana y Quibdó las principales fuentes de explotación del mineral. [1] Éstos municipios, principalmente, se encuentran ubicados en la zona conocida como alto, medio y bajo San Juan. [7]

Un informe de la Fundación Ideas Para la Paz (FiP) remarca que entre 2012 y 2014 las tasas de homicidios en Quibdó llegaron a su punto mas alto en 24 años, mientras que en la región de San Juan creció un 20% para el periodo en mención. [8]

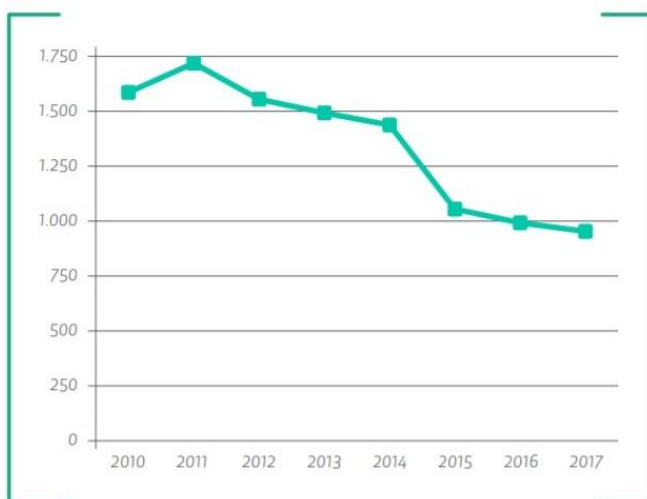
Según la FiP ésta situación se explica en buena medida por un auge en la informal explotación de oro la cual ha llevado a que grupos ilegales se interesen por tomar el control de esta actividad. [8] Ésta situación puede ocasionar que personas que explotaban el platino en la región se trasladaran a explotar oro por presión de grupos armados o por percibir mayores beneficios económicos. De igual manera, ésta situación pudo ocasionar que ante la complicada situación de seguridad en la región algunas personas se abstuvieran de seguir explotando el platino ocasionando así el descenso en la producción del mineral.

El Precio del Mineral

Otra de las situaciones que pueden explicar el descenso en la producción del mineral es la caída que ha venido experimentando el precio del platino entre 2013 y 2017, en donde su precio bajó de US\$1.484 por onza a US\$905 por onza en diciembre de 2017. [9]

Ésta situación podría explicarse por la recuperación de la economía Estadounidense que generó confianza en los inversionistas haciendo que volvieran a apostar por las inversiones en dólares. De igual manera, el precio del oro, sustituto del platino, desde 2015 comenzó a tener repuntes después de cuatro años de ir a la baja.

GRÁFICA 24. PRECIOS PLATINO / US\$ / OZ TROY

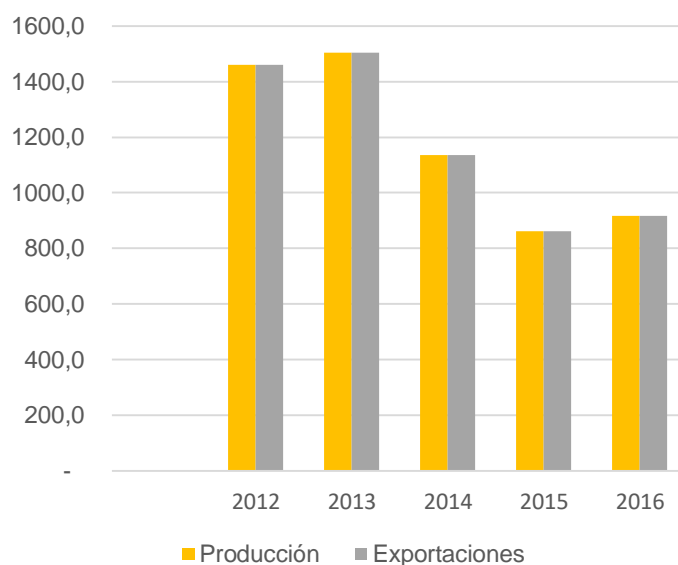


Fuente: Ministerio de Minas y Energía [9]

Exportaciones

Para el periodo 2012 – 2016 se observa que el único componente de la utilización de platino son las exportaciones. Éstas presentan un comportamiento similar al de la producción, aumentos en los periodos 2012 – 2013 y 2015 – 2016; y disminuciones para el periodo 2013 – 2015, por lo cual se podría suponer que esto se explica por los mismos factores de la producción.

Producción Vs Exportaciones
Platino 2012-2016



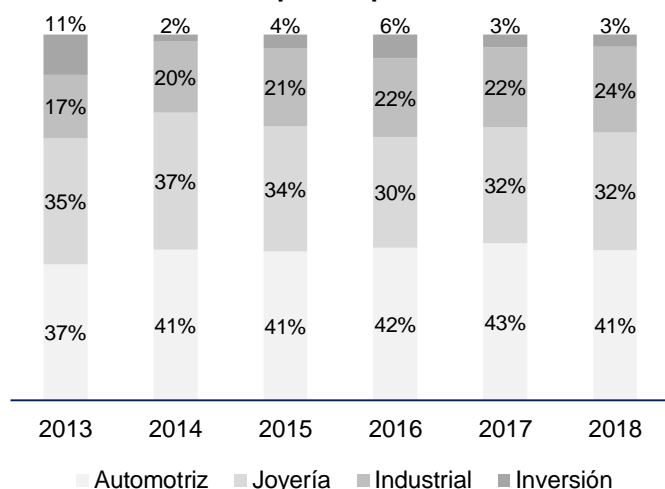
El mineral desde sus principales usos

El platino tiene cuatro usos principales [5]:

- En la industria automotriz para la elaboración de catalizadores
- Elaboración de joyería
- En la Industria en general para procesos químicos, petróleo, eléctricos, entre otros
- Como inversión

Según el Concejo Mundial de Inversión en Platino, para el periodo 2013 – 2017 la demanda promedio del mineral en el mundo fue de 8,2 millones de toneladas. La industria automotriz consumió en promedio el 41% del mineral, el 33% fue demandado en joyería, un 21% en usos industriales y un 5% en inversión. [5]

Usos del Platino para el periodo 2013 - 2017



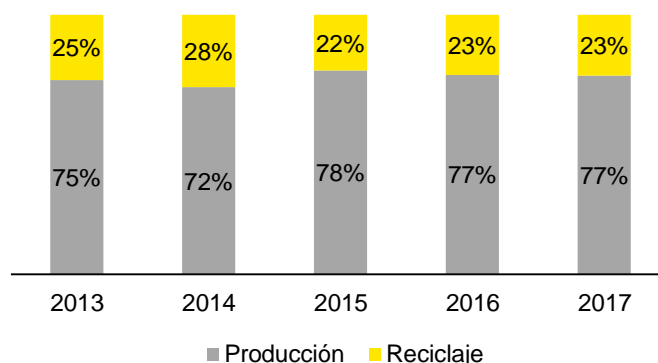
Fuente: Concejo Mundial de Inversión en Platino

Un 96% del platino consumido por la industria automotriz fue usado para la elaboración de catalizadores. En la industria en general 34% del platino es consumido para procesos químicos, 14% es usado en temas médicos y biomédicos, 11% en eléctricos y 11% en la elaboración de cristalería. Respecto a la inversión, un 61% del platino se usa para barras y monedas. [5]

Cerca del 70% de la oferta de platino en el mundo es producida en Sudáfrica, esto hace que la oferta sea muy volátil ante cualquier circunstancia que pueda suceder en la país. Por ejemplo, en 2014 hubo una huelga de cinco meses en la que los trabajadores de las minas exigían mejoras salariales; este contratiempo ocasionó que para ese año la oferta de platino a nivel mundial descendiera en un 20%. [11]

Para el periodo 2013 – 2017 en promedio un 76% de la oferta de platino provino de producción en mina, mientras que el 24% restante fue reciclado. [5]

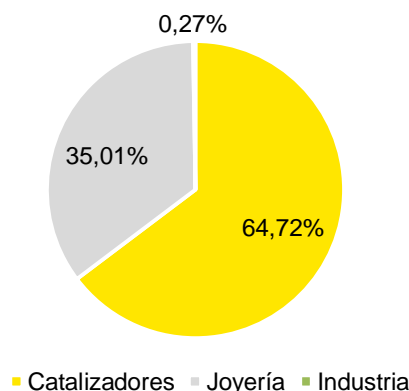
Origen de la oferta de platino a nivel mundial, periodo 2013 - 2017



Fuente: Concejo Mundial de Inversión en Platino

En cuanto al reciclaje del platino, cerca del 65% proviene de los catalizadores de automóviles, un 35% de la joyería y un 0,27% de la industria. [5]

Procedencia del reciclaje de platino a nivel mundial



Fuente: Concejo Mundial de Inversión en Platino

Otros usos del platino

A continuación se presentan algunos datos sobre utilidades alternativas que puede tener el platino en diferentes industrias [12]:

- En el sector automotriz el platino es considerado un elemento clave para la reducción de emisiones de CO₂.
- Los catalizadores que cumplen con la normatividad Euro 6 usan mayor cantidad de platino por automóvil con el fin de cumplir con los niveles de emisiones permitidos.
- Las catalíticas y conductoras del platino en las celdas de combustible convierten el hidrogeno y el aire en agua produciendo electricidad que permita operar a automóviles cero emisiones.
- El platino es biocompatible y se instala en el cuerpo humano como conector de marcapasos.
- Aumenta la capacidad de almacenamiento de los discos duros de portátiles y servidores que soportan almacenamiento en la nube.

Según el Balance de Oferta y Utilización presentado por el DANE, no hay un consumo intermedio del Platino en Colombia. Sin embargo, a continuación se presenta información del estado de algunas industrias colombianas asociadas al uso del Platino.

Industria Automotriz

La industria automotriz en Colombia está compuesta por actividades de ensamblaje (vehículos livianos, camiones, buses y motocicletas) y la fabricación de autopartes [13],[14].

En relación con las actividades de ensamblaje [13]:

- Colombia es el cuarto mayor productor de vehículos en Latinoamérica, con más de 450 mil unidades ensambladas en los últimos 5 años.

- Durante 2017, Colombia produjo más de 110.000 unidades y las ventas registradas superaron 235.000 unidades. Se espera que, en los próximos cinco años, las ventas de vehículos tengan una tasa crecimiento promedio de 7,7%.
- El crecimiento de las ventas de vehículos se ve impulsada por un amplio acceso al mercado financiero, crecimiento de la clase media y aumento del ingreso disponible.
- El segmento de vehículos de carga presenta uno de los mejores prospectos de crecimiento en los años siguientes. Existe además, una oportunidad en el mercado de transporte de pasajeros por la renovación de los buses de los sistemas de transporte masivo en las principales ciudades.
- Oportunidad creciente por el bajo índice de motorización: 121 vehículos por cada 1.000 habitantes, por debajo de países como Argentina (330 vehículos) que tiene una población similar a la de Colombia, y Chile (274 vehículos) que tiene 18 millones de habitantes.
- El 94% de las motos que se venden en Colombia son producidas localmente. Se estima un crecimiento de 9,7% en la producción de motos entre 2018 y 2022.
- El gobierno nacional ofrece incentivos para la industria como PROFIA.
- Compañías como General Motors, Renault, Foton, Hino y Hero han realizado inversiones en Colombia.

En relación a la producción de autopartes, en Colombia se producen distintos tipos, entre los que se encuentran: sistemas de suspensión, sistemas de dirección, sistemas de escape, sistemas de transmisión, sistemas de refrigeración, material de fricción, partes eléctricas como baterías y cableados, productos químicos, rines, llantas, filtros para aire, lubricantes y combustibles, tapicerías en tela y cuero, vidrios templados, laminados y para blindaje, bastidores de chasis, aires acondicionados, partes de caucho y metal y accesorios, entre otros [14].

Colombia tiene ventajas competitivas en el sector de autopartes tales como una oferta exportable altamente calificada integrada por compañías nacionales y extranjeras, certificadas con los más altos estándares de calidad bajo la norma TS16949. Además de esto, hay disponibilidad de capital humano calificado, con costos competitivos y especialización en diferentes segmentos como chasis y sistemas eléctricos [13].

El origen de las inversiones en esta industria es muy variada pues se tiene de Estados Unidos, Japón, Francia, México, Brasil, Venezuela, lo que además incluye asistencia técnica de productores mundiales de partes eléctricas, llantas, vidrio, partes de transmisión [14].

Joyería

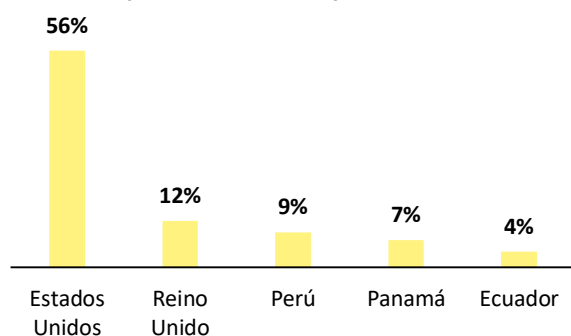
El mercado de la joyería de Colombia es principalmente reconocido y valorado por sus esmeraldas, sin embargo le ha sido difícil entrar a competir en ciertos mercados en donde prima más el precio o el peso que la calidad del producto [15]. Los principales mercados a los cuales exporta joyería Colombia son México, Perú, Estados Unidos y la Unión Europea, Brasil, Chile, Perú, Costa Rica y Corea del Sur. Colombia cuenta con preferencias arancelarias para la exportación de joyería y bisutería a los países anteriormente mencionados y se espera que próximamente entren a la lista Israel y Japón [16].

A 2017, las exportaciones de joyería y bisutería fueron predominantemente de piedras preciosas (86,2%), seguido por bisutería (12,5%) y joyería (1,2%) [16].

Para el mercado Colombiano, por costos es más rentable la operación de pequeñas y medianas empresas para la fabricación de joyas, tanto que se estima que la pequeña y mediana empresa compone un 98% del sector [16], [17]. Ésta situación hace más complejo el reunir datos y cifras agregadas del sector pues cada joyero maneja su producción y existencias en función de las capacidades que tiene desarrolladas y sus perspectivas del mercado [17].

En la actualidad en el país se está dando más valor a los productos de joyería artesanal pues se aprecia la autenticidad y la singularidad de este tipo de piezas sobre los procesos tradicionales de elaboración de la joyería [17].

Exportaciones de Joyería en 2017



En la sección de anexos se encuentra el Balance de Platino referente a oferta y utilización en valores; referenciado como Anexo H

Bibliografía

- [01] Agencia Nacional de Minería - ANM, «Ficha Platino». 2017.
- [02] Agencia Nacional de Minería - ANM, «Platino». 2015.
- [03] «Infografías». [En línea]. Disponible en: <http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Paginas/Publicaciones-Infograf%C3%ADas.aspx>. [Accedido: 12-nov-2018].
- [04] «ANM Producción Nacional de Minerales y Contraprestaciones Económicas Trimestral | Datos Abiertos Colombia». [En línea]. Disponible en: <https://www.datos.gov.co/Minas-y-Energ-a/ANM-Produccion-Nacional-de-Minerales-y-Contraprest/r85m-vv6c>. [Accedido: 07-nov-2018].
- [05] «Resumen Minerales», *Tableau Software*. [En línea]. Disponible en: https://public.tableau.com/views/ResumenMinerales/Resumen?:embed=y&:display_count=yes&:showVizHome=no. [Accedido: 12-nov-2018].
- [06] «World Platinum Investment Council - Supply & Demand - Historical Data». [En línea]. Disponible en: <https://www.platinuminvestment.com/supply-and-demand/historic-data>. [Accedido: 14-nov-2018].
- [07] Observatorio del Programa Presidencial de Derechos Humanos y DIH, «Panorama Actual del Chocó». 2010.
- [08] Fundación Ideas Para la Paz, «Oro, crimen organizado y guerrillas en Quibdó». jul-2015.
- [09] «Atención al Ciudadano - Ministerio de Minas y Energía». [En línea]. Disponible en: https://www.minminas.gov.co/documents/10192/24023113/190718_mem_congreso_2017_2018_anexo_3_minas.pdf/ec5792a1-12c2-429e-8791-30fe784af9f4. [Accedido: 29-oct-2018].
- [10] «Colombia exportó el año pasado más oro del que produjo | Economía | Portafolio». [En línea]. Disponible en: <https://www.portafolio.co/economia/colombia-exporto-el-ano-pasado-mas-oro-del-que-produjo-514385>. [Accedido: 07-nov-2018].
- [11] «Termina huelga de mineros de platino en Sudáfrica», *BBC News Mundo*. [En línea]. Disponible en: https://www.bbc.com/mundo/ultimas_noticias/2014/06/140625_ultnot_sudafrica_mineros_men. [Accedido: 08-nov-2018].
- [12] «World Platinum Investment Council - Supply & Demand - Demand Drivers». [En línea]. Disponible en: <https://www.platinuminvestment.com/supply-and-demand/demand-drivers>. [Accedido: 14-nov-2018].
- [13] PROCOLOMBIA, «Inversión en el sector Automotriz en Colombia ». [En línea]. Disponible en: <https://www.inviertaencolombia.com.co/sectores/manufacturas/automotriz.html>
- [14] Asociación Nacional de Empresarios de Colombia, Cámara de la Industria Automotriz, «Información general». [En línea]. Disponible en: <http://www.andi.com.co/Home/Camara/4-automotriz>
- [15] Dinero, «La joyería de Colombia: una oportunidad en desarrollo», *La joyería de Colombia una oportunidad en desarrollo*. [En línea]. Disponible en: <http://www.dinero.com/economia/articulo/la-joyeria-colombia-oportunidad-desarrollo/214105>. [Accedido: 26-oct-2018].

Bibliografía

- [16] Ministerio de Comercio, Industria y Turismo; PROCOLOMBIA, «Manual de Joyería y Bisutería 2018». 27-feb-2018.
- [17] C. E. E. Tiempo, «El furor de las joyas colombianas», *El Tiempo*, 29-jun-2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.eltiempo.com/carrusel/panorama-de-la-industria-de-la-joyeria-en-colombia-2017-103910>. [Accedido: 26-oct-2018]

Plata

Ficha del mineral

Departamentos productores de plata a 2017 [1]



- Antioquia (62%)
- Caldas (21,9%)
- Chocó (7,1%)
- Bolívar (5,4%)
- Cauca (0,8%)

El mineral en Colombia [2]

- En Colombia, la plata es un producto asociado a la explotación de oro. [3]
- Antioquia es el principal productor de plata en Colombia, destacando los municipios de Buriticá, Remedios, Segovia, Zaragoza, Cauca y el Bagre [2]

Ventajas



- A 2017 la ANM valora las reservas Colombianas de Plata en 24.353 millones de pesos. [4]

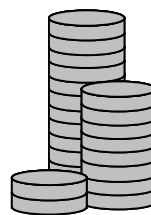
Retos:



- Los altos precios del oro frente a la plata hace que no haya un gran interés por la venta de plata. Se prefiere cobrar el oro y regalar la plata. [2]
- El proceso de separación del oro y la plata es complejo y esto también dificulta que el proceso se realice en Colombia. Generalmente se exportan lingotes que llevan el oro y la plata mezclados para que el proceso de separación se realice en otros países. [2]
- Generar incentivos sobre el valor agregado de la plata con el fin que la plata sea un metal más atractivo y no sea opacado por el oro. [2]

Regalías [5]

\$250	\$352	\$372
millones	millones	millones
en	en	en
regalías para 2015	regalías para 2016	regalías para 2017



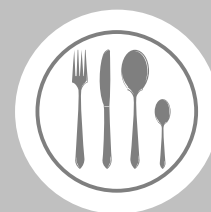
Sustitutos



Así como la plata es mezclada con el oro y el platino en la realización de joyas, éstos dos minerales en determinado momento pueden ser sustitutos de la plata en ésta industria. De igual manera, el oro también es usado para la elaboración de monedas y lingotes.

Principales usos:

- Joyería
- Monedas y Lingotes
- Cubiertos
- Industria (eléctrica y electrónica; soldadura, fotografía)



En 2017 Colombia importó plata de [6]:



69%
Estados Unidos



13%
Chile



5%
México

En 2017 Colombia exportó plata a [6]:



54%
Estados Unidos



22%
Chile



13%
Italia



Análisis del Balance

Información de clasificación: Plata

- Mineral: Plata
- Código CIIU: 0722
- Nombre CIIU: Extracción de oro y otros metales preciosos
- Código CPC: 142401
- Nombre CPC: Minerales de plata y sus concentrados
- Unidad: Kilogramos
- Usos (global): Joyería, Monedas y Lingotes, Cubiertos, Industria eléctrica, electrónica, soldadura y fotográfica
- Usos (local): Joyería

Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016

Capítulo: Plata

Cifras en Kilogramos

	2012	2013	2014	2015	2016
Oferta					
Producción	19.451	14.046	11.692	10.355	11.378
Importaciones	298	425	215	221	214
Total oferta	19.749	14.472	11.907	10.577	11.592
Utilización					
Consumo intermedio	298	425	215	221	214
Variación de existencias	-	-	-	-	-
Exportaciones	19.451	14.046	11.692	10.355	11.378
Total utilización	19.749	14.472	11.907	10.577	11.592

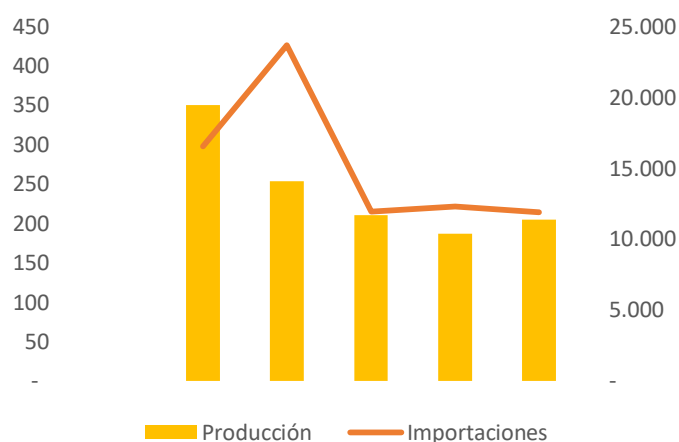
DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

Oferta

La producción es el principal componente de la oferta de plata en el país con un promedio del 98% para el periodo 2012 – 2016.

Si bien el comportamiento de la producción de plata muestra una tendencia a la baja, con una leve recuperación en el 2016, las importaciones lejos de suplir esta caída también muestran en el periodo 2013-2016 una dinámica similar

Producción vs Importaciones de Plata Periodo 2012-2016



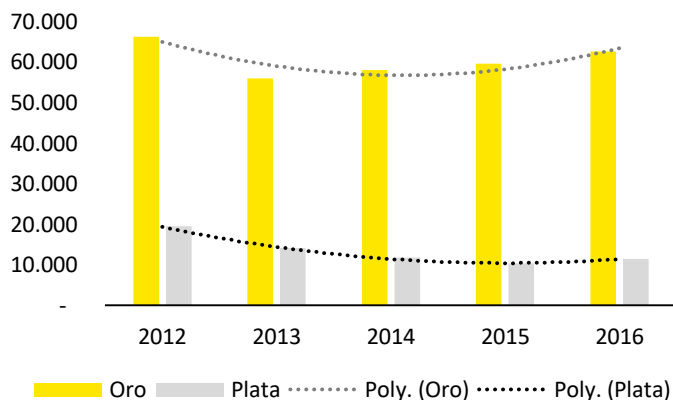
Producción

Para el periodo 2012 – 2013 la producción de plata entró en una senda decreciente que significó disminuir los niveles de producción en promedio un 12% por año. La caída más fuerte se presenta entre 2012 y 2013 (28%), mientras que entre 2015 y 2016 se tiene el único crecimiento del periodo (10%). Ésta situación podría explicarse desde dos perspectivas:

- La producción en de plata en Colombia está asociada a la explotación de oro, por ende los niveles de producción de oro deben explicar en buena medida el comportamiento de la plata. [3] En la gráfica a continuación podemos observar que tanto la producción plata como el oro presentaron fuertes caídas en 2013. Sin embargo, el oro desde 2014 comenzó una senda lenta de recuperación mientras que la plata ha tenido un rezago que le ha llevado a seguir disminuyendo su producción en 2014 y 2015, logrando volver a crecer en 2016 (10%).

Recordemos que el comportamiento del oro se explica en buena medida por la recuperación de la economía mundial que hizo que el mercado volviera a confiar el dólar para sus inversiones y dejara de lado metales preciosos como el oro, la plata o el platino que sirvieron de refugio en los momentos de incertidumbre. [7]

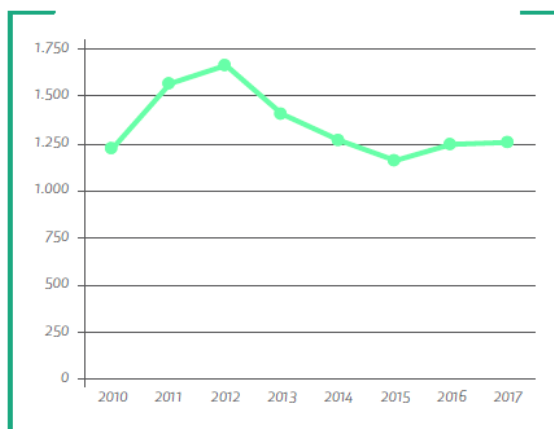
Producción de oro y plata para el periodo 2012 - 2016 (en kilogramos)



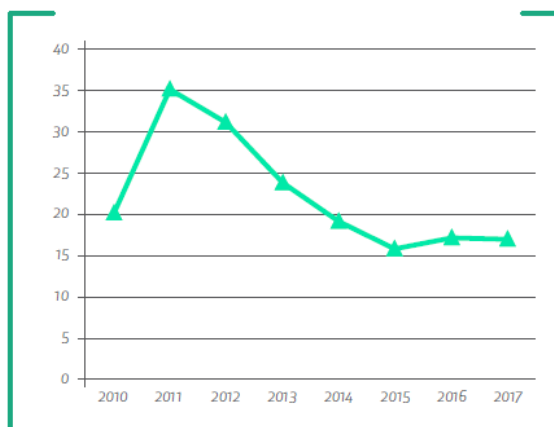
Precio

- Un segundo factor que puede explicar el comportamiento de la producción del mineral y que refuerza el punto anteriormente mencionado, es la dinámica del precio de la plata el cual tomó una senda decreciente muy fuerte desde 2011 y sólo volvió a tener síntomas de recuperación desde 2016. Ésta situación también puede explicar el por qué del rezago en la recuperación de la producción de la plata frente al oro. A pesar que el precio de los dos minerales presenta un comportamiento prácticamente igual durante el periodo 2012 – 2016, la diferencia en el valor por onza es muy notoria, razón por la cual siempre se tendrán más incentivos a reactivar con mayor prontitud la producción de oro que la de plata. [1]

GRÁFICA 22. PRECIOS ORO / US\$/OZ TROY



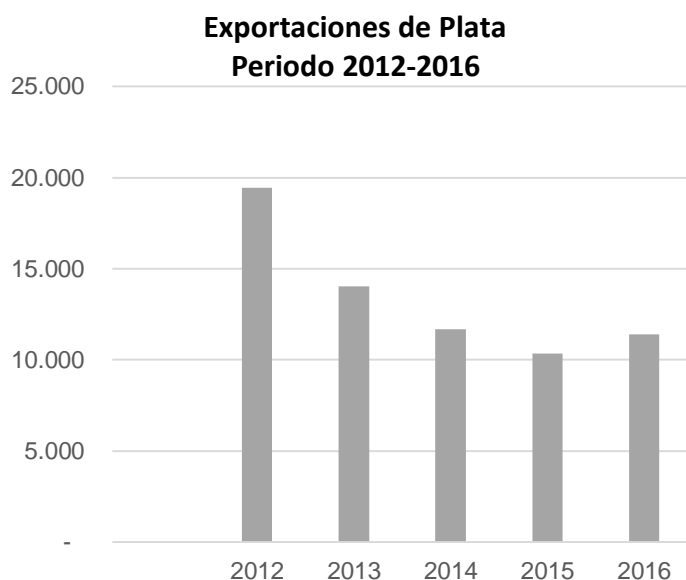
GRÁFICA 23. PRECIOS PLATA / US\$/OZ TROY



Fuente: Ministerio de Minas y Energía [7]

Exportaciones

El principal foco de utilización de la plata en Colombia son las exportaciones las cuales durante el periodo 2012 – 2016 representaron en promedio un 98% de la demanda del mineral. Podemos inferir que en buena medida el comportamiento de las exportaciones se puede explicar a través de las dinámicas de la producción de plata en Colombia expuestas en la sección anterior. Esto teniendo en cuenta que las exportaciones del mineral, como la producción, también presentaron caídas entre 2013 y 2015, solo volviendo a registrar crecimiento en el año 2016.



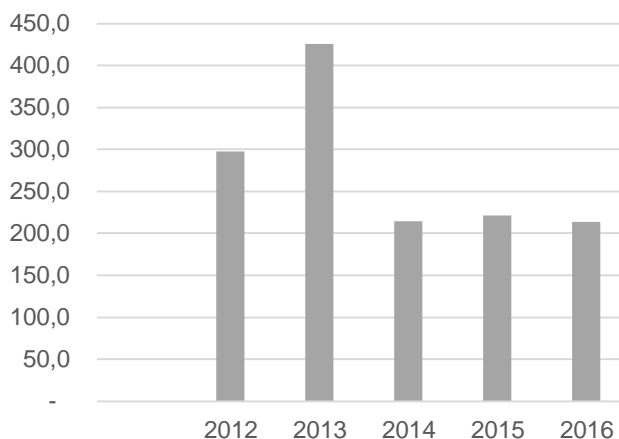
Consumo Intermedio

A pesar que las exportaciones dominan la utilización de la plata en Colombia, hay un remanente de un 2% que se queda en el país como materia prima para la elaboración de otros elementos como la joyería.

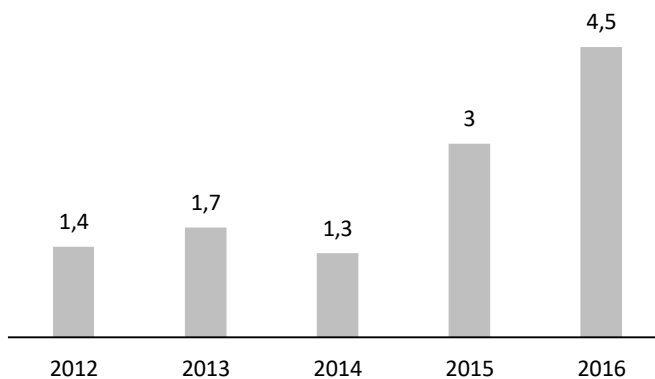
El consumo intermedio de plata presentó un fuerte aumento entre 2012 y 2013 (43%) y una caída aun mayor en el periodo 2013-2014, que se mantiene estable hasta el 2016.

Esta situación puede ser explicada por la dinámica de exportación de joyería en el país la cual entre 2013 y 2014 sufrió una caída del 24% y presentó crecimientos del 131% entre 2014 y 2015, y del 50% entre 2015 y 2016. Se podría intuir que hay un rezago en el efecto que genera la exportación de joyas en el consumo intermedio de plata, ya que las caídas fuertes se presentan con un año de diferencia y los niveles de crecimiento para 2015 y 2016 no son de un tamaño semejante. [8]

Consumo Intermedio de Plata Periodo 2012-2016



Exportación de Joyas Colombianas para el periodo 2012 - 2016 (en millones de dólares)

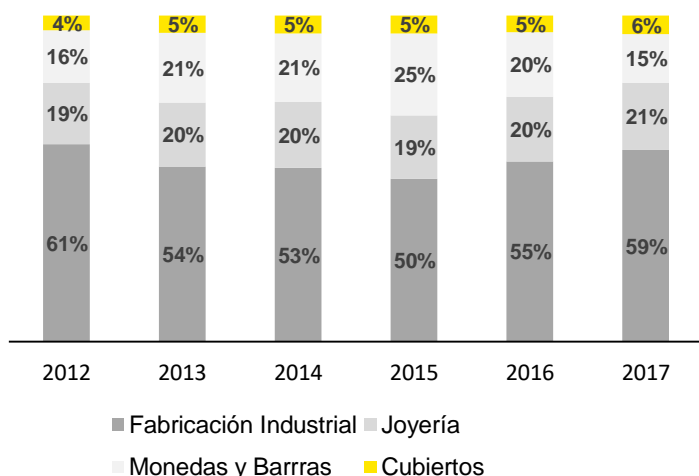


Fuente: Procolombia [8]

El mineral desde sus principales usos

Según el Instituto de la Plata, para el periodo 2012 – 2017 la demanda promedio del mineral en el mundo fue de 1.076 millones de onzas. En promedio el 55% del mineral fue consumido para procesos industriales, un 20% para joyería y otro 20% para monedas y barras. [9]

Usos de la plata para el periodo 2012 - 2017



Fuente: Instituto de la Plata

Un 55% de la plata consumida en fabricación industrial es usada en eléctricos y electrónicos, un 10% en soldadura, un 11% en fotovoltaicos y un 8% en fotografía. [9]

Para el periodo 2012 – 2017 en promedio un 83% de la oferta de plata provino de producción en minas, principalmente de México, Perú y Chile. Un 17%, provino de reciclaje o chatarra aportado en su mayoría por Europa y Estados Unidos. [10] [11]

Procedencia de la oferta de plata a nivel mundial para el periodo 2012 - 2017



Fuente: Instituto de la Plata

El aumento en el uso de energías alternativas ha generado un gran impacto para la plata, el cual es un elemento esencial en la producción de paneles solares. En el periodo 2015 – 2017 la demanda de plata para usos fotovoltaicos creció en promedio un 26% por año, impulsado por la instalación de paneles solares en China y Estados Unidos. [12]

En la industria de aparatos eléctricos y electrónicos la plata tiene diversos usos. Uno de los principales es los interruptores o botones de encendido y apagado de los aparatos, teniendo en cuenta las cualidades de la plata como buen conductor de electricidad. De igual manera, la plata es usada en circuitos impresos, pantallas plasma y en la elaboración de CD y DVD. [13]

En el campo de la fotografía la plata es usada en los rollos fotográficos. La aparición de la fotografía digital ha golpeado bastante la demanda en este mercado, sin embargo aún algunos proyectos fotográficos se realizan con rollos a base de plata. Por otra parte, los rollos son usados en la actualidad para las imágenes de rayos X y la reproducción de películas en cinemas. [14]

En medicina la plata ha tenido diversos usos, dentro de los que destaca: antibiótico, prevención de infecciones oculares, suturas de heridas, recubrimiento de instrumentos médicos para prevenir infecciones, entre otros. [15]

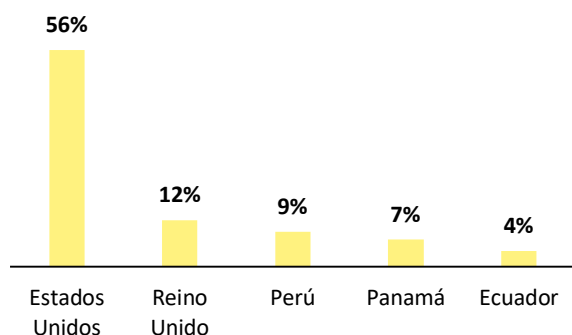
La plata también es usada en la elaboración de purificadores de agua debido a su capacidad antibacterial al ser combinado con el oxígeno. De igual manera, en la elaboración de algunos licores como tequila o vodka se usan iones de plata para realizar procesos de purificación del agua con la cual se fabrica la bebida. [16] [17]

Joyería

El mercado de la joyería de Colombia es principalmente reconocido y valorado por sus esmeraldas, sin embargo le ha sido difícil entrar a competir en ciertos mercados en donde prima más el precio o el peso que la calidad del producto [18]. Los principales mercados a los cuales exporta joyería Colombia son México, Perú, Estados Unidos y la Unión Europea, Brasil, Chile, Perú, Costa Rica y Corea del Sur. Colombia cuenta con preferencias arancelarias para la exportación de joyería y bisutería a los países anteriormente mencionados y se espera que próximamente entren a la lista Israel y Japón [19].

A 2017, las exportaciones de joyería y bisutería fueron predominantemente de piedras preciosas (86,2%), seguido por bisutería (12,5%) y joyería (1,2%) [19].

Exportaciones de Joyería en 2017



Para el mercado Colombiano, por costos es más rentable la operación de pequeñas y medianas empresas para la fabricación de joyas, tanto que se estima que la pequeña y mediana empresa compone un 98% del sector [19], [20]. Ésta situación hace más complejo el reunir datos y cifras agregadas del sector pues cada joyero maneja su producción y existencias en función de las capacidades que tiene desarrolladas y sus perspectivas del mercado [20].

En la actualidad en el país se está dando más valor a los productos de joyería artesanal pues se aprecia la autenticidad y la singularidad de este tipo de piezas sobre los procesos tradicionales de elaboración de la joyería [20].

De acuerdo al “Estudio de Caracterización del Sector Esmeraldífero así como de la Cadena Productiva Colombiana de la Esmeralda y la Joyería” de FEDESMERALDAS, los actores analizados para el eslabón de la joyería, manifestaron en un 75% que su actividad es artesanal. Adicional, los principales minerales utilizados por estos son el oro, la plata y las esmeraldas [21].

Algunos de los aspectos identificados para algunas de las ciudades a través de un total de 58 entrevistas a los actores claves para el sector joyero son[21]:.

- **Cali:** Trabajan con materiales como el oro, la plata la esmeralda, el bronce y la variedad de metales para joyería, y venden sus productos a clientes nacionales (haciendo una mención de la ciudad de Bogotá) y extranjeros. Dentro de los clientes nacionales se hace referencia a comerciantes, gente del común y dentro de los extranjeros a japoneses y estadounidenses.
- **Cartagena:** Los entrevistados manifiestan el uso de los siguientes materiales: esmeralda en bruto, esmeralda tallada, oro y platería, teniendo como posibles clientes a extranjeros americanos, chilenos, argentinos, brasileños y mexicanos. Se hace mención al gran poder de venta que hay, gracias a la llegada de cruceros y turistas en general. Solo uno de los respondientes asegura exportar su producto, por lo demás, dos de los entrevistados hacen mención de los souvenirs y las compras de los turistas.
- **Medellín:** En cuanto a las materias primas, los entrevistados hacen mención de la esmeralda tallada y en bruto de alta y baja calidad, oro y plata de alta calidad. En relación a los clientes, se cuenta con clientes nacionales y extranjeros, que son quienes, en primera instancia, presentan la preferencia por el producto, el precio de los mismos y la variedad. Es de tener en cuenta la alta presencia de extranjeros en la ciudad de Medellín ya que esta se ha venido configurando como una de las ciudades turísticas de Colombia.

■ En la sección de anexos se encuentra el Balance de Plata referente a oferta y utilización en valores; referenciado como Anexo I

Bibliografía

- [1] «Atención al Ciudadano - Ministerio de Minas y Energía». [En línea]. Disponible en: https://www.minminas.gov.co/documents/10192/24023113/190718_mem_congreso_2017_2018_anexo_3_minas.pdf/ec5792a1-12c2-429e-8791-30fe784af9f4. [Accedido: 29-oct-2018].
- [2] «La UN en los medios - UNIMEDIOS: Universidad Nacional de Colombia». [En línea]. Disponible en: [http://agenciadenoticias.unal.edu.co/enlosmedios.html&tx_ttnews\[tt_news\]=](http://agenciadenoticias.unal.edu.co/enlosmedios.html&tx_ttnews[tt_news]=). [Accedido: 12-nov-2018].
- [3] Agencia Nacional de Minería - ANM, «Oro y Plata». 2015.
- [4] BMI Research, «Colombia Mining Report». jun-2018.
- [5] «ANM Producción Nacional de Minerales y Contraprestaciones Económicas Trimestral | Datos Abiertos Colombia». [En línea]. Disponible en: <https://www.datos.gov.co/Minas-y-Energ-a/ANM-Producci-n-Nacional-de-Minerales-y-Contraprest/r85m-vv6c>. [Accedido: 07-nov-2018].
- [6] «Resumen Minerales», *Tableau Software*. [En línea]. Disponible en: https://public.tableau.com/views/ResumenMinerales/Resumen?:embed=y&:display_count=yes&:showVizHome=no. [Accedido: 12-nov-2018].
- [7] E. G. N. B. Mundo, «¿Por qué el precio del oro está en caída libre?», *BBC News Mundo*. [En línea]. Disponible en: https://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/11/141107_economia_caidaPrecioOro_mercados_egn. [Accedido: 25-oct-2018].
- [8] Ministerio de Comercio, Industria y Turismo; PROCOLOMBIA, «Manual de Joyería y Bisutería 2018». 27-feb-2018.
- [9] «SILVER SUPPLY & DEMAND», *The Silver Institute*
- [10] «Mine Production», *The Silver Institute*. .
- [11] «Scrap Supply», *The Silver Institute*. .
- [12] «Silver and Solar Technology», *The Silver Institute*. .
- [13] «Silver In Electronics», *The Silver Institute*. .
- [14] «Silver in Photography», *The Silver Institute*.
- [15] «Silver in Medicine», *The Silver Institute*. .
- [16] «Silver in Water Purification», *The Silver Institute*. .
- [17] «Silver Application of the Month», *The Silver Institute*. .

Bibliografía

- [18] Dinero, «La joyería de Colombia: una oportunidad en desarrollo», *La joyería de Colombia una oportunidad en desarrollo*. [En línea]. Disponible en: <http://www.dinero.com/economia/articulo/la-joyeria-colombia-oportunidad-desarrollo/214105>. [Accedido: 26-oct-2018].
- [19] Ministerio de Comercio, Industria y Turismo; PROCOLOMBIA, «Manual de Joyería y Bisutería 2018». 27-feb-2018.
- [20] C. E. E. Tiempo, «El furor de las joyas colombianas», *El Tiempo*, 29-jun-2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.eltiempo.com/carrusel/panorama-de-la-industria-de-la-joyeria-en-colombia-2017-103910>. [Accedido: 26-oct-2018].
- [21] FEDESMERALDAS, «ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR ESMERALDERO ASÍ COMO DE LA CADENA PRODUCTIVA COLOMBIANA DE LA ESMERALDA Y LA JOYERÍA», Fase II y III, ago. 2015

Cobre

Ficha del mineral

Potencial geológico

No se evidencia información oficial sobre la potencial cantidad de cobre que hay en Colombia.

1,1 billones lb

De cobre equivalente se estiman en el Proyecto San Matías de Córdoba [1].



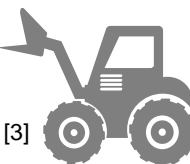
El Proyecto San Matías es un proyecto de exploración en etapa inicial. Se encuentra ubicado en el Departamento de Córdoba, en el Municipio de Puerto Libertador a 200 Km al norte de Medellín [2].

Explotación

La producción de concentrados de cobre en Colombia proviene de una sola operación, la mina subterránea de El Roble [3].

9.355

Toneladas
producidas en 2017 [3]



La mina El Roble también produce concentrados de oro y plata [3].

El proyecto El Roble ha generado [2]:

400

Empleos directos



1.200

Empleos por
encadenamiento



La mina El Roble se encuentra ubicada en el municipio de Carmen de Atrato, en el Departamento de Chocó [2].

Sustitutos [6]



- ✓ El aluminio sustituye al cobre en el cable de alimentación, equipos eléctricos, radiadores de automóviles y tubos de refrigeración.
- ✓ El titanio y el acero se utilizan en intercambiadores de calor
- ✓ La fibra óptica sustituye al cobre en las aplicaciones de telecomunicaciones.
- ✓ Los plásticos sustituyen al cobre en las tuberías de agua, tuberías de drenaje y accesorios de plomería.



Valoración de Reservas [7]

De acuerdo a la Agencia Nacional de Minería a 2017 las reservas de cobre en Colombia se encuentran valoradas en:

108.765

Millones de pesos

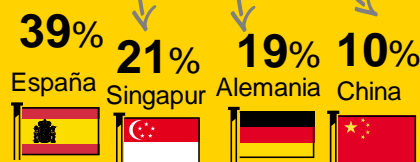


Principales usos [4]:

- Construcción
- Bienes de consumo
- Transmisión de energía eléctrica
- Industria & automóviles
- Transporte
- Electrónicos



Colombia exportó en 2017 minerales de cobre y sus concentrados principalmente a [5]:



Colombia importó en 2013 mineral de cobre y sus derivados principalmente de [5]:



El mineral desde las fuerzas motoras críticas

Posición estatal ante recursos mineros y ambientales

El Ministerio de Minas y Energía, estableció 11 minerales de interés estratégico para el país, teniendo en cuenta las tendencias del mercado internacional y las características geológicas del territorio colombiano [7].

Por medio de la Resolución 180102 del 30 de enero de 2012 se catalogó, entre otros, al cobre como mineral de interés estratégico para el país [7].

Existen Proyectos de Interés Regional y Estratégico (PIRE), gestionados por la Dirección de Minería Empresarial del Ministerio de Minas y Energía, que corresponde al fortalecimiento de proyectos de Mediana Minería con mayor importancia para el desarrollo de las regiones del país [8].

El Proyecto San Matías, de Córdoba Mineral Corp, y minería El Roble, son proyectos considerados como PIRE [8].



Aspectos ambientales

No se identifica un caso puntual de daño ambiental por la exploración y/o explotación de cobre en Colombia. Lo anterior, considerando que la extracción minera que se realiza en la mina el Roble es subterránea, por lo que los efectos ambientales, no tienen fuerte implicación en suelo, fauna y flora, sin embargo los procesos de permisos medio ambientales se ajustan a lo establecido en la normatividad ambiental que aplica para Colombia.

Sin embargo, uno de los riesgos que enfrenta la minería de cobre es el acceso al agua y la energía [9] y [10].

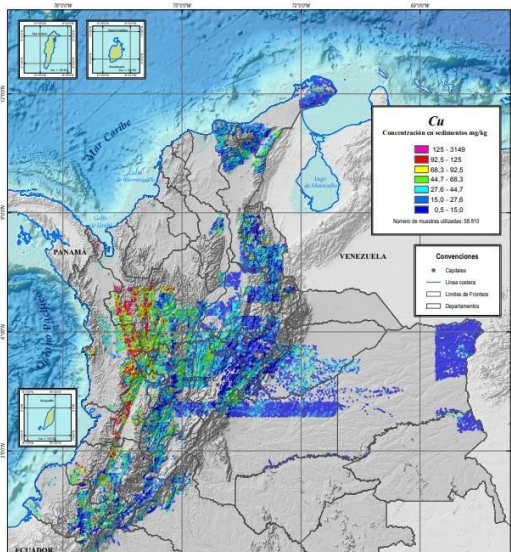
En este sentido, entre otros factores, se tiene [9]:

- El alto consumo de agua por parte de la minería de cobre genera una competencia por el recurso entre las comunidades y la minería.
- La escasez de agua dulce puede afectar los objetivos de producción y aumentar el capex / tonelada.

En Colombia, al encontrarse algunos de los proyectos en zonas sensibles por su presencia de fauna y flora, se requieren consideraciones especiales para la extracción del cobre.



Atlas geoquímico de Colombia
concentración de cobre tomado del
Servicio Geológico Colombiano [11]



Colombia es un país poco explorado para yacimientos de cobre; sin embargo, existen importantes manifestaciones del mineral en yacimientos pórfidos, tipo skarn y sulfuros masivos volcánicos – VSM [3].

Se ha establecido que Colombia posee ambientes geológicos favorables para la existencia de depósitos de cobre, principalmente en los departamentos de Córdoba, Chocó, Nariño, Antioquia y la región nororiental del país, en los departamentos de La Guajira y Cesar [3].

Se han identificado por lo menos 3 cinturones metalogénicos con potencial para cobre [3]:

1. Cinturón Occidental de edad Eoceno

- Pantanos – Pegadorcito (Frontino, Antioquia)
- Andágueda (Chocó)
- Murindó (Antioquia)
- Acandí (Chocó)
- Piedranca (Nariño)

2. Cinturón Oriental de edad Jurásica

- Andes (Tolima)
- El Infierno – Chili (Huila)
- California (Santander)
- Dolores (Tolima)
- Mocoa (Putumayo)

3. Cinturón Central de edad Mioceno

- El Tambo (Cauca)
- Dominical (Cauca)
- Piedrasentada (Cauca)
- El Piso (Cauca)

En relación a los recursos y reservas del único proyecto en explotación se tiene, que la Mina El Roble, registran 790.000 toneladas de recursos medidos con concentraciones de 4,94% de Cu Eq, 3,68 Cu, 2,61 g Au/t y 10,06 g Ag/t. A nivel de recursos indicados reporta 1'074.000 toneladas con concentraciones de 4,27% CuEq, 3,2% Cu, 2,02 g Au/t y 8 g Ag/t. Los recursos inferidos están cuantificados en 255.000 toneladas con concentraciones de 4,75% CuEq, 4,10% Cu, 1,34 g Au/t y 5,21 g Ag/t [12].



Grupos sociales

La empresa Geo – Cooper S.A., tiene parte del contrato de concesión No. HGR – 14171, para “la exploración y explotación de un yacimiento de Minerales De Cobre y sus Concentrados y demás Minerales Concesibles”, ubicado en jurisdicción del municipio de El Peñón [13].

Desde el año pasado la comunidad del Peñón ha realizado varias manifestaciones para expresar su rechazo a que se haga exploración y explotación de minerales, principalmente contra las actividades de la empresa Geo-Cooper S.A. Algunas de las acciones realizadas por la comunidad han sido iniciar las acciones para una consulta popular, intentos de impedir el acceso a empleados de la empresa anteriormente mencionada, entre otros [14],[15],[16],[17],[18]



Condiciones de mercado

En el 2017, Colombia ocupa el puesto 6to en Latinoamérica en producción de cobre, y el 42 a nivel mundial [19].

Los líderes en la producción de cobre, en 2017, son: Chile con un 27,9%, Perú con 12%, China 9,3% y Estados Unidos 6,4% [20].

La producción de cobre en Chile para el año 2017, fue de 5.558 miles de toneladas métricas [21], versus las 9.355 toneladas de Colombia para el mismo año [3].

Así mismo, se tiene que La rentabilidad de una explotación minera de cobre varía dependiendo del precio y el porcentaje de cobre (%Cu), en Chile la concentración o ley podría variar entre 0,5 y 2,0 %Cu [21].



Análisis del Balance

Información de clasificación: Cobre

- Mineral: Cobre
- Código CIIU: 0729
- Nombre CIIU: Extracción de otros minerales metalíferos no ferrosos n.c.p.
- Código CPC: 1421001
- Nombre CPC: Minerales de cobre y sus concentrados
- Unidad: Toneladas
- Usos (global): Construcción, cableado, tuberías gas y agua, sistemas térmicos, aparatos eléctricos, computadores, banda ancha, automóviles, trenes
- Usos (local): Colombia exporta el mineral concentrado ($\pm 24\%$ Cu) luego de procesos de molienda y flotación del mineral crudo (0,5-5%)

Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016

Capítulo: Cobre Cifras en Toneladas

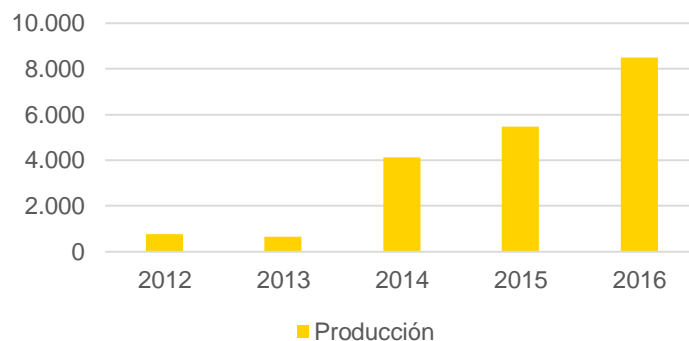
	2012	2013	2014	2015	2016
Oferta					
Producción	750	640	4.118	5.463	8.493
Importaciones	24	6	0,4	0	0
Total oferta	774	646	4.119	5.463	8.493
Utilización					
Consumo intermedio	24	6	0,4	0	0
Variación de existencias	0	0	0	0	0
Exportaciones	750	640	4.118	5.463	8.493
Total utilización	774	646	4.119	5.463	8.493

DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística [22].

Oferta

Como se puede observar en la tabla de Balance, para todos los años en estudio (2012 – 2016), el principal componente de la oferta se encuentra representado por la producción de cobre, en porcentajes superiores al 98% del total de la oferta, razón por la cual el análisis de la oferta se encuentra basado en la producción de dicho mineral.

Producción de Cobre 2012-2016



Cifras en toneladas

DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística [22].

El balance nacional para el mineral de cobre muestra una tendencia creciente en la producción desde 2014 hasta 2016. Este crecimiento ha sido de 33% entre el 2014 y 2015 y; del 55% entre 2015 y 2016. El aumento mas grande se dio entre 2013 y 2014, con un aumento del 543%, año en el cual la empresa Atico Mining Corp. hizo efectiva su opción de compra sobre la mina El Roble y se hizo cargo de su operación [23]. En 2017 con una producción de 9.355 toneladas [3], el crecimiento fue del 10% con relación al 2.016, lo que muestra el creciente interés en el desarrollo de la explotación de este mineral en el país.

Como se mencionó anteriormente, la producción de cobre en el país proviene de la mina El Roble [3], la cual cuenta con un total de reservas medidas e indicadas de 1,87 millones de toneladas con una ley de 3,46% de cobre y 2,27 g/t de oro [23].

Exploración

En Colombia se exploran depósitos con tenor promedio entre 0,7% y 3,46% de cobre [24]. El promedio mundial de leyes de mineral de cobre para minas de cobre es de aproximadamente el 0,62% del contenido de Cu y se espera que este número disminuya a medida que se agoten las minas con mayores leyes de mineral [25], lo que representa una oportunidad para la explotación de este mineral en Colombia.

En enero de 2017, la empresa Cordoba Minerals Corp anunció que en su Proyecto San Matías podría encontrarse el primer depósito de clase mundial de cobre en Colombia, con recursos inferidos de 53,5 millones de toneladas con 0,7% de cobre y 0,37 g/t de oro [24],[1].

Adicional, el Servicio Geológico Colombiano ha establecido que Colombia posee ambientes geológicos favorables para la existencia de depósitos de cobre, principalmente en los departamentos de Córdoba, Chocó, Nariño, Antioquia y la región nororiental del país, departamentos de La Guajira y Cesar [24]

De igual forma, se tiene que existen 491 títulos de cobre, de los cuales: 252 títulos corresponden a la etapa de exploración, 151 títulos en construcción y montaje y 88 títulos en explotación [24].

Principales proyectos de cobre en Colombia [23]

Empresa	Proyecto	Etapa
Atico Mining Corp	El Roble	Explotación
Cordoba Minerals Corp	San Matías	Exploración avanzada
Anglogold Ashanti	Quebradona	Exploración Avanzada
Rugby Mining Limited	Cobrasco	Exploración
Rugby Mining Limited	Comita	Exploración
Volador S.A.S	Mandé Norte	Exploración
Minera Cobre	Pantanos	Exploración
Minera Cobre	Murindo	Exploración
Minera Cobre	Urrao	Exploración

Utilización

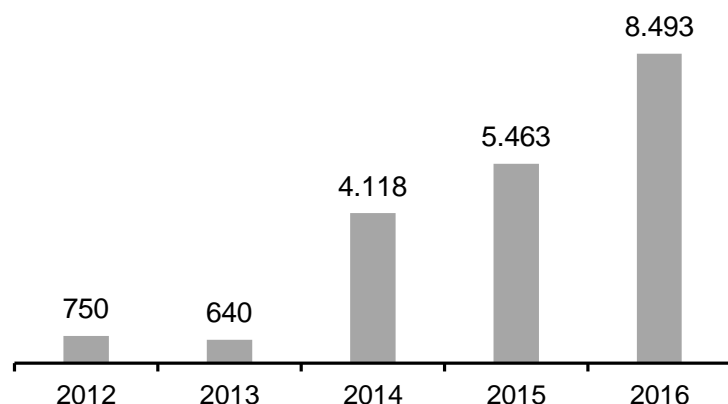
Con relación a la utilización, si se observa la tabla del balance es posible evidenciar:

- El valor de las importaciones, en los años en los cuales se presentaron estas, es igual al valor del consumo intermedio, lo cual significa que toda la producción de cobre que se ha realizado en Colombia en los últimos años ha sido principalmente con fines de exportación.
- Adicional, las exportaciones representan más del 98% del total de la utilización, razón por la cual el análisis de la utilización se centra en este rubro del balance.

Al observar el comportamiento de las exportaciones de cobre entre 2012 y 2016, se evidencia un crecimiento de más del 1000%, impulsado por el cambio en la producción de este mineral, pese a la caída en precio que tuvo este mineral durante el mismo periodo.

De igual forma, el valor de las exportaciones de 2017 con relación a las de 2015 fueron un poco más del doble, pasando de 25,8 millones de dólares en 2015 a 58,3 millones de dólares en 2017 [24],[5].

Exportaciones de Mineral de Cobre 2012 – 2016



Cifras en toneladas

DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística [22].

El mineral desde sus principales usos

El cobre es un elemento metálico, que pertenece al mismo grupo de la tabla periódica que la plata y el oro. Estos tres metales son resistentes a la corrosión y relativamente inertes.

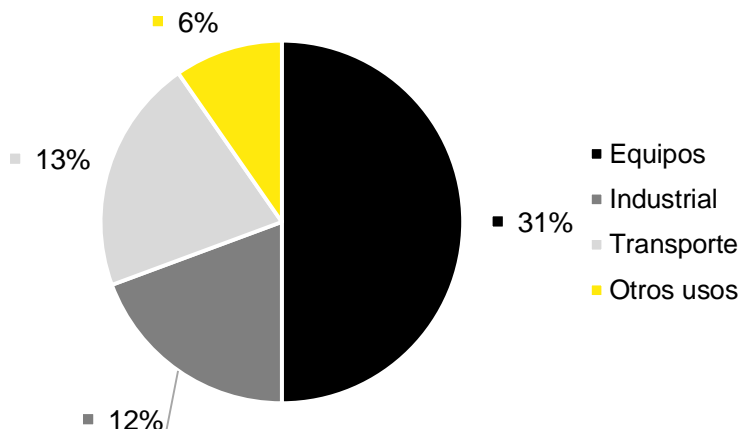
Las principales características de este mineral son:

- Excelente conductor de electricidad
- Excelente conductor de calor
- Muy maleable, dúctil, mecanizable y moldeable
- Resistente a la corrosión
- Antimicrobiano
- Permite aleaciones
- 100% reciclable
- Alto punto de fusión, 1.638 °C

El cobre hace contribuciones vitales para sostener y mejorar la sociedad. Las propiedades químicas, físicas y estéticas del cobre lo convierten en un material de elección en una amplia gama de aplicaciones domésticas, industriales y de alta tecnología [19]. Por ejemplo [26]:

- Su característica de alta conducción eléctrica ha impulsado la tecnología de hoy en día. La generación, transmisión y uso de la electricidad han transformado el mundo actual, esto ha sido posible gracias al cobre.
- El cobre es un excelente conductor del calor, por tanto, es el material idóneo para todo tipo de aplicaciones en las que se necesita una rápida transferencia de calor como en los intercambiadores de las unidades de aire acondicionado, en los radiadores de los vehículos o en los disipadores de los ordenadores y otros aparatos electrónicos.
- Facilidad de unión, el cobre se puede unir fácilmente mediante soldadura (fuerte y blanda), pernos o adhesivos. En la industria, esto resulta muy útil para sistemas de tuberías y embarrados, que son elementos esenciales en los sistemas de distribución eléctrica. Además, también es una característica importante para los artistas que realizan esculturas y estatuas, y para los joyeros y otros artesanos que trabajan con este metal.

Usos del Cobre [19]



Adicionalmente, en aleación con otros metales, como zinc (para formar latón), aluminio o estaño (para formar bronce) o níquel, por ejemplo, puede adquirir nuevas características para uso en aplicaciones altamente especializadas. De hecho, la infraestructura de la sociedad actual se basa, en parte, en el cobre [19].

Según Codelco Chile [27], la construcción es uno de los sectores que más demanda cobre, dado que está presente en el cableado de edificaciones, tuberías de agua y de gas, sistemas térmicos, techumbres, terminaciones, y como componente estructural. La empresa estatal asevera que una casa moderna requiere unos 200 kilos de cobre, pues las viviendas tienen más baños, aparatos eléctricos, mayor confort, y más computadores.

Como se mencionó anteriormente, de acuerdo a la información entregada por el DANE, toda la producción de Cobre en Colombia se destina a exportación.

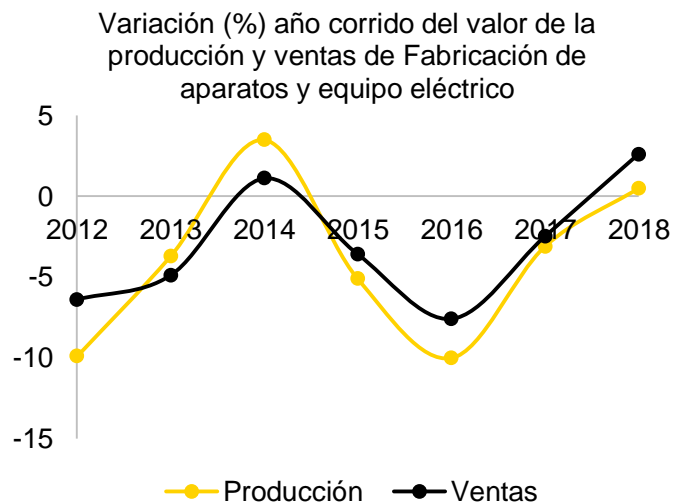
A continuación se presenta el comportamiento de los principales sectores que se encuentran relacionados con los productos finales del cobre.

Fabricación de aparatos y equipo eléctrico

El cobre juega un papel clave en el desarrollo de los sistemas eléctricos y electrónicos. El cobre ofrece la mayor conductividad de todos los metales comerciales y ha tenido un papel fundamental en el desarrollo de las aplicaciones eléctricas y electrónicas [26].

Desde el transporte de electricidad de alta tensión hasta los microcircuitos y desde los generadores eléctricos hasta los ordenadores, el cobre es un metal vital y eficiente desde el punto de vista energético en todos los aspectos relacionados con la generación, transporte y uso de electricidad [26].

De acuerdo a los resultados de la Encuesta Mensual Manufacturera, realizada por el Departamento Nacional de Estadística, el comportamiento de la fabricación de aparatos y equipo electrónico se presenta en la siguiente gráfica:



Fuente: Departamento Nacional de Estadística [27]

* Los valores de 2018, corresponden a la variación año corrido hasta el mes de octubre.

En Colombia, el sector de fabricación de aparatos y equipo eléctrico, representado en su producción y ventas, ha tenido variaciones negativas en los últimos años, con excepción de 2014 y 2018, como se evidencia en la anterior gráfica.



En la sección de anexos se encuentra el Balance de Cobre referente a oferta y utilización en valores; referenciado como Anexo J

Bibliografía

- [01] Cordoba Minerals Corp, «San Matias». [En línea]. Disponible en: <https://cordobaminerals.com/projects/san-matias>. [Accedido: 02-nov-2018].
- [02] Ministerio de Minas y Energía, «PIRE - Córdoba», 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.minminas.gov.co/en/pire-cordoba>. [Accedido: 02-nov-2018].
- [03] Agencia Nacional de Minería, «Cobre». 2018. Disponible en: http://mineriaencolombia.anm.gov.co/images/FICHA_COBRE_ESPA%C3%91OL_____pdf
- [04] Unidad de Planeación Minero Energética - UPME-, «Cobre». 2013. Disponible en: <http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Documents/COBRE.png>
- [05] Unidad de Planeación Minero Energética - UPME-, «Cobre - Unidad de Planeación Minero Energética UPME | Tableau Public», Tableau Software. [En línea]. Disponible en: https://public.tableau.com/views/Cobre_1/Historia1?%3Aembed=y&%3AshowVizHome=no&%3Adisplay_count=y&%3Adisplay_static_image=y&%3AbootstrapWhenNotified=true.
- [06] GOVERNMENT PUBLISHING OFFICE, MINERAL COMMODITIES SUMMARY 2018. S.I.: U S GOVT PRINTING OFFICE, 2018.
- [07] Unidad de Planeación Minero Energética - UPME-, «Plan Nacional de Desarrollo Minero con Horizonte a 2025. Minería responsable con el territorio», Unidad de Planeación Minero Energética, 2017.
- [08] Ministerio de Minas y Energía, «Minería - Ministerio de Minas y Energía». [En línea]. Disponible en: <https://www.minminas.gov.co/en/proyectos-de-interes-regional-estrategico-pire>.
- [09] Ernst & Young, «Top risks for the copper industry». 2018.
- [10] INTERNATIONAL COPPER STUDY GROUP, «THE WORLD COPPER FACTBOOK 2018». 08-oct-2018.
- [11] Servicio Geológico Colombiano, «ATLAS GEOQUÍMICO DE COLOMBIA CONCENTRACIÓN DE COBRE (Cu)», 2016.
- [12] Atico Mining Corporation, 2018. Disponible en: <http://aticominer.com/el-roble-mine/ni-43-101-mineral/>
- [13] Agencia Nacional de Minería, «EDICTO PARB No.27//2013». 2013. Disponible en: https://www.anm.gov.co/sites/default/files/atencion_minero/edictos-parb-anm-nos-27-32-pdf.pdf
- [14] RCN Radio, «Polémica en El Peñón, Santander, por concesión para explotar cobre | RCN Radio», 16-mar-2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.rcnradio.com/colombia/santanderes/polemica-en-el-penon-santander-por-concesion-para-explotacion-de-cobre>.
- [15] Redacción Vivir, «Consejo de Estado frenó la consulta minera en El Peñón, Santander», ELESPECTADOR.COM, 08-may-2018.
- [16] Resumen Latinoamericano, «Colombia. Consulta popular inmediata: La exigencia de las comunidades del Peñón – Santander», Resumen Latinoamericano.
- [17] Redacción digital BLUE Radio, «Manifestación por explotación minera en El Peñón, Santander», BLU Radio, 23-may-2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.bluradio.com/bucaramanga/denuncian-agresion-de-policias-manifestantes-contra-la-mineria-en-el-penon-179279-ie3509886>.

- [18] La FM, «En El Peñón, Santander, hay polémica por una concesión para explotación de cobre», 16-mar-2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.lafm.com.co/colombia/en-el-penon-santander-hay-polemica-por-una-concesion-para-explotacion-de-cobre>.
- [19] Agencia Nacional de Minería, «Colombia: Un país Privilegiado - Minería en Colombia», Colombia tierra de oportunidades mineras. [En línea]. Disponible en: <http://mineriaencolombia.anm.gov.co/index.php/es/colombia-un-pais-privilegiado>.
- [20] Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), «Anuario de la Minería de Chile 2017», Servicio Nacional de Geología y Minería, abr. 2018.
- [21] Grupo Antofagasta Mineral, «Etapas del proceso productivo de una mina», 2012. Disponible en: <http://www.sonami.cl/site/wp-content/uploads/2016/04/01.-Etapas-del-Proceso-Productivo-de-una-Mina.pdf>
- [22] Departamento Administrativo Nacional de Estadística, «Balances Oferta Utilización - Minerales estratégicos», oct. 2018.
- [23] Atico Mining Corporation, «CORPORATE PRESENTATION», oct-2018. Disponible en: http://aticominer.com/_resources/presentations/corporate-presentation.pdf?v=0.358
- [24] Agencia Nacional de Minería, «Cobre». 2018. Disponible en: http://mineriaencolombia.anm.gov.co/images/Presentaciones/FICHA-MINERAL---COBRE-2018_.pdf
- [25] G. Calvo, G. Mudd, A. Valero, y A. Valero, «Decreasing Ore Grades in Global Metallic Mining: A Theoretical Issue or a Global Reality?», Resources, vol. 5, n.º 4, p. 36, nov. 2016.
- [26] European Copper Institute, «Propiedades del cobre», European Copper Institute, 2018.
- [27] Departamento Administrativo Nacional de Estadística, «Encuesta Mensual Manufacturera». [En línea]. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/industria/encuesta-mensual-manufacturera>

Magnesio

Ficha del mineral

Valoración de Reservas [2]

De acuerdo a la Agencia Nacional de Minería a 2017 las reservas de magnesio en Colombia se encuentran valoradas en:

108.765
Millones de pesos



Explotación

La producción de minerales de magnesio en Colombia para el 2016, fue de [3]:

1.174
Toneladas
producidas en 2016 [2]



Principales usos [1]:

- Materiales refractarios
- Herramientas eléctricas portátiles, motosierras
- Equipos para manejo de materiales
- Fertilizantes

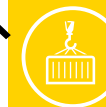


Colombia exportó en 2015 minerales de magnesio principalmente a [6]:

75%
Venezuela



23%
Ecuador



Colombia importó minerales de magnesio principalmente de [7]:

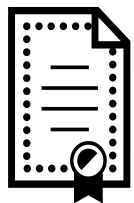
42%
Estados Unidos



35%
Brasil



Títulos de minerales de magnesio vigentes [4]:



- A 2018, en el RUCOM hay publicados 4 títulos mineros asociados a minerales de magnesio, incluyendo el silicato de magnesio. De la información del RUCOM, estos títulos se encuentran ubicados en los departamentos de Caldas y Antioquia.



Sustitutos [5]



- ✓ Alúmina, cromita y sílice sustituyen a la magnesia en algunas aplicaciones refractarias.

- ✓ El aluminio y el zinc pueden sustituir al magnesio en piezas de fundición y productos forjados. El peso relativamente ligero del magnesio es una ventaja sobre el aluminio y el zinc en piezas de fundición y productos forjados en la mayoría de las aplicaciones; sin embargo, su alto costo es una desventaja en relación con estos sustitutos.

- ✓ Para la desulfuración del hierro y el acero, se puede usar carburo de calcio en lugar de magnesio. El magnesio se prefiere al carburo de calcio para la desulfuración del hierro y el acero porque el carburo de calcio produce acetileno en presencia de agua.

El mineral desde las fuerzas motoras críticas

Posición estatal ante recursos mineros y ambientales

El Ministerio de Minas y Energía, estableció 11 minerales de interés estratégico para el país, teniendo en cuenta las tendencias del mercado internacional y las características geológicas del territorio colombiano [4].

Por medio de la Resolución 180102 del 30 de enero de 2012 se catalogó, entre otros, a los minerales de magnesio como mineral de interés estratégico para el país [4].



Gobernanza y Gobernabilidad

No se evidencia un caso de inestabilidad jurídica o descoordinación entre las instituciones particular para la exploración y/o explotación de los minerales de magnesio en Colombia.

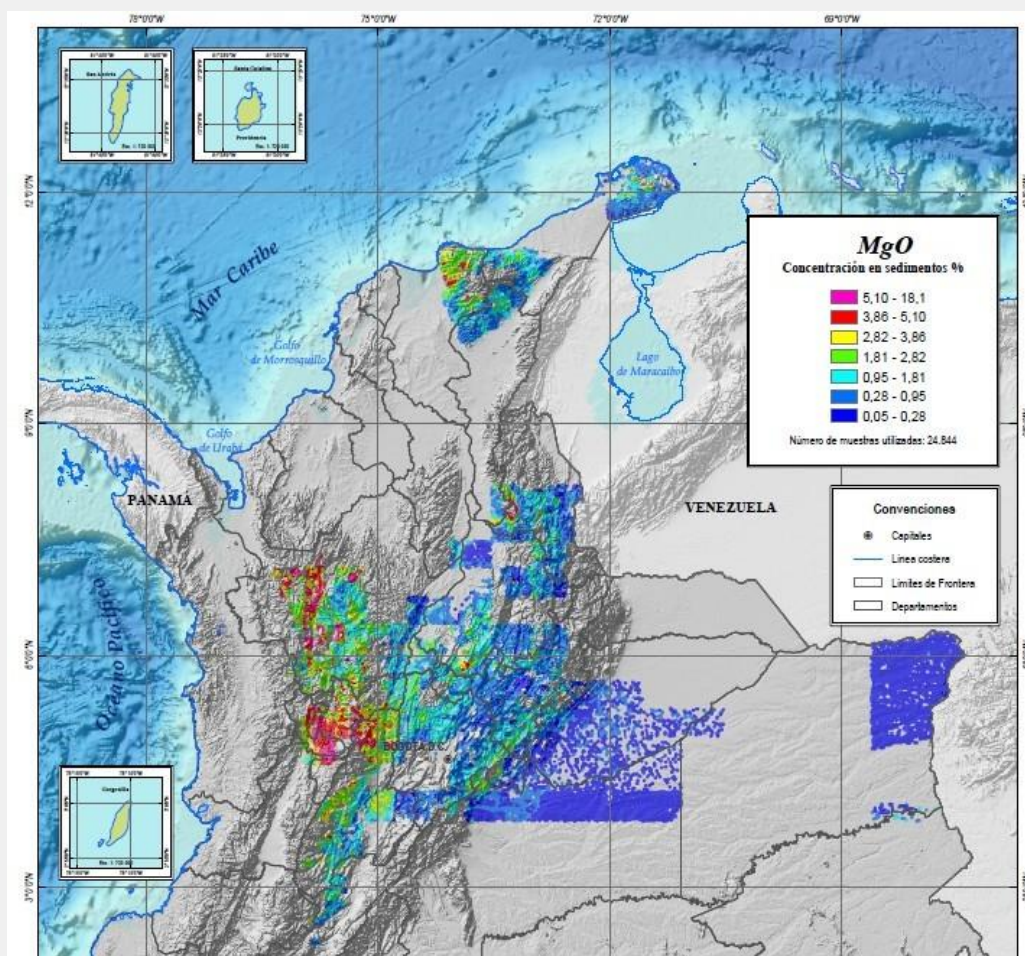
Sin embargo, en relación a los minerales seleccionados como de interés estratégico para el país:

- La resolución No. 180241 de 2012, "Por la cual se declaran y delimitan unas Áreas Estratégicas Mineras y se adoptan otras determinaciones" del Ministerio de Minas y Energía, delimitó para los minerales determinados como estratégicos un área total de 2.900.947,78 Ha [5].

- El 16 de diciembre de 2015, la Corte Constitucional en el fallo de la Sentencia T-766/15, revocó las Resoluciones No. 180241 de 2012 y la Resolución No. 429 de 2013, proferidas por el Ministerio de Minas y Energía y la Agencia Nacional de Minería, por medio de las cuales se delimitaron y declararon áreas estratégicas mineras. Adicional, resaltó que para hacer la delimitación de las áreas se debía cumplir con el procedimiento de consulta previa [6].



Atlas geoquímico de Colombia concentración de minerales de magnesio tomado del Servicio Geológico Colombiano [7]



La magnesia, el producto comercial derivado del magnesio, se obtiene comercialmente del carbonato de magnesio (magnesita) o del hidróxido de magnesio o cloruro de magnesio precipitado del agua de mar y salmueras [8].

Las áreas identificadas con potencial para explotación de minerales de magnesio están ubicadas en la Cordillera Oriental de Colombia (Huila y Cundinamarca) [8].



Análisis del Balance

Información de clasificación: Minerales de magnesio

- Mineral: Minerales de magnesio
- Código CIIU: 0899
- Nombre CIIU: Extracción de otros minerales no metálicos n.c.p.
- Código CPC: 1639907
- Nombre CPC: Magnesita (o Giobertita) de carbonato de magnesio natural
- Unidad: Kilogramos
- Usos (global): El manganeso es esencial para producir acero inoxidable de bajo costo. Se usa para eliminar el traqueteo en los motores al ser adicionado a la gasolina sin plomo, lo que aumenta el octanaje. Se usa en la fabricación de las latas de aluminio para bebidas, y baterías desechables. El dióxido de manganeso se usa para fabricar pinturas.
- Usos (local): Industrias metalúrgicas, industrias de materiales refractarios, industrias farmacéuticas

Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016

Capítulo: Magnesio Cifras en Kilogramos

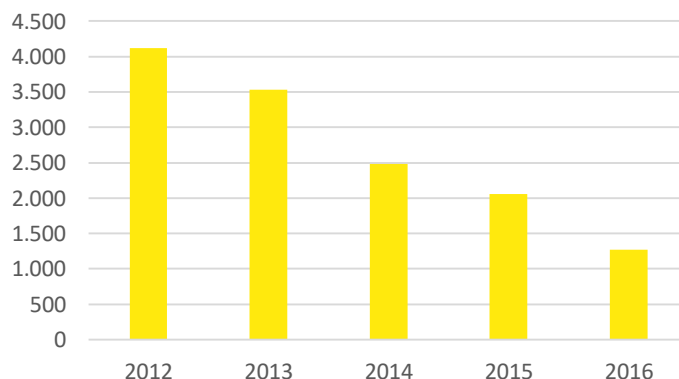
	2012	2013	2014	2015	2016
Oferta					
Producción	4.118.100	3.532.978	2.480.450	2.059.000	1.269.620
Importaciones	0	0	0,0	0	0
Total oferta	4.118.100	3.532.978	2.480.450	2.059.000	1.269.620
Utilización					
Consumo intermedio	2.161.000	1.416.428	508.525,0	1.562.000	1.174.880
Variación de existencias	-96.000	85.000	0	0	94.740
Exportaciones	2.053.100	2.031.550	1.971.925	497.000	0
Total utilización	4.118.100	3.532.978	2.480.450	2.059.000	1.269.620

DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística [23].

Oferta

Como se puede observar en la tabla de Balance, para todos los años en estudio (2012 – 2016), el principal componente de la oferta se encuentra representado por la producción de minerales de magnesio. Las importaciones son del 0%.

Producción de Magnesio 2012-2016



Cifras en toneladas

DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística [23].

Al observar el comportamiento de la producción de los últimos 5 años, se puede evidenciar:

- Hay cambios superiores al 40% entre el 2012 y el 2014, con una clara tendencia a la disminución en la producción del mineral, debido a la competencia, específicamente representada en la introducción en la región (Latinoamérica) de un producto chino que reemplaza el magnesio y que es mucho más económico.
- Para el periodo de 2014 a 2016, se observa que la producción de minerales de magnesio sigue decreciendo a una tasa promedio del 28%.

Algunas de las empresas que producen minerales de magnesio son:

- Magnesios Bolívalle S.A.
- Fertilizantes Dolomíticos Del Valle Ltda

El principal productor y exportador de carbonato de magnesio es Bolívalle S.A. su producción se orienta hasta el año 2014 a la exportación a países como Ecuador o Centroamérica, donde se encuentran grandes plantaciones de palma y se emplea el magnesio como fertilizante; y existe otra proporción que se usa en mercados internos también con la misma finalidad.

A partir del año 2015, China empieza a venderle a Ecuador y Centroamérica Glicerita (carbonato de magnesio + ácido sulfúrico + otros componentes), producto derivado de una proceso industrial complejo, que actualmente no se lleva a cabo en Colombia, este producto resulta ser más eficiente y más barato que el magnesio natural. La producción de la mina y sus productos se ha reducido drásticamente debido a la pérdida de una demanda externa y externa y la baja dinámica de los cultivos de palma en el País.

De acuerdo a los registros de comercio exterior de carbonato de magnesio natural (magnesita), solo se registraron importaciones para el año 2015 y 2016. La principal empresa que lo utiliza como insumo es Microfertisa S. A., en consecuencia a la caída de la producción de Bolívalle S.A.

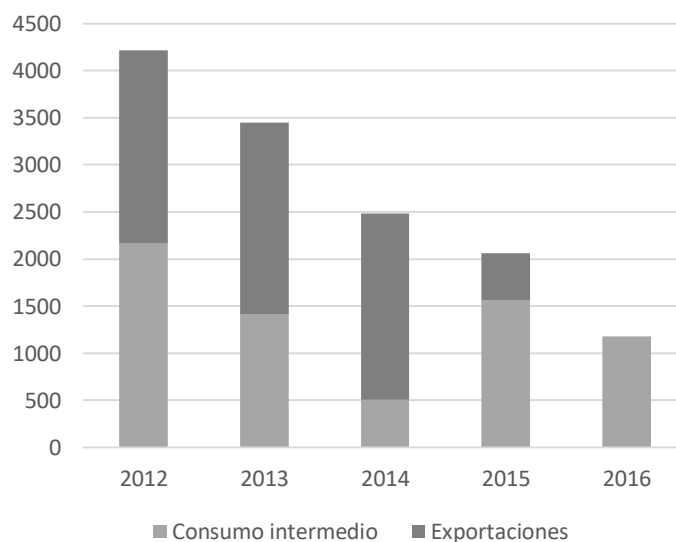
Utilización

Como se evidencia en la siguiente gráfica y en la tabla de oferta y utilización, durante los años 2012 y 2013 la proporción entre exportaciones y consumo intermedio era prácticamente la misma.

No obstante, para el año 2014 la proporción de exportaciones aumento hasta el 79% y para el 2015 el comportamiento se invirtió siendo mayor el porcentaje de la producción usada para el consumo intermedio, tendencia que se mantuvo en el año 2016, en donde el consumo aumento al 93%.

En el último año del análisis, se puede percibir que la totalidad de la utilización se concentra en consumo intermedio, desapareciendo así el rubro de exportaciones para este mineral.

Consumo Intermedio y Exportaciones de Minerales de Magnesio 2012-2016



Cifras en toneladas

DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística [2].

Algunas empresas que en Colombia trabajan en la utilización de minerales de magnesio son:

- Sudamin S.A.S.
- Refractarios Magnesita Colombia S.A.S.

El mineral desde sus principales usos

En Colombia, su uso es principalmente es para material refractario y fertilizantes.

2391

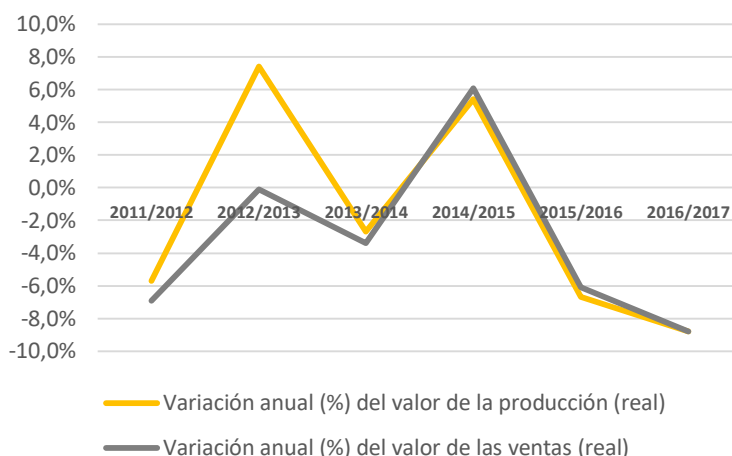
Código CIU

Fabricación productos refractarios

2012

Código CIU

Sector: Abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados
Producto: Nutrientes en polvo o líquidos para las plantas; Fertilizante radicular



El consumo de este producto se divide en dos, uno industrial, para la producción de abonos y fertilizantes y dos uno agrícola empleado directamente en los cultivos de palma africana.

La principal empresa hasta el año 2014 que utiliza este producto es Mejisulfatos S.A. para producir carbonatos de magnesio y todos sus insumos son de origen nacional, a partir del año 2015 la empresa deja de producir estos carbonatos y cambia su demanda por los mismos para hacer uso de silicato de magnesio dado que la formula de sus fertilizantes cambió. A partir de 2015 la empresa Microfertisa S.A. realiza sus pedidos al exterior para soportar su producción y la empresa Industrias Metalúrgicas Inmetal LTDA adquiere magnesio para revestir sus hornos agrietados.

En la parte agrícola, debido a que la producción de Bolívalle S.A. de los años 2014, 2015 y 2016, se ha validado junto con el formulario de declaración de regalías y que a su vez registra a quien le vende dicha producción se logró establecer las cantidades de magnesio usado en los cultivos de palma africana.

En Colombia, con el código CIU 2391 aparecen registradas 75 empresas en los departamentos de Cundinamarca 35%, Antioquia 17%, 9%, Valle del Cauca 8% y Bolívar 5%, principalmente.

La encuesta manufacturera del DANE muestra que entre el 2011 y 2017, la variación anual del valor de la producción (en términos reales, no nominales) y de las ventas (real) de las industrias de productos refractarios ha mostrado un comportamiento irregular, con marcados picos y valles.

Ahora bien, las empresas registradas bajo el código CIU 2012 se encuentran ubicadas en los departamentos de Cundinamarca 33%, Antioquia 16%, Valle del Cauca 15%, Santander 8% y Tolima 6%, principalmente. Como puede observarse, la mayor concentración de empresas de ambos códigos está en los mismos departamentos.

según información de la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) [10], Colombia no tiene una amplia trayectoria y vocación en producción de productos fertilizantes, a pesar de que si tiene un alto consumo, siendo el segundo de la región latinoamericana después de Costa Rica en uso de los mismos, de acuerdo con el volumen (en kilogramos) empleados por hectárea de tierra cultivable.

Así también, tomando como base la información del Sistema de Inteligencia Comercial de LegisComex [10], Colombia cada vez más le está apostando a los abonos importados, debido a que estos están presentando una disminución hasta del 20% en sus precios en comparación con los productos nacionales.

Igualmente, el precio de los abonos en el país también ha sido influenciado por los altos costos en los fletes y en el transporte de los productos, provocando una pérdida de la rentabilidad [10].



En la sección de anexos se encuentra el Balance de Magnesio referente a oferta y utilización en valores; referenciado como Anexo K

Bibliografía

- [01] International Magnesium Association, «Magnesium Applications - International Magnesium Association», International Magnesium Association. [En línea]. Disponible en: https://www.intlmag.org/page/mg_applications_ima.
- [02] Departamento Administrativo Nacional de Estadística, «Balances Oferta Utilización - Minerales estratégicos», oct. 2018.
- [03] Government Publishing Office, Mineral Commodities Summary 2018. S.L.: U S Govt Printing Office, 2018.
- [04] Unidad de Planeación Minero Energética - UPME-, «Plan Nacional de Desarrollo Minero con Horizonte a 2025. Minería responsable con el territorio», Unidad de Planeación Minero Energética, 2017.
- [05] Ministerio de Minas y Energía, Resolución No. 18 0241 de 2012 «Por la cual se declaran y delimitan unas Áreas Estratégicas Mineras y se adoptan otras determinaciones». 2012, p. 15.
- [06] Magistrado Gabriel Eduardo Mendoza Martelo, Magistrado Jorge Iván Palacio Palacio, y Magistrada Gloria Stella Ortiz Delgado (Con salvamento de voto), Sentencia T-766/15. 2015.
- [07] Servicio Geológico Colombiano, «Atlas Geoquímico De Colombia Concentración De Minerales De Magnesio», 2016.
- [08] Unidad de Planeación Minero Energética - UPME-, «Magnesio». 2013
- [09] International Magnesium Association, «International Magnesium Association», International Magnesium Association. [En línea]. Disponible en: <https://www.intlmag.org/>.
- [10] LegisComex (2016). Inteligencia de Mercados – Informe sectorial del sector de abonos en Colombia

Esmeraldas

Ficha del mineral

Títulos Mineros Esmeraldas



457 Propuestas de de concesión minera

Que comprenden un área de 237.383 ha correspondientes al 0,21% del territorio nacional[1]

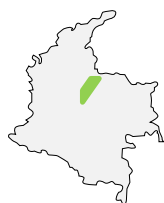
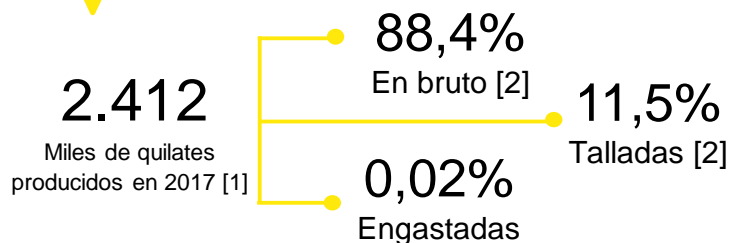
27 Títulos en etapa de exploración [1]

32 Títulos en etapa de construcción y montaje [1]

266 Títulos en etapa de explotación [1]

325 Títulos asociados

Que corresponden a un área de 56.729 ha correspondientes al 0,05% del territorio nacional[1]. En los últimos 30 años no se han explotado nuevas zonas potenciales. El cinturón esmeraldífero del país se encuentra concesionado en su mayoría.



Principales minas [1] →

Ubicadas en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá

- Cunas
- La Pita
- Peñas Blancas
- Coscuez
- Muzo
- Yacopí
- Gachalá
- Macanal
- Chivor
- Buena Vista
- Vega de San Juan

#1

Las esmeraldas colombianas son número uno **en el mundo**, cuenta con las características de brillo, transparencia, color, juego de luz y dureza óptimos [1].

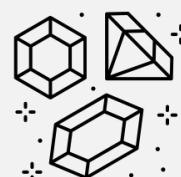
■ Guachetá

Sustitutos

El oro, la plata, el diamante, y otras piedras preciosas utilizadas en joyería.

Principales usos:

- Joyería



Colombia exportó esmeraldas en 2017 por un valor de [1]:

144,8

Millones de USD - FOB

Principalmente a [1]:



Regalías en 2017 por un valor de:



2,81

Millones de USD [1]



El mineral desde las fuerzas motoras críticas

Posición estatal ante recursos mineros y ambientales

El Artículo 101 de la Ley 488 de 1998 estableció una contribución parafiscal del 1% a cargo de los exportadores de esmeraldas sin engastar, es decir, en bruto, liquidado en moneda extranjera sobre el valor de exportación de la esmeralda sin engastar [3], cuya administración está en cabeza de la Federación Nacional de Esmeraldas de Colombia [4].

Dichos recursos tienen como finalidad [4]:

- Defender, promocionar y desarrollar la industria de las esmeraldas colombianas en sus fases de exploración, montaje, explotación, transformación, control, certificación y comercialización.
- Establecer y fortalecer programas dirigidos a implementar la competitividad y eficiencia de la industria de las esmeraldas en Colombia.
- Ejecutar programas de desarrollo social y económico tendientes al mejoramiento de las condiciones de vida de las comunidades de las zonas esmeraldíferas, directamente o a través de convenios con entidades territoriales.



Gobernanza y Gobernabilidad

De acuerdo al “Estudio de Caracterización del Sector Esmeraldífero así como de la Cadena Productiva Colombiana de la Esmeralda y la Joyería” de FEDESMERALDAS, entre las debilidades y las amenazas identificadas para el encadenamiento productivo de las esmeraldas en Colombia se encuentran [5]:

- Cultura de informalidad
- Falta cohesión con las políticas sectoriales de formalización y legalización

- No hay líneas de fomento o financiamiento para el desarrollo de la actividad en ninguna fase.
- Escasa presencia del Estado en las zonas de minería
- Políticas no coherentes con las características de la actividad de joyería tradicional.



Dotación minera y su conocimiento

Las esmeraldas colombianas se encuentran asociadas a venas, brechas hidrotermales y brechas hidráulicas que afectan secuencias sedimentarias de las formaciones Paja, Rosablanca y Grupo Villeta en el cinturón oriental y las formaciones Calizas del Guavio y Lutitas de Macanal en el cinturón occidental, de edad Cretácico Temprano [2].

De acuerdo al “Estudio de Caracterización del Sector Esmeraldífero así como de la Cadena Productiva Colombiana de la Esmeralda y la Joyería” de FEDESMERALDAS, una de las debilidades del eslabón de producción es la falta de información y conocimiento geológico. Los actores mencionan que la esmeralda tiene una característica geológica que dificulta las labores de exploración [5].

**Grupos sociales**

La explotación de esmeralda se ha llevado a cabo desde la época prehispánica, por lo cual en los municipios donde se explota la esmeralda son de una cultura/ tradición minera, con una tendencia a la explotación de forma informal [4]. Sin embargo, en los últimos años se han integrado a la cadena empresas de extracción internacionales que han empezado a cambiar dicha cultura de informalidad [5].

Por otro lado, los municipios de explotación se caracterizaron por varios periodos de tiempo (1970-1973; 1976-1977; 1984-1990) de violencia originados por la lucha por el control de las explotaciones mineras de Muzo, Quípama, Coscuez y Peñas Blancas [4]. Siendo este una de las amenazas en la cadena productiva de las esmeraldas, los problemas de orden público asociados a esta actividad [5].

**Condiciones de mercado**

Colombia es el primer mayor productor de esmeraldas a nivel mundial y de Latinoamérica [2].

Su principal ventaja competitiva a nivel internacional es la calidad de las esmeraldas que se explotan en el territorio [1],[2].

Las esmeraldas colombianas poseen una fluorescencia roja natural dada su reducida concentración de impurezas químicas en su composición geológica, poseen baja presión y temperatura, siendo un factor que marca la diferencia en la calidad [1].

El 0,5% de las regalías mineras en Colombia son generadas por el sector esmeraldífero.



Análisis del Balance

Información de clasificación: Esmeraldas

- Mineral: Esmeraldas
- Código CIIU: 0820
- Nombre CIIU: Extracción de otras minas y canteras
- Código CPC: 1631001
- Nombre CPC: Esmeraldas sin tallar
- Unidad: Quilate
- Usos (global): Joyería
- Usos (local): Joyería

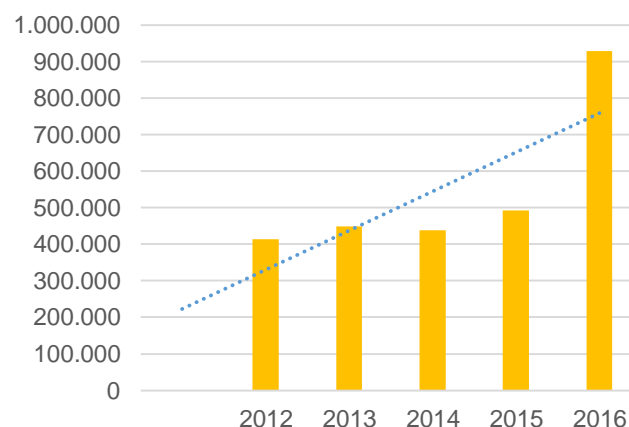
Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016 Capítulo: Esmeraldas Cifras en Kilates

	2012	2013	2014	2015	2016
Oferta					
Producción	413.948	448.687	438.449	492.083	928.636
Importaciones	0	0	0,0	0	0
Total oferta	413.948	448.687	438.449	492.083	928.636
Utilización					
Consumo intermedio	13.843	22.749	7.820,5	5.909	1.407
Variación de existencias	0	0	0	0	0
Exportaciones	400.105	425.938	430.629	486.174	927.229
Total utilización	413.948	448.687	438.449	492.083	928.636

DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística [6].

Históricamente se ha tenido la dificultad de tener la trazabilidad de las esmeraldas producidas, situación que ha ido mejorando con la implementación de del RUCOM y la expedición de certificados de origen [4],[5]. Según información reportada por la ANM la producción de esmeraldas entre 2014 a 2016 ha variado de 1.917 a 2.387 miles de quilates [7]. Con relación a la producción de 2016, 2.025 miles de quilates fueron de esmeraldas en bruto [1].

Producción de Esmeraldas (Quilates) 2012-2016



DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística [2].

Oferta

Al observar el comportamiento de la producción de los últimos 5 años, se puede evidenciar:

- Hay una tendencia constante al crecimiento en la producción de esmeraldas, con excepción del año 2014 que presentó una reducción del 2,3%.
- La tasa de crecimiento en la producción de esmeraldas entre 2012 y 2013 fue del 8,4%, y entre el 2014 y el 2015 fue del 12,2%. El máximo crecimiento se presentó para los periodos entre 2015 y 2016, con una tasa superior al 89%.

Una de las posibles causas de este crecimiento constante es la tecnificación que ha ido teniendo la industria a partir de la entrada de compañías internacionales que han aportado a la formalización, tecnificación y buenas prácticas en la explotación de este mineral. Este es el caso de la empresa Minería Texas Colombia S.A.

Adicional, es de señalar el crecimiento constante de las exportaciones de la esmeralda, esta impulsado directamente por el aumento de la producción, sin depende de otro tipo de variables.

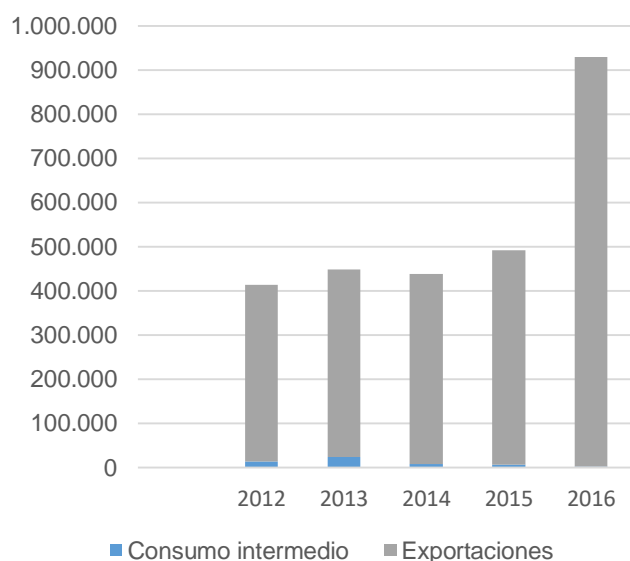
La esmeralda de Colombia se caracteriza por ser de la mejor calidad que se explota en el mundo. Adicional es una piedra muy valorada y escasa, razón por la cual esta ventaja permite que haya una demanda para el aumento de la producción de las esmeraldas.

Es importante mencionar, que la información relacionada con la exportación de esmeraldas difiere entre la reportada por el DANE y la de otras fuentes como la ANM, en donde el comportamiento se muestra más estable.

Utilización

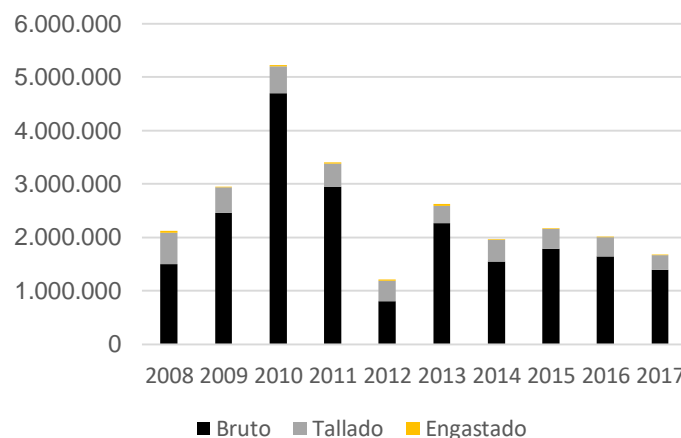
Como se evidencia en la siguiente gráfica y en la tabla de oferta y utilización, el mayor rubro que compuso la utilización en los últimos 5 años ha sido las exportaciones. Lo anterior es un indicador de que la producción de esmeraldas tiene como principal fin la exportación de este mineral.

Consumo Intermedio y Exportaciones Esmeraldas 2012-2016 (en Quilates)



DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística [2].

Exportaciones Esmeraldas 2012-2016 (en Quilates)

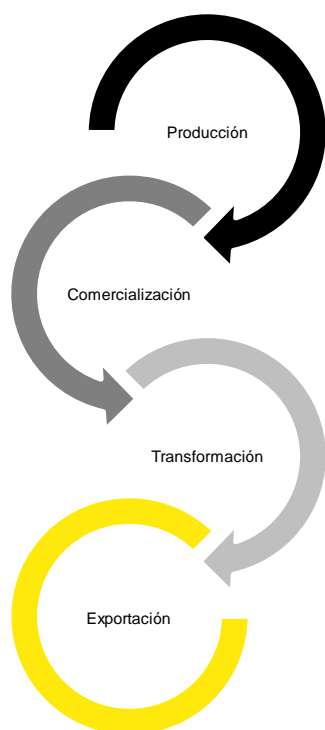


Agencia Nacional de Minería

El mineral desde sus principales usos

La esmeralda es la variedad verde de un mineral incoloro llamado berilo, y está compuesta por aluminio, óxido de silicato y tres importantes elementos conocidos como impurezas: cromo, hierro y vanadio. Es una piedra preciosa muy valorada, debido a su rareza, pues desde la antigüedad se descubrieron piedras preciosas verdes, como la malaquita, pero la esmeralda es la única cristalina [8]. Pertenecer al grupo de las cuatro piedras preciosas que se encuentran en la corteza terrestre, las cuales son: el diamante, el rubí, el zafiro y la esmeralda [9]. El precio del quilate de esmeralda varía según la calidad de la misma. Los quilates mas costosos pueden llegar hasta los 50.000 US en los mercados internacionales [10].

Los eslabones de la cadena productiva de la esmeralda en Colombia son [4]:

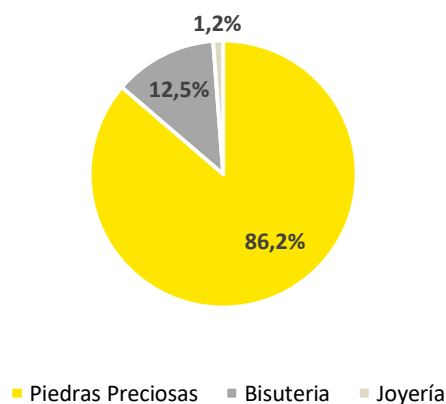


Aproximadamente el 5% del total de la producción va al consumo interno del país [5]. El uso de las esmeraldas es como una piedra preciosa para joyería.

En el mercado de la joyería de Colombia es principalmente reconocida y valorada por sus esmeraldas, sin embargo le ha sido difícil entrar a competir en ciertos mercados en donde prima más el precio o el peso que la calidad del producto. [11] Los principales mercados a los cuales exporta joyería Colombia son México, Perú, Estados Unidos y la Unión Europea, Brasil, Chile, Perú, Costa Rica y Corea del Sur. Colombia cuenta con preferencias arancelarias para la exportación de joyería y bisutería a los países anteriormente mencionados y se espera que próximamente entren a la lista Israel y Japón. [12]

A 2017, las exportaciones de joyería y bisutería fueron predominantemente de piedras preciosas (86,2%), seguido por bisutería (12,5%) y joyería (1,2%). [12]

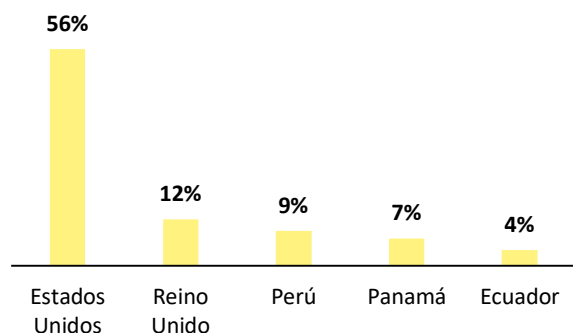
Exportaciones Joyería y Bisutería



Fuente: Procolombia

Para 2017 Colombia exportó joyería a los siguientes mercados: Estados Unidos (56%), Reino Unido (12%), Perú (9%) y Ecuador (4%). Éstas exportaciones alcanzaron un valor total de USD 2,1 millones [22]

Exportaciones de Joyería en 2017



Para el mercado Colombiano, por costos es más rentable la operación de pequeñas y medianas empresas para la fabricación de joyas, tanto que se estima que la pequeña y mediana empresa compone un 98% del sector. [12], [13] Ésta situación hace más complejo el reunir datos y cifras agregadas del sector pues cada joyero maneja su producción y existencias en función de las capacidades que tiene desarrolladas y sus perspectivas del mercado. [13]

En la actualidad en el país se está dando más valor a los productos de joyería artesanal pues se aprecia la autenticidad y la singularidad de este tipo de piezas sobre los procesos tradicionales de elaboración de la joyería. [13]

De acuerdo al “Estudio de Caracterización del Sector Esmeraldífero así como de la Cadena Productiva Colombiana de la Esmeralda y la Joyería” de FEDESMERALDAS, los actores analizados para el eslabón de la joyería, manifestaron en un 75% que su actividad es artesanal. Adicional, los principales minerales utilizados por estos son el oro, la plata y las esmeraldas [5].

Algunos de los aspectos identificados para algunas de las ciudades a través de un total de 58 entrevistas a los actores claves para el sector joyero son[5]:

- **Bucaramanga:** Los entrevistados aseguran utilizar materias primas como la esmeralda en bruto y tallada y diamantes de alta y buena calidad y piedras talladas de calidades bajas, con precios que oscilan entre los \$30.000 y \$200.000 por quilate. Particularmente la esmeralda oscila entre los \$30.000 y \$85.000 por quilate.

Los mismos aseguran prestar servicios de tallado, creación de diseño y de surtido a talleres y fabricantes. Así mismo, reportan también la preferencia por trabajar con la esmeralda, el oro y el diamante y vender en su mayoría a clientes extranjeros.

- **Cartagena:** Los entrevistados aseguran utilizar materias primas como el oro de calidad alta y media y esmeralda de baja y alta calidad. Por su parte para la esmeralda, refieren costos de \$500.000 en promedio, reportando rangos de precios entre los \$2.000.000 y \$3.000.000 millones de pesos por quilate. Los mismos muestran preferencia para trabajar con esmeralda en bruto, esmeralda tallada, oro y platería, teniendo como posibles clientes a extranjeros americanos, chilenos, argentinos, brasileños y mexicanos.
- **Cali:** Los entrevistados aseguran utilizar materias primas como el oro de baja calidad, la esmeralda de media y baja calidad y todo tipo de piedras a excepción del diamante de calidad media baja. Reportan también la preferencia por trabajar con materiales como el oro, la plata, la esmeralda, el bronce y la variedad de metales para joyería, y vender sus productos a clientes nacionales (haciendo una mención de la ciudad de Bogotá) y extranjeros. Dentro de los clientes nacionales se hace referencia a comerciantes, gente del común y dentro de los extranjeros a japoneses y estadounidenses. En cuanto al que hacer para promover el mercado de la esmeralda, se hacen menciones a la inseguridad, al gran consumo por parte de la mujer, la capacitación y las preferencias fiscales para poder exportar.
- **Medellín:** En cuanto a las materias primas, los entrevistados hacen mención de la esmeralda tallada y en bruto de alta y baja calidad, oro y plata de alta calidad. Se encuentra que hay preferencia por trabajar con la esmeralda, seguido del diamante, el oro, el paladio, el platino, el zafiro y otras piedras semipreciosas, teniendo como clientes a nacionales y extranjeros, que son quienes, en primera instancia, presentan la preferencia por el producto, el precio de los mismos y la variedad. Es de tener en cuenta la alta presencia de extranjeros en la ciudad de Medellín ya que esta se ha venido configurando como una de las ciudades turísticas de Colombia.

Bibliografía

- [01] Agencia Nacional de Minería, «Esmeraldas». 2018. [En línea]. Disponible en: http://mineriaencolombia.anm.gov.co/images/Presentaciones/FICHA-ESMERALDAS-2018_2.pdf
- [02] Agencia Nacional de Minería, «Esmeraldas». 2018. [En línea]. Disponible en: http://mineriaencolombia.anm.gov.co/images/MINERALES2017/ficha_esmeraldas_es_FINAL____.pdf
- [03] Ministerio de Minas y Energía, «Fedesmeraldas», Ministerio de Minas y Energía. [En línea]. Disponible en: <https://www.minminas.gov.co/fedesmeraldas>.
- [04] FEDESMERALDAS, «ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR ESMERALDERO ASÍ COMO DE LA CADENA PRODUCTIVA COLOMBIANA DE LA ESMERALDA Y LA JOYERÍA», Fase I, ene. 2015.
- [05] FEDESMERALDAS, «ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR ESMERALDERO ASÍ COMO DE LA CADENA PRODUCTIVA COLOMBIANA DE LA ESMERALDA Y LA JOYERÍA», Fase II y III, ago. 2015.
- [06] Departamento Administrativo Nacional de Estadística, «Balances Oferta Utilización - Minerales estratégicos», oct. 2018.
- [07] Agencia Nacional de Minería, «Producción esmeraldas - Minería en Colombia», 2018. [En línea]. Disponible en: <http://mineriaencolombia.anm.gov.co/index.php/es/produccion-esmeraldas>.
- [08] EITI Colombia, «Perfiles-Esmeraldas - EITI COLOMBIA», 2017. [En línea]. Disponible en: <http://www.eiticolombia.gov.co/es/informes-eiti/informe-2016/perfiles-hidrocarburos/perfiles-esmeraldas/>.
- [09] REAVIS H. LINDSEY, «Para comprar esmeraldas», Dinero, 10-ene-1993. [En línea]. Disponible en: <https://www.dinero.com/edicion-impres/negocios/articulo/para-comprar-esmeraldas/20957>.
- [10] Revista Dinero, «Negocio y explotación de esmeraldas en Boyacá», Revista Dinero, 04-nov-2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.dinero.com/edicion-impres/informe-especial/articulo/negocio-y-explotacion-de-esmeraldas-en-boyaca/243938>.
- [11] Dinero, «La joyería de Colombia: una oportunidad en desarrollo», *La joyería de Colombia una oportunidad en desarrollo*. [En línea]. Disponible en: <http://www.dinero.com/economia/articulo/la-joyeria-colombia-oportunidad-desarrollo/214105>. [Accedido: 26-oct-2018].
- [12] Ministerio de Comercio, Industria y Turismo; PROCOLOMBIA, «Manual de Joyería y Bisutería 2018». 27-feb-2018.
- [13] C. E. E. Tiempo, «El furor de las joyas colombianas», *El Tiempo*, 29-jun-2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.eltiempo.com/carrusel/panorama-de-la-industria-de-la-joyeria-en-colombia-2017-103910>. [Accedido: 26-oct-2018].

Coltán

Ficha del mineral

Departamentos productores de Niobio a 2016 [1]



- Según la Agencia Nacional de Minería en el departamento de Vichada se produjo Niobio en los años 2014, 2015 y 2016.

El mineral en Colombia

- Se cree que los potenciales yacimientos de Coltán en Colombia se ubican en los departamentos de Vichada y Guainía. [2]
- En 2012 el Servicio Geológico Colombiano identificó un área potencial de Coltán en los departamentos de Vichada y Guainía. [3]

Retos: - Existe mucha especulación y desinformación alrededor de las reservas que Colombia tiene de Coltán. Oficialmente solo se han identificado áreas potenciales y algunos aluviones, sin embargo esto no permite concluir nada acerca del potencial ni de las reservas del mineral en Colombia. [2]

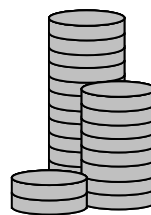


- Brasil es uno de los principales productores de Niobio y Tantalio a nivel mundial. [4] De igual manera se considera que en Venezuela hay grandes yacimientos de Coltán y ya se comenzó a exportar el mineral. Si las reservas de Colombia no son lo suficientemente grandes, será muy complicado entrar a competir en el mercado. [5]

- Las zonas donde se han identificado las áreas potenciales de Coltán en Colombia son en su mayoría reserva forestal. Por ésta misma razón se encuentran en zonas apartadas de las principales redes de transporte del país. [5]

Regalías de Niobio [1]

\$23,4	\$2,5	\$9
millones	millones	millones
en	en	en
regalías para 2014	regalías para 2015	regalías para 2016



Sustitutos [6]



Existen por lo menos 30 minerales en la tierra que al igual que el Coltán tienen concentraciones importantes de Niobio y Tantalio.

Principales usos:

Niobio:

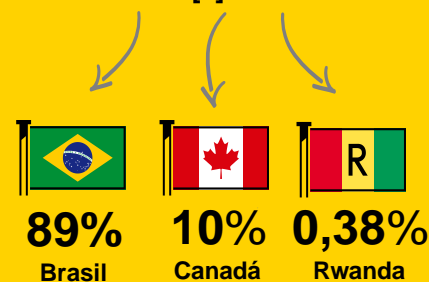
- Aleación de acero
- Acero inoxidable de alta resistencia para oleoductos, gasoductos, chasis de carros, cascos de barcos, vías férreas, entre otras.

Tantalio

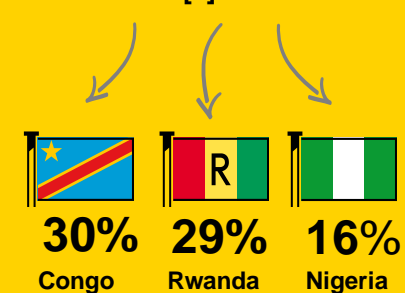
- Producción de componentes electrónicos
- Fabricación de herramientas de carburo



A 2016, los principales productores de Niobio fueron [4]:



A 2016, los principales productores de Tantalio fueron [4]:



El mineral desde las fuerzas motoras críticas

Posición estatal ante recursos mineros y ambientales	<p>El Coltán es un mineral estratégico para el País, de acuerdo al Plan de Desarrollo Minero a 2025. [7]</p> 
Dotación Minera y Su Conocimiento	<p>En 2012 el Servicio Geológico Colombiano identificó un área potencial en Colombia para el Coltán, la cual se estima es de 2.391.400 hectáreas y está ubicada en los departamentos del Vichada y Guainía. [3]</p> <p>Existen pocas certezas acerca del potencial real del Coltán en Colombia. Durante años han existido diversos pronunciamientos y especulaciones, pero de manera oficial no se ha identificado yacimientos o reservas del mineral. [2]</p> 
Gobernanza y Gobernabilidad	<p>El 17 de septiembre de 2018 el Gobernador de Guainía firmó un memorando de entendimiento con la empresa Auxico Resources el cual le permite a la empresa la producción de Oro y otros minerales (entre los que se encuentra el Coltán), en el departamento. La Corporación para el Desarrollo Sostenible del Oriente Amazónico indicó</p> <p>por su parte que no han recibido ningún tipo de solicitud para exploración o explotación de minerales en el departamento. Se considera que el documento firmado no puede dar vía libre a la producción minera sin contar con autorizaciones y licencias ambientales correspondientes. [8]</p> 
Grupos Sociales	<p>Una vez conocida la noticia del memorando firmado entre la Gobernación y Auxico Resources, las comunidades indígenas habitantes del departamento realizaron un plantón en la Gobernación del Guainía exigiendo explicaciones sobre el documento.</p> <p>El 2 de octubre de 2018 se realizó una reunión entre el Gobernador del Guainía y las comunidades en donde explicó el alcance del memorando firmado, sin embargo no se ha hecho público el documento por acuerdos de confidencialidad. [8]</p> 
Aspectos Ambientales	<p>En 2012 el departamento del Guainía fue declarado como zona de reserva minera estratégica, lo cual implica que los criterios de otorgamiento de licencias ambientales serán mucho más estrictos que lo usual. [10]</p> <p>El departamento del Guainía cuenta con aproximadamente 1.1 millones de hectáreas protegidas ambientalmente. [8]</p> 

Condiciones de Mercado

El mercado del niobio y el tantalio, minerales extraídos del Coltán, tiene unas características muy particulares a nivel mundial. Primero, éstos dos minerales no se cotizan en bolsa razón por la cual los precios son fijados y negociados directamente entre productor y comprador. De igual manera, son pocas las empresas que realizan el procesamiento del mineral, lo cual les permite tener un alto poder de mercado para la negociación y fijación de precios.

De igual manera, estas condiciones hacen que el mercado tenga unas altas barreras para el ingreso. [9]

En el caso de Colombia, su ingreso al mercado del Coltán no es sencillo teniendo en cuenta que Brasil es el primer productor mundial de Niobio y el 4 de Tantalio. De tal manera que si las reservas de Colombia no son lo suficientemente grandes, será muy difícil entrar a competir a nivel internacional. [5]



Análisis del Balance

Información de clasificación: Coltán

- Mineral: Coltán
- Código CIU: 0729
- Nombre CIU: Extracción de otros minerales metalíferos no ferrosos
- Código CPC: 1429013
- Nombre CPC: Minerales de niobio, tantalio, vanadio o circonio y sus concentrados
- Unidad: Kilogramos
- Usos (global): Obtención de Niobio y Tantalio
- Usos (local): Exportación

Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016

Capítulo: Coltán

Cifras en Kilogramos

	2012	2013	2014	2015	2016
Oferta					
Producción	1.463	7.715	1.000	22.591	702
Importaciones	-	-	-	-	-
Total oferta	1.463	7.715	1.000	22.591	702
Utilización					
Consumo intermedio	-	-	-	-	-
Variación de existencias	-	-	-	-	-
Exportaciones	1.463	7.715	1.000	22.591	702
Total utilización	1.463	7.715	1.000	22.591	702

DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

Oferta

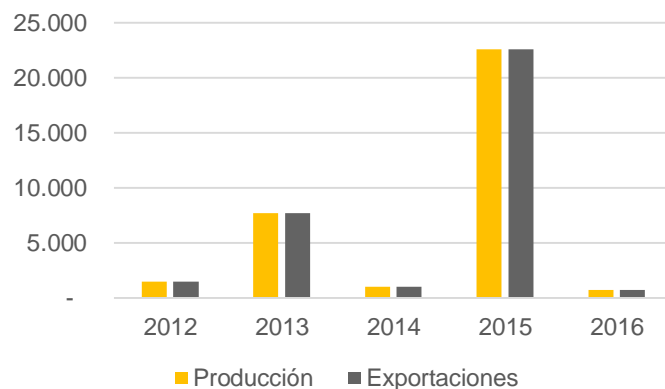
La producción es el único componente del balance de Coltán. La fluctuación de los datos de producción es significativa ya que entre 2014 y 2015 hay un crecimiento del 2159% y entre 2015 y 2016 hay una caída superior al 3.100%. Sin embargo, se debe considerar que, de acuerdo a la información de la ANM, en la actualidad no existe ningún título en etapa de explotación para este mineral; con lo cual los datos según la información de producción de mapa de regalías tampoco coincide con la información reportada por el DANE

Para la construcción del Balance, el DANE extrapoló las cantidades producidas a partir de las exportaciones registradas, dado que, de existir, toda la producción se exporta.

Utilización

El único componente de la utilización que registra información son las exportaciones las cuales también muestran variaciones significativas. Aplican las consideraciones de análisis del párrafo anterior.

Producción vs Exportación de Coltán 2012-2016



El mineral desde sus principales usos

Según la Universidad Nacional de Colombia, el Coltán no es como tal un mineral sino un término acuñado en África para referirse a los minerales que tienen concentraciones de tantalio y niobio. [2] El boom asociado a éste tipo de minerales llegó con la masificación de los aparatos electrónicos en el mundo (celulares, portátiles, tabletas, videojuegos, etc....). [11]

Como ya mencionó para el Balance Nacional, se extrapolan las cantidades producidas a partir de las exportaciones registradas, debido a que toda la producción se exporta.

Para efectos del Balance, el problemas de registro de la producción fue suplida asumiendo que para el equilibrio del BOU se adoptaría la recomendación de la ANM, donde la producción es igual a la exportación.

Para el cálculo de los precios presentados al final del documento, se tomó como referencia el precio internacional, a partir de la página <http://www.minerals.usgs.gov>, de lo que se registra para el niobio y el tantalio.

Es fundamental indicar que, según información del DANE, en Colombia:

- No se registra información de coltán para importaciones.
- No se registra consumo intermedio del coltán.
- No se registra variación de existencias en la medida que el dato de producción es obtenido de forma indirecta.
- Las exportaciones se obtienen a partir de los registros de la DIAN.



En la sección de anexos se encuentra el Balance de Coltán referente a oferta y utilización en valores; referenciado como Anexo M

Bibliografía

- [1] «ANM Producción Nacional de Minerales y Contraprestaciones Económicas Trimestral | Datos Abiertos Colombia». [En línea]. Disponible en: <https://www.datos.gov.co/Minas-y-Energ-a/ANM-Producci-n-Nacional-de-Minerales-y-Contraprest/r85m-vv6c>. [Accedido: 07-nov-2018].
- [2] Ángela Patricia Poveda; Amed Bonilla Pérez; José Alejandro Franco; Zeze Amaya Perea; Thomas Cramer, «Caracterización de Depósitos Aluviales con Manifestaciones de Tantalio y Niobio (“Coltán”) en las Comunidades Indígenas de Matraca y Caranacoa, Departamento del Guainía». 29-abr-2011.
- [3] Servicio Geológico Colombiano - SGC, «Áreas con potencial mineral para zonas de reserva minera estratégica». 31-ene-2012.
- [4] «USGS Minerals Information: Niobium (Columbium) and Tantalum». [En línea]. Disponible en: <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/niobium/>. [Accedido: 26-nov-2018].
- [5] Unidad de Planeación Minero Energética - UPME, «Ficha Técnica Coltán». 31-dic-2012
- [6] Thomas Cramer; Julián A. López, «Ambiente Geológico del Complejo Mitú y Perspectivas de Ocurrencias Minerales de Niobio y Tantalio en el Territorio Colombiano». 20-sep-2014.
- [7] Ministerio de Minas y Energía, Unidad de Planeación Minero Energética, «Plan Nacional De Desarrollo Minero Con Horizonte a 2025 - Minería Responsable con el Territorio». dic-2017.
- [8] «El confuso paisaje minero para Guainía», *ELESPECTADOR.COM*, 20-oct-2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/el-confuso-paisaje-minero-para-guainia-articulo-819049>. [Accedido: 26-nov-2018].
- [9] CRU Strategies, «Estudio para caracterizar el mercado nacional e internacional de los minerales estratégicos». 05-dic-2013.
- [10] Dinero, «Guainía es declarado zona de reserva minera estratégica», *Guainía es declarado zona de reserva minera estratégica*. [En línea]. Disponible en: <http://www.dinero.com/pais/articulo/guainia-declarado-zona-reserva-minera-estrategica/153959>. [Accedido: 26-nov-2018].
- [11] G. Parellada, «Viaje a la cuna del coltán, el corazón de los teléfonos inteligentes», *El País*, Madrid, 24-feb-2016.
- [12] L. Reventós, «EE UU regula el uso de los “minerales de guerra”», *El País*, Madrid, 23-ago-2012.

Estaño

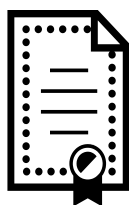
Ficha del mineral

Departamentos productores de Niobio a 2016 [1]



- Según la Agencia Nacional de Minería en los departamentos de Guainía y Vichada se produjo Estaño en los años 2014, 2015 y 2016.

Títulos Mineros [2]



- A 2017, en el RUCOM hay publicados 3 títulos mineros asociados a Estaño. Todos se ubican en el municipio de Magüí Payán – Nariño y están en el estado “Título vigente – en ejecución”

Valoración de Reservas [3]

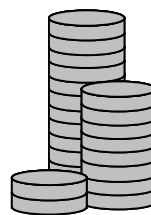
Según la Agencia Nacional de Minería a 2017 las reservas de Estaño en el país están valoradas en:



\$6,6
Millones de pesos

Regalías [1]

\$5,3 millones regalías para 2014	\$2,8 millones regalías para 2015	\$0,353 millones regalías para 2016
--	--	--



Sustitutos [4]



En latas y recipientes el estaño puede ser sustituido por aluminio, vidrio, papel y plástico. De igual manera, el estaño en otros ámbitos puede ser sustituido por aleaciones de aluminio y aleaciones a base de cobre.

Principales usos:

- Químicos
- Hojalata
- Soldadura
- Aleaciones

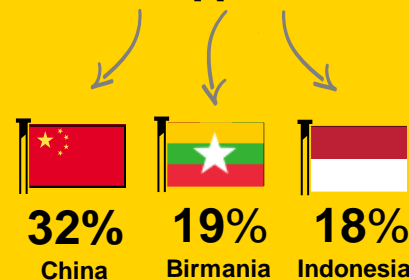


Producción mundial en 2016

288

Mil toneladas [4]

A 2016, los principales productores de Estaño fueron [4]:



Análisis del Balance

Información de clasificación: Estaño

- Mineral: Estaño
- Código CIU: 0729
- Nombre CIU: Extracción de otros minerales metálicos no ferrosos
- Código CPC: 1429007
- Nombre CPC: Metales de estaño y sus concentrados
- Unidad: Kilogramos
- Usos (global): Químicos, Hojalata, Soldadura y Aleaciones
- Usos (local): Exportaciones

Balance Nacional de Metales 2012 – 2016

Capítulo: Estaño

Cifras en Kilogramos

	2012	2013	2014	2015	2016
Oferta					
Producción	11.122	100	5.230	10.516	4.684
Importaciones	-	-	-	-	-
Total oferta	11.122	100	5.230	10.516	4.684
Utilización					
Consumo intermedio	-	-	-	-	-
Variación de existencias	-	-	-	-	-
Exportaciones	11.122	100	5.230	10.516	4.684
Total utilización	11.122	100	5.230	10.516	4.684

DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

Oferta

La producción es el principal componente de la oferta para el periodo 2012 – 2016. Se resaltan las altas variaciones que presenta la producción especialmente para años como el 2013, en donde la caída fue de más del 11.000%, con una recuperación en el año siguiente de más del 5.200%.

Lo anterior significa, que dichas exportaciones pueden no estar relacionadas con la exportación del mineral en sí, si no con otro tipo de productos/ materiales. Y por ende, la información de producción también se encontraría afectada por la misma situación que las exportaciones.

Utilización

El componente predominante en la utilización son las exportaciones. Las exportaciones de este mineral identificadas, pueden estar asociadas a materiales/productos que contienen este mineral o materiales/productos que se encuentran asociados en las mismas partidas arancelarias relacionadas con el mineral.



El mineral desde sus principales usos

Según la información suministrada por el DANE, la importación de minerales de estaño y sus concentrados con subpartida arancelaria 2609000000 (Minerales metalíferos, escorias y cenizas- Minerales de estaño y sus concentrados), presenta una cantidad pequeña en el tiempo ya que las empresas que reportan este mineral solo registran en los años 2012-2013 y 2014 y no son constantes en la serie.

Al respecto, es importante resaltar que las importaciones del mineral de estaño en el periodo analizado fue de 0%, mientras que el estaño en bruto participó con el 100%.

Por otra parte, las cantidades consumidas de minerales de estaño y sus concentrados en Colombia durante el periodo analizado, no registran información en la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) realizada por el DANE, y el mercado interno no se utiliza el mineral de estaño para realizar consumo.

Las exportaciones de la Minerales de estaño y sus concentrados con una subpartida arancelaria 2609000000 se obtienen de los registros de la DIAN. En tal medida, según las estimaciones de dicha Entidad, cabe resaltar que la DIAN tiene en cuenta en la exportación (minerales metalíferos, escorias y cenizas y minerales de estaño y sus concentrados.) para la exportación de minerales de estaño. Las exportaciones del mineral de estaño y sus concentrados participa con un 95% y estaño en bruto con un 5%.

La empresa que mas exporta este mineral es Rock Minerales, este tiene matricula cancelada en el 2016 y con CIU 4 4662 (Comercio al por mayor de metales y productos metalíferos), sin embargo, no se reporta en la EAM. Por otra parte, Aurora Pacific S.A.S. tiene matricula activa último año de renovación 2013 y CIU 0722.



En la sección de anexos se encuentra el Balance de Estaño referente a oferta y utilización en valores; referenciado como Anexo N

Bibliografía

[1] «ANM Producción Nacional de Minerales y Contraprestaciones Económicas Trimestral | Datos Abiertos Colombia». [En línea]. Disponible en: <https://www.datos.gov.co/Minas-y-Energ-a/ANM-Producci-n-Nacional-de-Minerales-y-Contraprest/r85m-vv6c>. [Accedido: 07-nov-2018].

[2] Agencia Nacional de Minería - ANM, «Títulos publicados en el RUCOM». 21-nov-2018.

[3] «Valoración de Reservas Mineras». [En línea]. Disponible en: <https://www.minminas.gov.co/en/valoracion-de-reservas-mineras>. [Accedido: 27-nov-2018].

[4] «USGS Minerals Information: Tin». [En línea]. Disponible en: <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/tin/>. [Accedido: 27-nov-2018].

Arenas silíceas

Ficha del mineral

Reservas

Según la ANM [1], en 2017 las reservas están valoradas en:

\$2.888

millones de pesos

La estimación del área realmente intervenida por el mineral (arenas y gravas de cantera, silíceas y cuarcíticas) es de 510 hectáreas.

Lo anterior corresponde al 0,000447% del territorio nacional [2]



En Colombia existen [3]:



26

Títulos mineros

65%

Vigentes
en explotación

35%

Vencidos

Los títulos están ubicados en los siguientes Departamentos:

Santander	24%
Cundinamarca	24%
Tolima	21%
Boyacá	17%
Meta	7%
Antioquia	7%

De estos títulos, el 4% está también relacionado con explotación de arenas de peña y otro 4% con explotación de grava.

Regalías

\$373

Millones de pesos

Cálculo realizado según cifras de la ANM [4] para la producción cercana a un millón de toneladas en el periodo analizado.

Sustitutos



Los materiales alternativos que se pueden usar para la fabricación de vidrio, fundición y arenas de moldeado son cromita, arenas de olivino, estauroлита y circonita.

Principales usos:

- Vidrio
- Porcelana
- Cerámicas
- Materiales de construcción



Producción mundial 2016

180

mil toneladas [3]



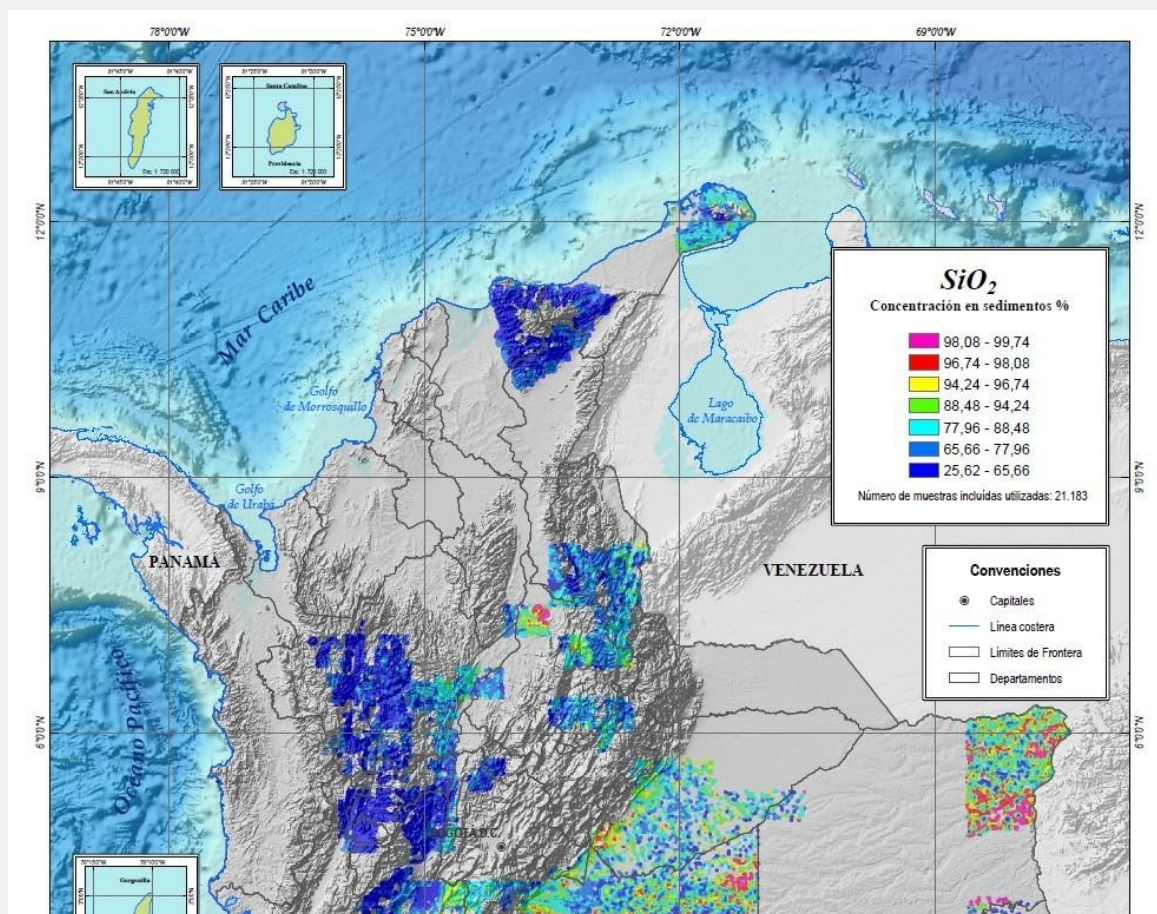
Los mayores productores del mundo están en:

1. EEUU (43%)
2. Italia (8%)
3. Malasia (6%)
4. Francia (5%)
5. India (5%)



El mineral desde las fuerzas motoras críticas

De acuerdo con la información del Servicio Geológico Colombiano, en la actualidad se tiene un conocimiento parcial sobre el potencial geológico que tiene Colombia para la explotación de arenas silíceas; en el mapa presentado a continuación se identifican zonas geográficas específicas donde existen yacimientos del mineral [5].



Dotación minera y su conocimiento



El mineral desde las fuerzas motoras críticas

Grupos sociales

En octubre de 2015, la empresa Colombia Minerales Industriales, solicitó al Ministerio de Minas y Energía acompañamiento para solucionar el conflicto y bloqueo de la vía de acceso al Proyecto de Explotación de arenas silíceas en Sibaté, por parte de la comunidad.

Se gestionó reunión con Ministerio de Interior para planear estrategia de acercamiento a la comunidad que generó el bloqueo; desde allí se iniciaron acercamientos con los líderes del bloqueo.

En reunión del mes de diciembre de 2016 se llegaron a unos acuerdos entre la empresa y comunidad.

Al momento de cierre de este documento, desde la Oficina de Asuntos Ambientales y Sociales del Ministerio de Minas y Energía y con apoyo de la Dirección de Minería Empresarial se seguía realizando seguimiento al proceso [6].



Análisis del balance

Mineral: Arenas silíceas

Código CIIU: 0812

Nombre CIIU: Extracción de arcillas de uso industrial, caliza, caolín y bentonitas

Código CPC: 15312

Nombre CPC: Arenas y gravas silíceas o cuarzosas

Unidades: Metros cúbicos

Usos (global): Es la materia prima fundamental para la fabricación del vidrio y el abrasivo más comúnmente utilizado en la industria. Se usa para fabricar filtros de agua, morteros, plantas potabilizadoras, pisos de cerámica, pinturas, resinas, loza, epoxi, campos deportivos, piletas de natación. Se usa en fundición, también para fabricar detergentes, pinturas, hormigones, morteros especiales y materiales refractarios de sílica.

Usos (local): Fabricación de cemento, vidrio, materiales refractarios, productos químicos, industria siderúrgica.

Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016

Capítulo: Arenas Silíceas

Cifras en metros cúbicos

	2012	2013	2014	2015	2016
Oferta					
Producción	270.062	255.403	244.421	227.311	263.681
Importaciones	0	0	0	0	0
Total oferta	270.062	255.403	244.421	227.311	263.681
Utilización					
Consumo intermedio	243.829	264.384	253.015	235.304	272.953
Variación de existencias	26.233	-8.981	-8.595	-7.993	-9.272
Exportaciones	0	0	0	0	0
Total Utilización	270.062	255.403	244.421	227.311	263.681

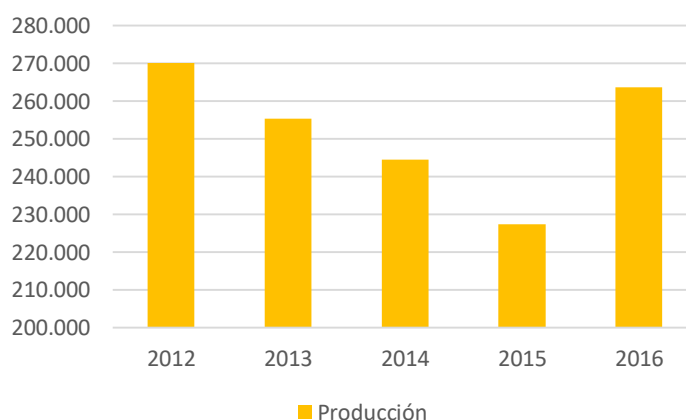
DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística [6].

Análisis de la oferta

Durante los años 2013 al 2015, la oferta de arenas silíceas en Colombia presentó un comportamiento decreciente. En el año 2016 se produjo un repunte del 16% en la producción del mineral, con respecto al 2015. Las cantidades producidas de arenas silíceas para el periodo 2012-2016 fueron tomadas de los registros de ANM.

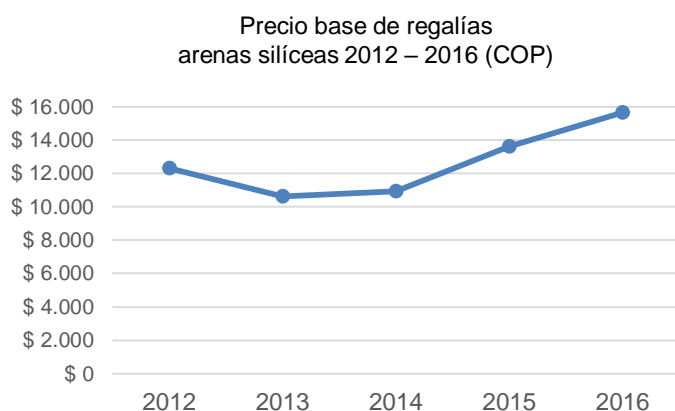
La producción creció en términos físicos en 9,1%. La producción presenta alta variabilidad en el periodo de análisis.

Oferta de arenas silíceas 2012 – 2016
(metros³)



Solo el 25% del total de las 36 minas que registra la ANM tienen información completa para el periodo 2012-2016. Lo genera una gran inconsistencia de la información reportada disponible. La producción de arenas síliceas de los años 2012 y 2013 son tomadas de los registros de la ANM. Los registros de producción de la ANM son irregulares en los años 2014 y 2015. Las cantidades producidas del año 2014, 2015 y 2016, se evolucionan de acuerdo al crecimiento del consumo intermedio de Peldar, la principal empresa productora de vidrio.

Como se puede observar en el siguiente gráfico [7], el precio del mineral puede explicar la dinámica de producción que experimentó en el periodo analizado, donde a partir del repunte experimentado en el 2016, se pudo ver incentivado el aumento de producción.

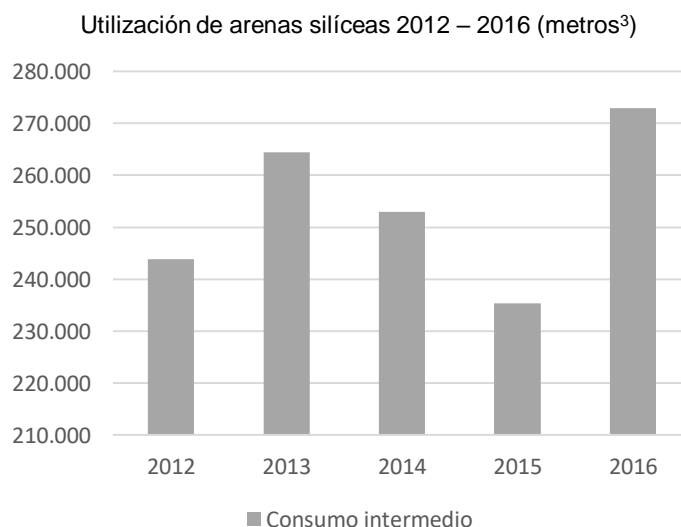


Según datos de la ANM, Colombia reporta entre 2012 y 2016 una producción del mineral correspondiente a 1.260.878 metros³, provenientes del departamento del Cundinamarca (78%), Boyacá (28%), Santander (3%) y Atlántico (2%), principalmente [8].

Análisis de la utilización

En contraste a la dinámica del mineral en términos de oferta, para el periodo analizado la utilización de las arenas síliceas tiene un comportamiento estable con una tasa de fluctuación promedio del 13%. En términos generales, la utilización del mineral en Colombia corresponden a consumo intermedio (100% de la oferta). De lo anterior se deduce que casi la totalidad de las arenas síliceas producidas en Colombia son consumidas por la industria local, principalmente para la fabricación de vidrio como se explicará más adelante.

El consumo intermedio fue obtenido de la información disponible de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM), considerando la evolución en las compras de las empresas con la mayor participación y obteniendo un precio implícito, según declaró el DANE. Esta Entidad indicó que el consumo intermedio no se tomó de la EAM de forma directa, ante las inconsistencias de la información encontradas.



En términos de utilización, de acuerdo con las cifras del DANE no se registran exportaciones en ninguno de los años analizados. No obstante, los registros históricos publicados por la UPME entre el año 2000 y 2017 [8] muestran que se reportaron exportaciones y que el mayor volumen se reportaba con origen en el departamento de Norte de Santander (78%), pero que no se ven reflejados en el Balance ofrecido por el DANE.

Adicionalmente, se puede observar que para los años 2013 al 2016, el consumo intermedio fue superior a la producción, sin que se reportaran importaciones. No obstante, esto podría estar asociado al exceso de producción del 2012, que estuvo por encima de las 26.000 m³ respecto al consumo.

Finalmente, so se registra información de Las exportaciones de arenas síliceas. Los datos de la DIAN corresponde a productos industriales y son en la práctica marginales.

El mineral desde sus principales usos

La arena sílicea se caracteriza por su alto contenido de silicio. Es un compuesto muy activo que se emplea en:

- Fabricación de vidrio
- Porcelana
- Cerámicas
- Materiales de construcción

El principal criterio para el uso de una roca sílicea en la formulación de un vidrio industrial es su riqueza en SiO_2 , que debe ser al menos de un 99,5 - 98,5%, pudiéndose mejorar con adiciones de feldespatos o caolín, pero en cualquier caso, la arena es la materia prima básica para la obtención de la mayor parte de los vidrios [9].

Es de tal importancia el uso de la arena sílicea en la producción de vidrios que el mercado de esta materia prima en el mundo comprende un 18% para la fabricación de vidrio plano y un 39% para la fabricación de "vidrio hueco" o de botellas [10].

El Departamento Nacional de Planeación (DNP) resalta que las principales fuentes de materias primas para las empresas del sector de fabricantes de vidrio, provienen de la minería, de donde se extraen minerales no metálicos: arena sílica, caliza, feldespato, dolomita, pirita y cromita y la industria química con sustancias como la soda, arsénico, bórax, sulfato de sodio, selenio y algunos otros elementos [11].

Así también, según el DNP, la importancia de la industria del vidrio en Colombia radica en la amplia gama de usos que éste tiene, así como en sus encadenamientos con otras actividades como la construcción. El vidrio plano constituye un material básico en las estructuras, y tiene diversos usos decorativos. Es consumido por el sector automotor, el de alimentos (conservas, jugos, gaseosas, cervezas), y el farmacéutico [11].

2610
Código CIIU

Fabricación de vidrio y productos de vidrio

2690
Código CIIU

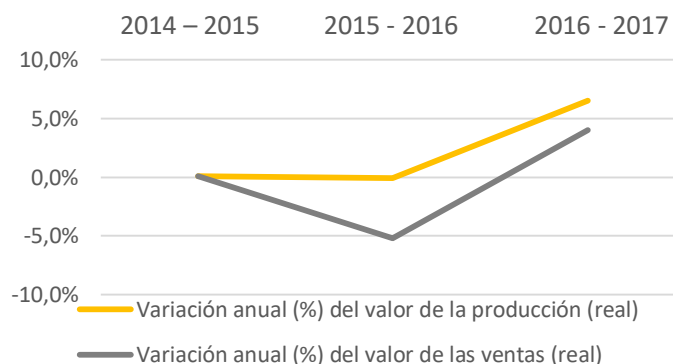
Fabricación de productos minerales no metálicos

La industria de vidrio en Colombia está altamente concentrada, en particular en la producción de envases y de vidrio plano. Si bien el mayor número de empresas del sector está en el departamento de Cundinamarca (52%) [12], en Antioquia (21%) se encuentra la empresa más grande dentro de esta industria, Cristalería Peldar S.A., con tres líneas de productos: envases de vidrio, vidrio plano y cristalería [11].

La cadena colombiana productora de vidrio está constituida por componentes nacionales, desde las materias primas básicas hasta el producto final. Según los cálculos realizados por el DNP, el componente importado en la fabricación de este material no supera el 16%, y en los eslabones de espejos y fibra de vidrio, no supera el 19% [13].

Producción. De acuerdo con la información publicada en el nuevo Sistema de Inteligencia Comercial (SIC), el tamaño de la producción nacional por ingresos operacionales del sector de vidrio totalizó en COP8.885, 93 millones para el 2015 [13].

La Encuesta Anual Manufacturera (EAM) del DANE muestra que entre el 2014 y 2017, la variación anual del valor de la producción (en términos reales, no nominales) y de las ventas (real) de las industrias de fabricación de vidrio y productos de vidrio, ha mostrado un comportamiento que tiende a positivo, luego de una caída en la variación anual de las ventas entre 2015 y 2016.



En la sección de anexos se encuentra el Balance de Arenas Síliceas referente a oferta y utilización en valores; referenciado como O

Bibliografía

- [01] ANM (2017). Formato de valoración de las reservas mineras. <https://www.minminas.gov.co/en/valoracion-de-reservas-mineras>
- [02] UPME (2017). Plan Nacional de Desarrollo Minero con Horizonte a 2025.
- [03] UPME (2016). Caracterización del mercado interno de minerales de uso industrial que permita identificar los encadenamientos productivos, comerciales y las características de uso de los mismos.
- [04] ANM (2018). Información ANM Producción Minerales en cantidad y valor. En: datos.gov.co
- [05] SGC (2016). Áreas con potencial mineral para zonas de reserva minera estratégica
- [06] Ministerio de Minas y Energía (2016). Memorias del Congreso de la República 2015 - 2016.
- [07] UPME (2016) Resoluciones para fijar precios base de liquidación de Regalías (Promedio Anual)
- [08] ANM (2018) Producción Nacional de Minerales. En: <http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Paginas/Informacion-estadistica-minera.aspx>
- [09] ÁLVAREZ (2015). Sectorización de arenas síliceas por bloques para el avance de los frentes de explotación. Medellín: Universidad Eafit
- [10] RINCON (2005). Materias primas para la industria del vidrio. España: Instituto E. Torroja de Ciencias de la Construcción
- [11] DNP (Sin fecha). Vidrio. En: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Empresarial/Vidrio.pdf>
- [12] DANE (2017) Directorio estadístico de empresas. En: <https://geoportal.dane.gov.co/laboratorio/directorio/>
- [13] Lexiscomex (2017). Vidrio en Colombia. En: <https://www.legiscomex.com/Documentos/informe-sectorial-sector-vidrio-colombia-2017-rci318>

Wolframio - Tungsteno

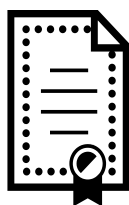
Ficha del mineral

Departamentos productores de Wolframio a 2016 [1]



- Según la Agencia Nacional de Minería en los departamentos de Guaviare, Vichada y Caquetá se produjo Wolframio en los años 2012, 2014, 2015 y 2016.

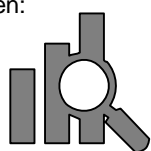
Títulos Mineros [2]



- A 2018, en el RUCOM hay publicados 3 títulos mineros asociados a Wolframio. Todos están en el estado "Título vigente – en ejecución"

Valoración de Reservas [3]

Según la Agencia Nacional de Minería a 2017 las reservas de Wolframio - Tungsteno en el país están valoradas en:



\$105,7
Millones de pesos

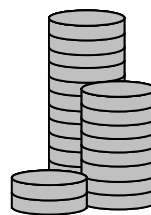
Regalías [1]

\$0,969
millones
regalías 2012

\$23,4
millones
regalías 2014

\$10
millones
regalías 2015

\$11,3
millones
regalías 2015



Sustitutos [4]



En latas y recipientes el estaño puede ser sustituido por aluminio, vidrio, papel y plástico. De igual manera, el estaño en otros ámbitos puede ser sustituido por aleaciones de aluminio y aleaciones a base de cobre.

Principales usos:

- Polvo de metal
- Productos químicos
- Piezas de carburo para corte
- Aleaciones y aceros
- Electrodo, alambres y soldaduras

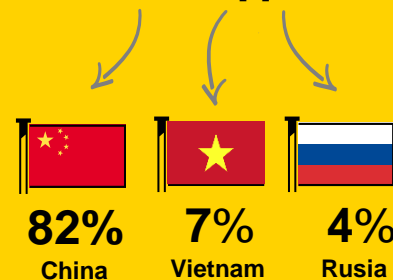


Producción mundial en 2016

88

Mil toneladas [4]

A 2016, los principales productores de Wolframio fueron [4]:



Análisis del Balance

Información de clasificación: Wolframio - Tungsteno

- Mineral: Wolframio - Tungsteno
- Código CIU: 0729
- Nombre CIU: Extracción de minerales metálicos
- Código CPC: 1429011
- Nombre CPC: Minerales de wolframio (tungsteno) y sus concentrados
- Unidad: Kilogramos
- Usos (global): Polvo de metal, productos químicos, piezas de carburo para corte, aleaciones y aceros, electrodos, alambres y soldaduras
- Usos (local): Exportaciones

Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016 Capítulo: Wolframio - Tungsteno Cifras en Kilogramos

	2012	2013	2014	2015	2016
Oferta					
Producción	133.962	36.876	124.070	5.847	1.298
Importaciones	-	-	-	-	-
Total oferta	133.962	36.876	124.070	5.847	1.298
Utilización					
Consumo intermedio	-	-	-	-	-
Variación de existencias	-	-	-	-	-
Exportaciones	133.962	36.876	124.070	5.847	1.298
Total utilización	133.962	36.876	124.070	5.847	1.298

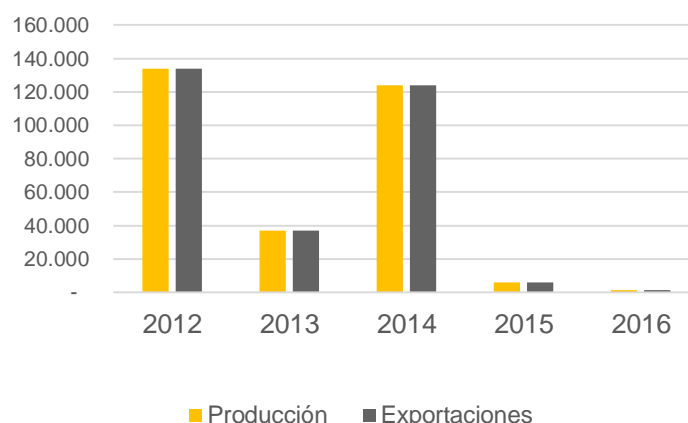
DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

Oferta

La producción es el único componente de la oferta para el periodo 2012 – 2016. Se resaltan las altas variaciones que presenta entre años, 2012 – 2013 (-72%), 2013 – 2014 (236%), 2014 – 2015 (-95%) y 2015 – 2016 (-78%).

La producción de Wolframio-Tungsteno se tomó de los registros publicados de la ANM, sin embargo la misma presenta alta volatilidad, con un promedio de 60 toneladas entre el 2012-2016. Para el título LFH-14431X, no se reporta información para los trimestres 2012-4, 2013-1, 2013-2, 2013-3. Para el título NF-09571 no se encontraron declaraciones faltantes. Para FFM-101 se encontró una declaración para el 2016.

Producción vs Exportaciones 2012-2016
(en kilogramos)



Utilización

Las exportaciones son el único componente de la utilización que tiene registros.

El mineral desde sus principales usos

China es el país que predomina en la producción mundial de Wolframio, durante el periodo 2012 – 2016 aportó en promedio el 82%. [4]

Según información del DANE, en Colombia no se registra información de importaciones para wolframio - tungsteno. Las importaciones de los registros de la DIAN hacen referencia a barras sinterizadas y otros, no al material bruto.

Así también, es importante indicar que en el País, no se registra información sobre consumo intermedio de wolframio – tungsteno como mineral. El consumo realizado por la industria nacional está relacionado con filamentos y placas de tungsteno, los cuales son insumos industriales.

Complemento a lo indicado anteriormente, en consideración a la información suministrada por el DANE; al no existir consumo intermedio, no se registra variación de existencia del mineral de wolframio - tungsteno.

Por otra parte, las exportaciones son tomadas del mineral corresponden a los registros de la DIAN. En promedio en el periodo 2012-2015 las exportaciones en promedio de wolframio - tungsteno y sus concentrados fue de 87 toneladas métricas. Sin embargo, en este análisis no hay información disponible para el año 2016.

Finalmente, para el análisis de precios que se presenta en los anexos del presente documento, se utilizaron los precios trimestrales promedio de las resoluciones correspondientes de la UPME.



En la sección de anexos se encuentra el Balance de Wolframio referente a oferta y utilización en valores; referenciado como Anexo P

Bibliografía

[1] «ANM Producción Nacional de Minerales y Contraprestaciones Económicas Trimestral | Datos Abiertos Colombia». [En línea]. Disponible en: <https://www.datos.gov.co/Minas-y-Energ-a/ANM-Producci-n-Nacional-de-Minerales-y-Contraprest/r85m-vv6c>. [Accedido: 07-nov-2018].

[2] Agencia Nacional de Minería - ANM, «Títulos publicados en el RUCOM». 21-nov-2018.

[3] «Valoración de Reservas Mineras». [En línea]. Disponible en: <https://www.minminas.gov.co/en/valoracion-de-reservas-mineras>. [Accedido: 27-nov-2018].

[4] «Tungsten Statistics and Information». [En línea]. Disponible en: <https://www.usgs.gov/centers/nmic/tungsten-statistics-and-information>. [Accedido: 30-nov-2018].

Cromo

Ficha del mineral

Valoración de Reservas [1]

De acuerdo a la Agencia Nacional de Minería a 2017 las reservas de cromo - cromita en Colombia se encuentran valoradas en:

15,7
Millones de pesos



Explotación

La producción de minerales de cromo y sus concentrados en Colombia para el 2015, fue de [4]:

30
Kilogramos en 2015 [4]



La producción correspondió al municipio de San Pedro de los Milagros en el departamento de Antioquia [4]

Principales usos [2],[3]:

- Fundiciones y piezas de fundición
- Aleaciones especiales
- Aleación de acero
- Acero inoxidable
- Tintes
- Catalizadores industriales



Colombia exportó en 2015 minerales de cromo y sus concentrados a [4]:

100%

Perú



Colombia importó en 2016 minerales de cromo y sus concentrados principalmente de [4]:

42%

España



30%

Sudáfrica

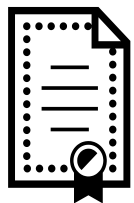


16%

Brasil



Títulos de minerales de magnesio vigentes [5]:



- A 2018, en el RUCOM no hay publicados títulos mineros asociados a minerales de cromo y sus concentrados en Colombia.



Sustitutos [3],[6]



- ✓ El cromo no tiene sustituto en el acero inoxidable, el uso final principal, o en las superaleaciones, el uso final estratégico principal.

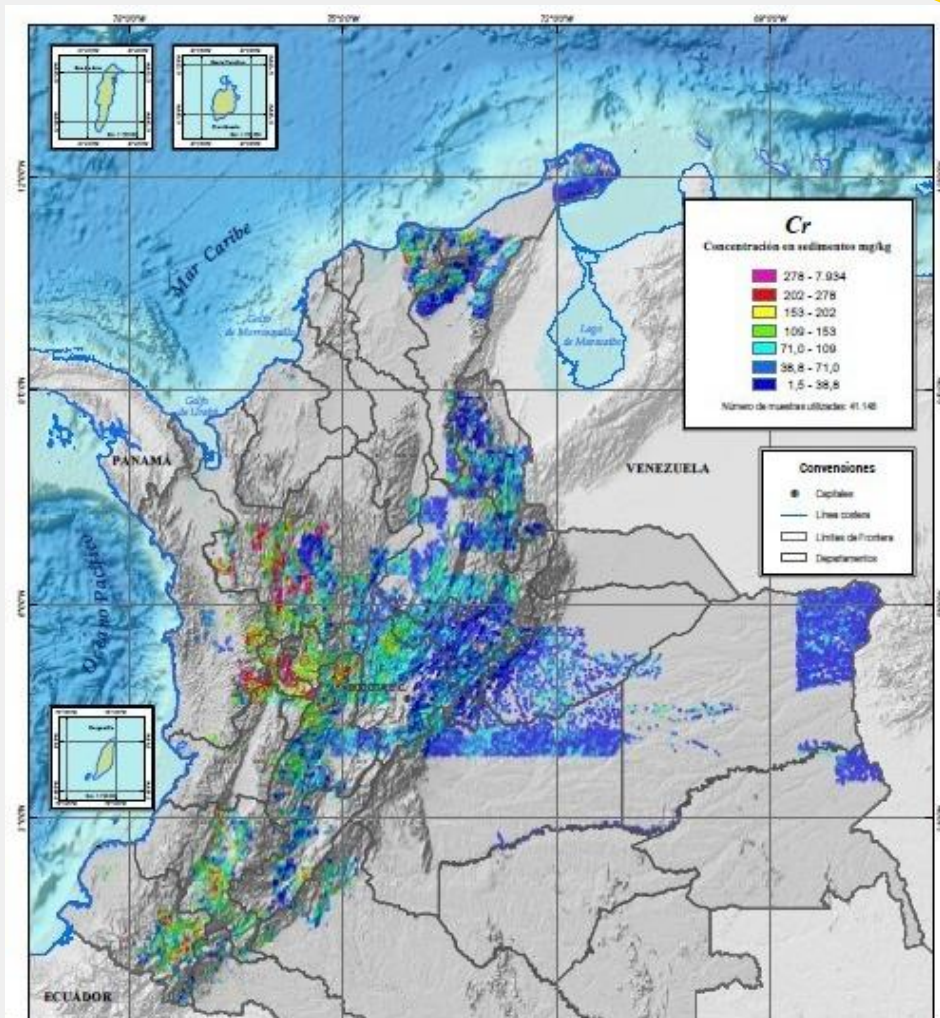
- ✓ La chatarra que contiene cromo puede sustituir al ferrocromo en algunos usos metalúrgicos

- ✓ Alrededor del 90% de toda la piel está curtida con cromo. Sin embargo, el efluente residual es tóxico, por lo que se están investigando alternativas.

El mineral desde las fuerzas motoras críticas

Dotación minera y su conocimiento

Atlas geoquímico de Colombia concentración de cromo tomado del Servicio Geológico Colombiano [7]



En Colombia, las posibilidades de ubicar nuevos depósitos de cromita están asociadas a tres cinturones de rocas máficas y ultramáficas [8]:

- El cinturón ofiolítico Romeral
- El cinturón ultramáfico Atrato
- El cinturón ofiolítico Caribe

Las mayores perspectivas de cromita en Colombia, se encuentran en la región occidental del país, asociados a las rocas máficas y ultramáficas [8].

Otro sector potencial se encuentra en el Departamento de La Guajira [8].



Análisis del Balance

Información de clasificación: Cromo

- Mineral: Cromo
- Código CIIU: 0729
- Nombre CIIU: Extracción de otros minerales metalíferos no ferrosos n.c.p.
- Código CPC: 1429008
- Nombre CPC: Minerales de cromo y sus concentrados
- Unidad: Kilogramos
- Usos (global): El mineral cromita se emplea en moldes para la fabricación de ladrillos y materiales refractarios. El cromo se utiliza principalmente en metalurgia para aportar resistencia a la corrosión y un acabado brillante. Sus cromatos y óxidos se emplean en colorantes y pinturas. Sus sales se emplean como fijadores de color en textiles.
- Usos (local) [9]: La producción minera de cromo en su mayoría se exporta, mientras que las industrias nacionales productoras de cemento, materiales refractarios, acero y de fundición importan el mineral.

Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016

Capítulo: Cromo

Cifras en Kilogramos

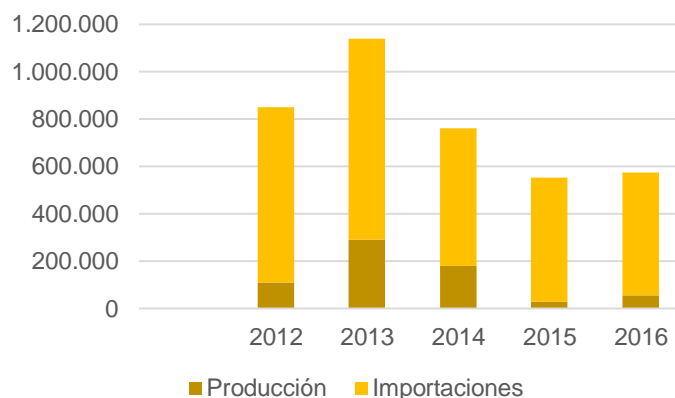
	2012	2013	2014	2015	2016
Oferta					
Producción	108.000	290.970	178.000	28.000	56.000
Importaciones	741.990	849.025	582.741,8	523.463	518.729
Total oferta	849.990	1.139.995	760.742	551.463	574.729
Utilización					
Consumo intermedio	741.990	849.025	582.741,8	523.463	518.729
Variación de existencias	0	0	0	0	0
Exportaciones	108.000	290.970	178.000	28.000	56.000
Total utilización	849.990	1.139.995	760.742	551.463	574.729

DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística [9].

Oferta

Como se puede observar en la tabla de Balance, para todos los años en estudio (2012 – 2016), el principal componente de la oferta se encuentra representado por las importaciones de cromo, en porcentajes superiores al 85% del total de la oferta. Los porcentajes de participación de las importaciones en la oferta de cromo más grandes se encuentran presentes para los años de 2012, 2015 y 2016, con valores superiores al 85%. Para los años 2013 y 2014 la participación de las importaciones en el total de la oferta fue del 75%.

Oferta de Cromo 2012-2016 (en kilogramos)

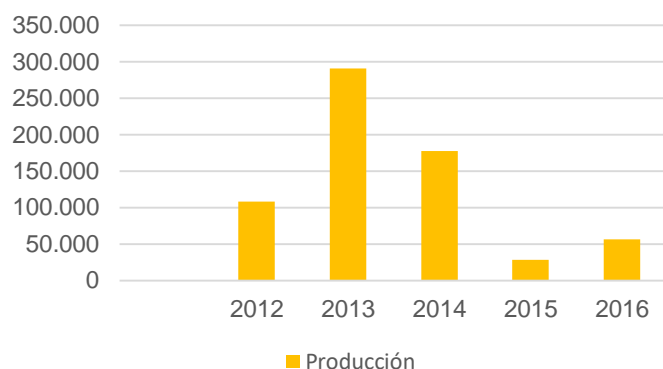


Producción

Al observar el comportamiento de la producción de los últimos 5 años en la siguiente gráfica, se puede evidenciar:

- Un crecimiento notable entre 2012 y 2013, pasando de 108,000kg a 290.000 kg. No obstante, después de ese pico, en los dos años siguientes se observa una caída de más de 900% para el 2015.

**Comportamiento Producción Cromo
2012-2016**



DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística [9].

Este comportamiento decreciente de la producción se ha presentado por el agotamiento del depósito más grande identificado [8],[10], ubicado en el corregimiento de Santa Elena en Medellín [8],[10].

En Colombia las reservas de cromita (mineral que se extrae para producir el cromo), provienen de la meteorización de las serpentinas de los Departamentos de Córdoba, Chocó y Antioquia, siendo estas últimas las más importantes [11].

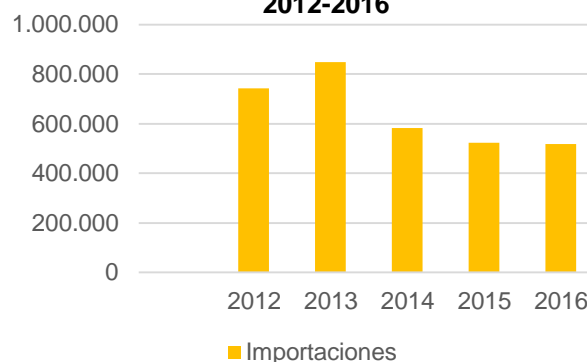
Colombia explotó cromita de los municipios de Bello y San Pedro (Antioquia) con fines metalúrgicos y químicos (producción de pigmentos de cromo) [11].

Se destacan las cromitas de Medellín en la localidad de Santa Elena, dentro de dunitas; el depósito más grande (Patio Bonito) actualmente se encuentra agotado [8],[10].

También se conocen ocurrencias de cromita en la serranía de Macuira y en el cerro de Parashi en La Guajira [8], [12].

Importaciones

**Comportamiento Importaciones Cromo
2012-2016**



DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística [9].

Al observar el comportamiento de las importaciones de los últimos 5 años en la anterior gráfica, se puede evidenciar:

- El decrecimiento entre 2013 y 2014 fue del 46%. Para los años siguientes las importaciones mostraron un comportamiento prácticamente estable.

Si se observa la tabla de oferta utilización, se identifica que los valores de las importaciones son iguales los valores del consumo intermedio, lo que representa que las industrias nacionales que requieren el mineral de cromo lo importan para sus procesos [9]. Por lo anterior, el comportamiento decreciente de las importaciones se da por el decrecimiento en el consumo intermedio de este mineral por parte de dichas industrias. Se profundizará sobre este aspecto en la sección de utilización.

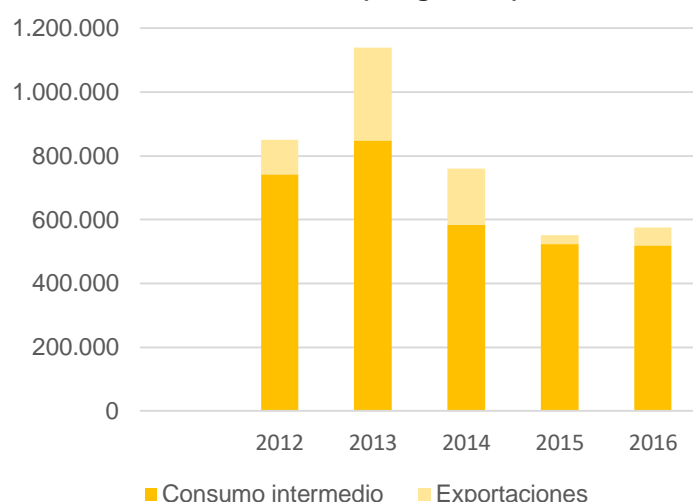
Adicional, según información reportada por el DANE, parte de las importaciones identificadas son realizadas por empresas de la industria del vidrio. Donde algunos de los usos que mencionaron se encuentran relacionados a:

- Agente colorante para la fabricación de vidrio
- Elaboración de productos de acero resistentes a sismos especialmente para construcción y la metalmecánica
- Fabricación de tornillos para la industria cerámica

Utilización

Como se evidencia en la siguiente gráfica y en la tabla de oferta y utilización, el mayor rubro que compone la utilización en cada año de los últimos 5 años ha sido el consumo intermedio. Cabe resaltar que las cifras de producción son exactamente las mismas de exportación y las de consumo intermedio son exactamente iguales a las de las importaciones.

Consumo Intermedio y Exportaciones de Cromo 2012-2016 (kilogramos)



DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística [9].

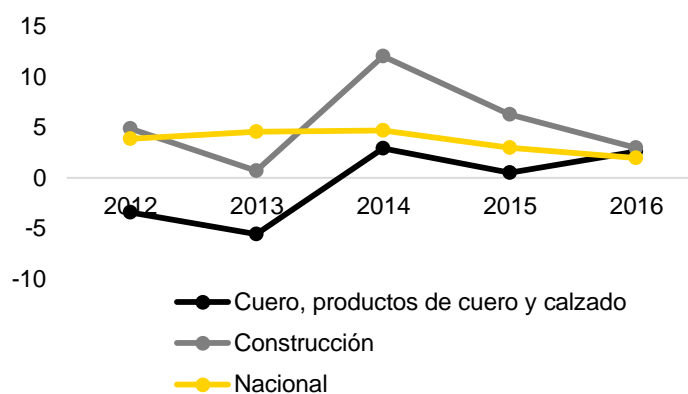
En la gráfica anterior, con relación al consumo intermedio, se observa que el decrecimiento de este para el periodo comprendido de 2013 a 2016 ha sido del 46%.

Algunos de los usos del cromo en la industria son:

- En el sector del cuero, específicamente en las curtiembres como un agente curtiente para hacer el cuero resistente a la putrefacción.
- En el sector de la construcción, como material intermedio para la producción de materiales de construcción (p.ej. Vidrio).

El comportamiento de estas industrias en los últimos años puede hacer parte de la razón del comportamiento decreciente del consumo intermedio de cromo para los años en estudio, principalmente el del sector de las curtiembres. La evolución del PIB de la industria para los años en estudio se presenta en la siguiente gráfica.

Tasas de crecimiento PIB nacional y por sectores



DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística [13].

En la anterior gráfica se muestran las tasas de crecimiento del PIB nacional comparado con las tasas de crecimiento del PIB de sector de cuero, que incluye las curtiembres, y del sector de la construcción para los años en estudio.

Con relación al sector de la construcción, se evidencia que a pesar que para todos los años ha presentado tasas de crecimiento positivas, tuvo en 2013 el menor crecimiento, con una tasa cercana a 0 y desde 2014 a 2016, ha disminuido su ritmo de crecimiento pasando de una tasa de 12,1% en 2014 a una tasa del 3% en 2016.

Para el sector del cuero se observa que tuvo tasas negativas para los años de 2012 y 2013, con un decrecimiento de hasta del 5,6%, luego en 2014 tuvo una recuperación con una tasa de crecimiento del 2,9% seguida en 2015 de una caída en el crecimiento con una tasa positiva del 0,5% para cerrar con una tasa positiva de crecimiento.

El anterior comportamiento descrito para la industria de las curtiembres muestra la volatilidad que ha tenido, característica de un sector que es altamente dependiente del comportamiento de la demanda por los productos que ofrece, que cambia junto con las tendencias de moda o gustos particulares de la población, además de ser afectada directamente por la entrada al país de productos con bajos costos de producción, y por productos de contrabando [14].

El mineral desde sus principales usos

El cromo es un metal de transición duro, frágil, de color gris acerado y puede presentar un intenso brillo. Se obtiene cromo a partir de la cromita (FeCr_2O_4).

Más de la mitad de la producción total de cromo se destina a productos metálicos y una tercera parte es empleada en refractantes [15].

Algunos de los usos que tiene este mineral son [15]:

- El cromo es usado en la creación de aleaciones de hierro, níquel y cobalto.
- El uso de la cromita como refractante se debe a su alto punto de fusión, su moderada dilatación térmica y la estabilidad de su estructura cristalina.
- Los cromatos y óxidos de cromo se emplean en colorantes y pinturas
- El dicromato de potasio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) es un reactivo químico que se emplea en la limpieza de material de vidrio de laboratorio y, en análisis volumétricos, como agente valorante.
- El cromo y alguno de sus óxidos es usado además como catalizadores, por ejemplo, en la síntesis de amoníaco (NH_3).
- El mineral cromita ($\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$) se emplea en moldes para la fabricación de ladrillos (en general, para fabricar materiales refractarios).
- El dióxido de cromo (CrO_2) se emplea para fabricar las cintas magnéticas empleadas en las casetes.
- El verde de cromo se utiliza para la elaboración de la porcelana y del cristal y en la industria química como intermedio de síntesis o como catalizador

Curtiembres

El cromo hexavalente es utilizado en la industria del cuero en el proceso de curtiembres durante la etapa de curtido.

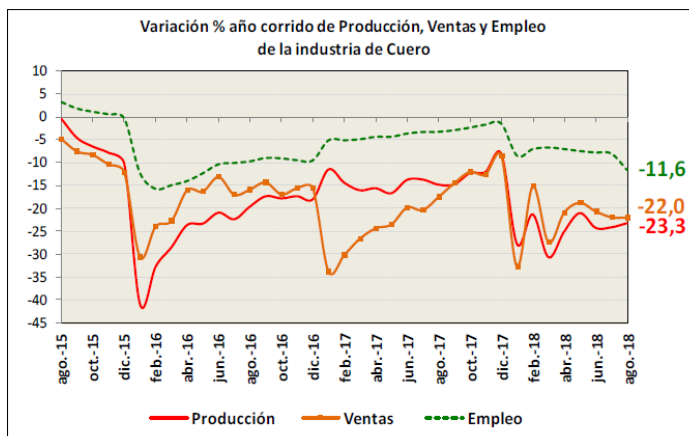
La etapa de curtido es la etapa en la cual se prepara las pieles para ser transformadas en materiales fuertes y resistentes a la putrefacción por medio de agentes curtientes que se fijan en las fibras de colágeno, estabilizándolas a través de uniones cruzadas (es decir, uniones químicas entre fibras). La mayoría de las empresas utilizan las sales metálicas como agentes curtientes, principalmente las sales de cromo [16].

Actualmente, el departamento de Cundinamarca y Bogotá concentran el 80% del total de las curtiembres existentes en el país, con una producción promedio de 103.000 cueros, que equivalen al 38% del total nacional [17].

Por otra parte, en lo relacionado con las exportaciones el 75% de la producción de cueros es comercializada nacionalmente [17]. El 25% restante corresponde a exportaciones realizadas principalmente hacia mercados asiáticos. Del 25% exportado, el 55% es cuero crudo y el 45% se hace en marroquinería [17]. Las exportaciones de manufacturas de cuero colombiano hacia la Unión Europea en 2012 fueron de US\$4.1 millones representando el 5% del total exportado al mundo [17].

Las manufacturas de cuero con el sello “hecho en Colombia” son reconocidas en el escenario internacional, por su excelente mano de obra, inclusión de detalles y optima calidad, adicionalmente, el manejo adecuado de las pieles a lo largo de la cadena de producción, le imprimen al producto final las texturas y características que exige el mercado internacional [17].

A agosto de 2018, las ventas de cuero según la Encuesta Mensual Manufacturera registró una disminución del 23,3% en el periodo de enero a agosto de 2018 [18]. En la siguiente gráfica se puede evidenciar que las ventas del cuero han venido teniendo una variación negativa en los últimos años.



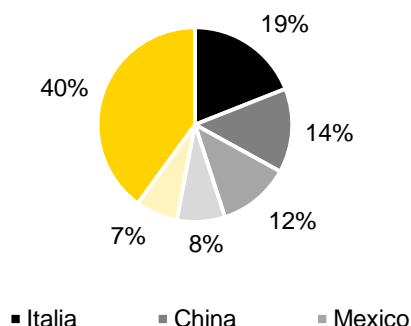
Las exportaciones de cuero entre enero y agosto de 2018 ascienden a 52 millones de dólares con una variación de -28.7% respecto al mismo periodo de 2017. De estas, US\$3 millones corresponden a cuero crudo y US\$25.5 millones a wet blue [18].

El mineral desde sus principales usos

El Wet Blue es cuero curtido al cromo con un alto contenido de agua y sin ningún tratamiento posterior [16].

El principal país destino de las exportaciones de cuero es Italia con una participación del 19% y una caída de -37%, seguido de China 14% y México 12% que registran variaciones de -71% y 15%, respectivamente; entre otros destinos [18].

Principales países de exportación de cuero entre enero y Agosto de 2018 en US FOB [18]



El mayor departamento exportador de Cuero es Atlántico (38%), le sigue en orden de importancia Bogotá y Cundinamarca (22%) y Antioquia (20%) [18].

Las importaciones de cuero en enero a agosto de 2018 ascienden a 6.8 millones de dólares con un aumento de 58%, frente a los 4.3 millones de dólares registrados en el mismo periodo de 2017. Este incremento se debe principalmente al crecimiento de las compras de cuero en estado crust originarias de España [18].

El principal país de origen es España (26.1%), le siguen Chile (19.9%), Italia (12.8%), Uruguay (9.8%) y Ecuador (9.5%) [18].

Industria del vidrio

El Departamento Nacional de Planeación (DNP) resalta que las principales fuentes de materias primas para las empresas del sector de fabricantes de vidrio, provienen de la minería, de donde se extraen minerales no metálicos: arena sílica, caliza, feldespato, dolomita, pirita y cromita y la industria química con sustancias como la soda, arsénico, bórax, sulfato de sodio, selenio y algunos otros elementos [19].

2610 Fabricación de vidrio y productos de vidrio
Código CIIU

2690 Fabricación de productos minerales no metálicos
Código CIIU

Así también, según el DNP, la importancia de la industria del vidrio en Colombia radica en la amplia gama de usos que éste tiene, así como en sus encadenamientos con otras actividades como la construcción. El vidrio plano constituye un material básico en las estructuras, y tiene diversos usos decorativos. Es consumido por el sector automotor, el de alimentos (conservas, jugos, gaseosas, cervezas), y el farmacéutico [19].

La industria de vidrio en Colombia está altamente concentrada, en particular en la producción de envases y de vidrio plano. Si bien el mayor número de empresas del sector está en el departamento de Cundinamarca (52%) [20], en Antioquia (21%) se encuentra la empresa más grande dentro de esta industria, Cristalería Peldar S.A., con tres líneas de productos: envases de vidrio, vidrio plano y cristalería [19].

La cadena colombiana productora de vidrio está constituida por componentes nacionales, desde las materias primas básicas hasta el producto final. Según los cálculos realizados por el DNP, el componente importado en la fabricación de este material no supera el 16%, y en los eslabones de espejos y fibra de vidrio, no supera el 19% [21].

Producción. De acuerdo con la información publicada en el nuevo Sistema de Inteligencia Comercial (SIC), el tamaño de la producción nacional por ingresos operacionales del sector de vidrio totalizó en COP8.885, 93 millones para el 2015 [13].

Bibliografía

- [01] «Valoración de Reservas Mineras». [En línea]. Disponible en: <https://www.minminas.gov.co/en/valoracion-de-reservas-mineras>. [Accedido: 27-nov-2018].
- [02] KWG Resources INC. «KWG Resources Inc. | (KWG: CSE) | Global Chromite Mining Processing Economics», s. f. <http://kwgresources.com/global/>.
- [03] «Chromium - Element information, properties and uses | Periodic Table», s. f. <http://www.rsc.org/periodic-table/element/24/chromium>.
- [04] Unidad de Planeación Minero Energética - UPME-, «Minerales de cromo y sus concentrados- Unidad de Planeación Minero Energética UPME | Tableau Public». [En línea]. Disponible en: <http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Paginas/cromo.aspx>
- [05] Agencia Nacional de Minería - ANM, «Títulos publicados en el RUCOM». 21-nov-2018.
- [06] Government Publishing Office, Mineral Commodities Summary 2018. S.L.: U S Govt Printing Office, 2018.
- [07] Servicio Geológico Colombiano, «Atlas Geoquímico De Colombia Concentración De Minerales De Magnesio», 2016.
- [08] Benito Armando Gómez Carreño, «Yacimientos metálicos de origen ortomagmatico cromita»,
- [09] Departamento Administrativo Nacional de Estadística, «Balances Oferta Utilización - Minerales estratégicos», oct. 2018.
- [10] Estefanía Carvajal Restrepo. «3 minerales raros que están en las entrañas del Valle de Aburrá», 2 de noviembre de 2016. <http://www.elcolombiano.com/medio-ambiente/minerales-extranos-en-el-valle-de-aburra-GA5288549>.
- [11] Camilo Andrés Quintero G, Emigdio Segura, y Edgar Delgado M. «CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y MINERALÓGICA DE LAS CROMITAS DE LA ZONA DE BELLO Y SAN PEDRO (DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA)», 29 de mayo de 1998.
- [12] Ana Cristina Londoño, Gabriel Rodriguez. «Mapa Geológico del Departamento la Guajira». Ingeominas. Enero 2002.
- [13] Departamento Administrativo Nacional, «Producto Interno Bruto». [En línea]. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-trimestrales>
- [14] Observatorio Laboral y Ocupacional. «Sector cuero y calzado». SENA. Disponible en: https://observatorio.sena.edu.co/Content/pdf/mesas_sectoriales/cuero_calzado_marroquineria.pdf
- [15] «El cromo, usos en refractarios y cerámica | QuimiNet.com». Accedido 3 de diciembre de 2018. <https://www.quiminet.com/articulos/el-cromo-usos-en-refractarios-y-ceramica-20688.htm>.

Bibliografía

- [16] Secretaría Distrital de Ambiente. « Guía de producción más limpia para el sector curtiembres de Bogotá Enfoque en vertimientos y residuos».
- [17] Martínez Buitrago, Sandra Yulier, y Jonathan Alexander Romero Coca. «Revisión del estado actual de la industria de las curtiembres en sus procesos y productos: un análisis de su competitividad». Revista Facultad de Ciencias Económicas 26, n.º 1 (8 de noviembre de 2017). <https://doi.org/10.18359/rfce.2357>.
- [18] ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INDUSTRIALES DEL CALZADO, EL CUERO Y SUS MANUFACTURAS. «Cómo va el Sector – ACICAM »:, agosto de 2018. https://acicam.org/como-va-el-sector/?cp_2016=2.
- [19] DNP (Sin fecha). Vidrio. En: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Empresarial/Vidrio.pdf>
- [20] DANE (2017) Directorio estadístico de empresas. En: <https://geoportal.dane.gov.co/laboratorio/directorio/>
- [21] Lexiscomex (2017). Vidrio en Colombia. En: <https://www.legiscomex.com/Documentos/informe-sectorial-sector-vidrio-colombia-2017-rci318>

Manganeso

Ficha del mineral

Valoración de Reservas [1]

De acuerdo a la Agencia Nacional de Minería a 2017 las reservas de manganeso en Colombia se encuentran valoradas en:

29,3
Millones de pesos



Explotación

La producción de manganeso en Colombia para el 2015, fue de [2]:

58
Toneladas en 2015 [2]



La producción correspondió al municipio de Apía en el departamento de Risaralda [3]

Principales usos [6]:

- Industria del acero
- Aleaciones con otros minerales (aluminio, cobre, entre otros)
- Baterías
- Purificación de agua
- Fungicida
- Mejoramiento octanaje en la gasolina



Colombia exportó en 2012 manganeso a [7]:

100%
Guatemala



Colombia importó manganeso principalmente de [8]:

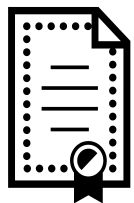
88%
Suiza



7%
México



Títulos de minerales de magnesio vigentes [4]:



- A 2018, en el RUCOM hay publicados 3 títulos mineros asociados al manganeso, ubicados en los municipios de Viterbo en el Departamento de Caldas, Dabeiba y Santa Barbara en el Departamento de Antioquia.



Sustitutos [5]



✓ El manganeso no tiene sustitutos satisfactorios para la mayoría de sus aplicaciones.



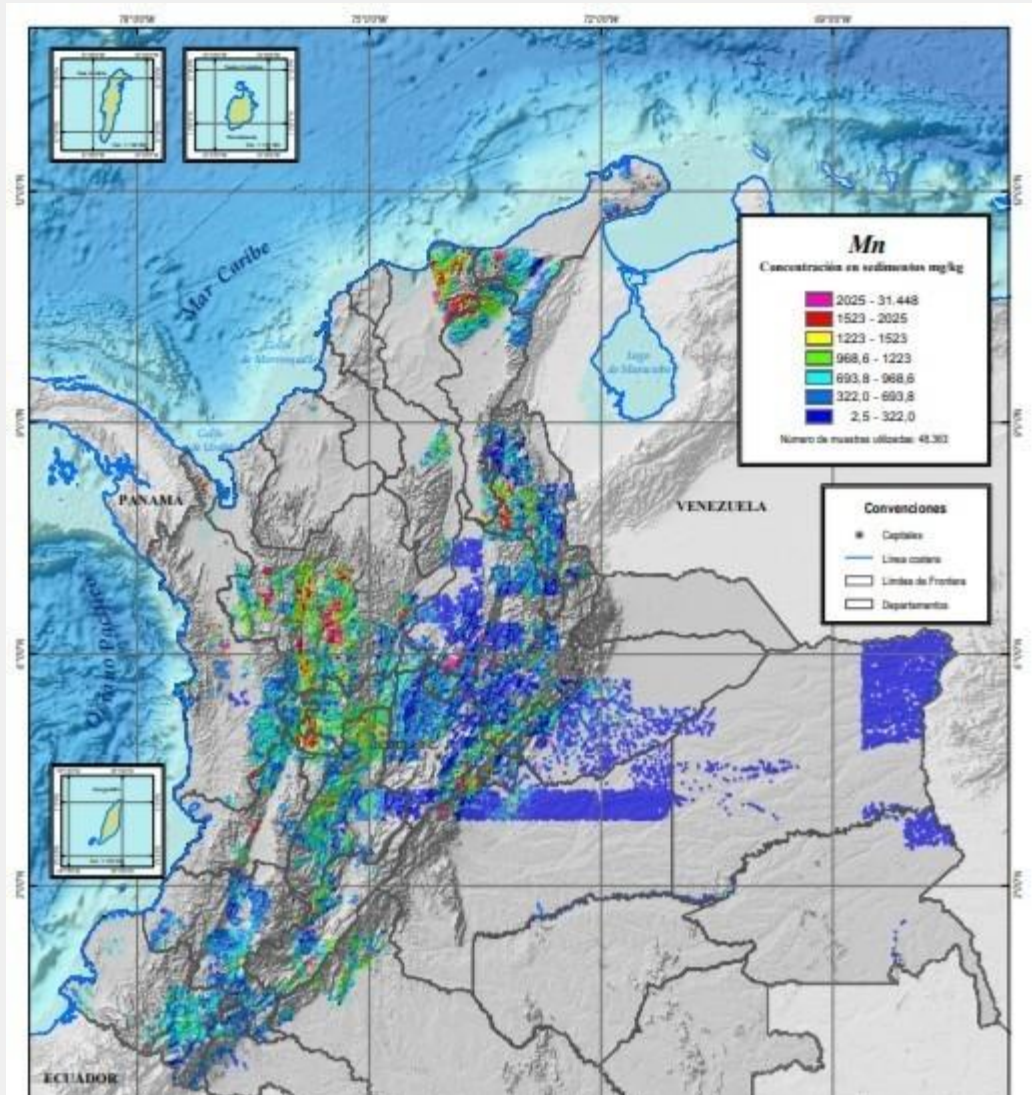
El manganeso tiene un rol esencial en mantener la salud en el cuerpo humano [6].



El mineral desde las fuerzas motoras críticas

Atlas geoquímico de Colombia, concentración de manganeso tomado del Servicio Geológico Colombiano [9]

Dotación minera y su conocimiento



En Colombia, se presentan manifestaciones de manganeso en Antioquia, Boyacá, Huila, Valle del

Cauca, Magdalena, Norte de Santander, Tolima y Nariño [10].



Análisis del Balance

Información de clasificación: Manganeso

- Mineral: Manganeso
- Código CIIU: 0729
- Nombre CIIU: Extracción de otros minerales metalíferos no ferrosos n.c.p.
- Código CPC: 1429001
- Nombre CPC: Minerales de manganeso y sus concentrados
- Unidad: Toneladas
- Usos (global): El manganeso es esencial para producir acero inoxidable de bajo costo. Se usa para eliminar el traqueteo en los motores al ser adicionado a la gasolina sin plomo, lo que aumenta el octanaje. Se usa en la fabricación de las latas de aluminio para bebidas, y baterías desechables. El dióxido de manganeso se usa para fabricar pinturas.
- Usos (local): Industria siderúrgica en ferroaleaciones del acero, y en el tratamiento de aguas residuales en redes de alcantarillado.

Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016

Capítulo: Manganeso

Cifras en Toneladas

	2012	2013	2014	2015	2016
Oferta					
Producción	185	194	88	58	0
Importaciones	23.057	18.299	15.994,0	19.594	17.576
Total oferta	23.242	18.493	16.082	19.652	17.576
Utilización					
Consumo intermedio	23.057	18.299	15.994,0	19.594	17.576
Variación de existencias	161	194	88	58	0
Exportaciones	24	0	0	0	0
Total utilización	23.242	18.493	16.082	19.652	17.576

DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística [2].

Oferta

Como se puede observar en la tabla de Balance, para todos los años en estudio (2012 – 2016), el principal componente de la oferta se encuentra representado por las importaciones de manganeso, en porcentajes superiores al 99% del total de la oferta. En contraste, la producción sólo representa un valor aproximado del 1% de la oferta.

Oferta Manganeso 2012-2016 (en toneladas)



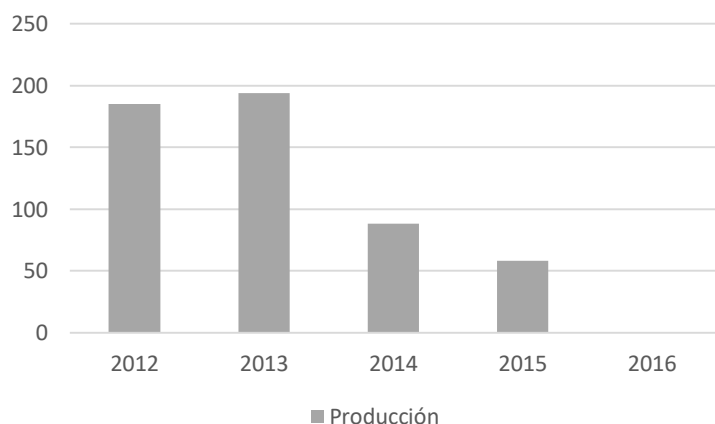
DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística [2].

Producción

Al observar el comportamiento de la producción de los últimos 5 años en la siguiente gráfica, se puede evidenciar:

- Un ligero crecimiento de un 5% para el periodo de 2012 a 2013.
- Después de este crecimiento se evidencia un decrecimiento en los últimos años, hasta parar la producción en 2016. Las tasas de decrecimiento fueron de 55% y 34%, para los periodos de 2013 a 2014, y de 2014 a 2015, respectivamente.

**Comportamiento Producción Manganeso
2012-2016 (en toneladas)**



DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística [2].

El manganeso en Colombia se explota en la mina La Sombra, en el municipio de Apia del departamento de Risaralda desde hace más de 50 años [11]. En esta mina se encuentran minerales de manganeso dentro de rocas de afinidad submarina, pertenecientes al Complejo Vulcano-Sedimentario de Cañasgordas [11].

Importaciones

El comportamiento de las importaciones se presenta en la siguiente gráfica. En esta se puede ver que las importaciones para los años 2012 a 2015, mostraron tendencia a la caída, con un repunte circunstancial en 2015, para nuevamente caer en el 2016.

Las importaciones del mineral de manganeso rondan las 20,000 toneladas, supliendo las necesidades de la industria nacional. En la serie se presentan diferencias entre las cantidades importadas y las utilizadas anualmente en la industria manufacturera. Según el DANE, estas diferencias se pueden explicar especialmente, por las expectativas de los productores frente a los precios internacionales. Para el año 2014 se importaron 36.000 mil toneladas, que sobrepasó la capacidad nacional de utilización.

Utilización

Como se evidencia en la tabla de oferta y utilización, el mayor rubro que compone la utilización en cada año de los últimos 5 años ha sido el consumo intermedio. Aun cuando se presentan datos de exportación en el 2012, estas corresponden solo a un 0,1% del total de la oferta.

En consecuencia, dado que la producción no es suficiente para cubrir las necesidades de la industria interna, la demanda es cubierta por las importaciones.

Según informó el DANE, el consumo intermedio se calculó a partir de los datos de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM), haciendo un ajuste a la información en relación a los precios del principal consumidor de manganeso.

En este sentido, la información de la EAM, requirió de una depuración importante en la definición del mercado del manganeso, dado que sin este ejercicio, los cambios se darían a través de la variación de existencias, que no serían consistentes con las disponibilidades de almacenamiento del mineral.

Por su parte, la variación de existencias se presentan como el resultado de la deducción del consumo de mineral del total de mineral comprado, ajustado por el argumento del principal consumidor.

Finalmente, según los registros provenientes de la DIAN, las exportaciones de manganeso en Colombia son nulas en la práctica.

El mineral desde sus principales usos

El manganeso tiene numerosas aplicaciones que afectan a nuestra vida cotidiana como consumidores, ya sea de objetos hechos de acero, de baterías portátiles o de latas de aluminio para bebidas. En cada caso, el manganeso desempeña un papel vital en la mejora de las propiedades de las aleaciones y compuestos involucrados en cada aplicación específica.

Sin ser excluyente de otras actividades industriales, se destaca el papel clave del mineral en el desarrollo de diversos procesos de fabricación de acero y su importancia continua se debe al hecho de que aproximadamente el 90% de todo el manganeso que se consume anualmente se destina al acero como elemento de aleación.

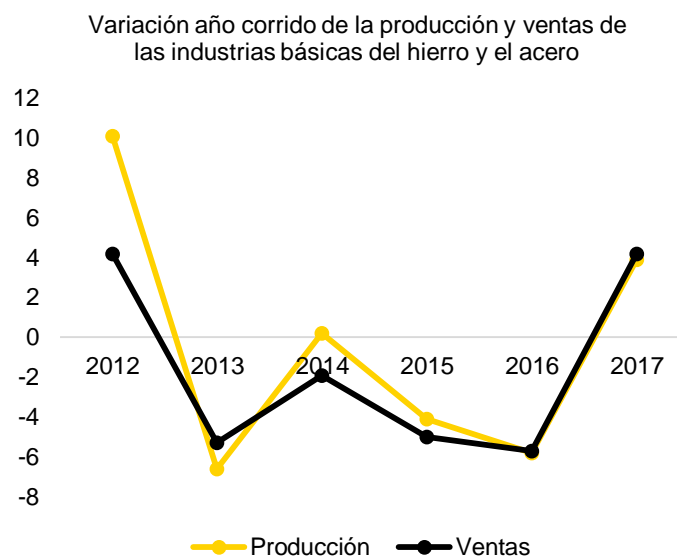
No se ha identificado ningún sustituto satisfactorio para el manganeso en el acero, que combina su precio relativamente bajo con beneficios técnicos sobresalientes. Esto es poco probable que cambie. Después del acero, el segundo mercado más importante para el manganeso, en forma de dióxido, es el de las baterías portátiles de células secas [6].

De acuerdo al Comité Colombiano de Productores de Acero, la industria del acero representa alrededor del 10,6% del PIB industrial del país. De igual manera, la industria cuenta con una capacidad instalada de 2,2 millones de toneladas y en 2017 se logró una producción total de 1,4 millones de toneladas de acero [12].

El mercado del acero en Colombia se ha visto afectado por las medidas de protección comercial que ha tomado Estados Unidos frente al acero y aluminio. Ésta situación ha provocado que China como principal productor de acero comience a buscar nuevos mercados para llevar sus productos, ocasionando que en Colombia las importaciones de acero aumenten en un 30% para el primer semestre del 2018 [13].

En cuanto a la producción de acero en Colombia, en el país existen 5 empresas siderúrgicas que se dedican exclusivamente a la producción de aceros largos. El grueso de la producción de acero colombiana se realiza a partir del procesamiento de chatarra en horno eléctrico [14].

Adicional, la Cámara Colombiana del Acero estima que dos terceras partes del consumo de acero en Colombia es importado, debido a que la capacidad de producción en el país es limitada entre otras por no contar con la suficiente cantidad de chatarra para el proceso de producción [15].



DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
Encuesta mensual manufacturera [16].

La anterior gráfica son los resultados a diciembre de la variación año corrido de la Encuesta mensual manufacturera (EMM), que realiza el DANE, para las industrias básicas del hierro y el acero. En esta gráfica se ve como las ventas y la producción han tenido un crecimiento negativo para los años 2013 y 2016, con una recuperación en 2017.

■ En la sección de anexos se encuentra el Balance de Manganeso referente a oferta y utilización en valores; referenciado como Anexo R

Bibliografía

- [01] «Valoración de Reservas Mineras». [En línea]. Disponible en: <https://www.minminas.gov.co/en/valoracion-de-reservas-mineras>. [Accedido: 27-nov-2018].
- [02] Departamento Administrativo Nacional de Estadística, «Balances Oferta Utilización - Minerales estratégicos», oct. 2018.
- [03] Agencia Nacional de Minería, «Mapa de regalías», octubre 2018.
- [04] Agencia Nacional de Minería - ANM, «Títulos publicados en el RUCOM». 21-nov-2018.
- [05] Government Publishing Office, Mineral Commodities Summary 2018. S.L.: U S Govt Printing Office, 2018.
- [06] International Manganese Institute, «Applications | International Manganese Institute». [En línea]. Disponible en: <http://www.manganese.org/about-mn/applications/>.
- [07] Departamento Administrativo Nacional de Estadística, «Histórico de exportaciones»,
- [08] Departamento Administrativo Nacional de Estadística, «Histórico de importaciones»,
- [09] Servicio Geológico Colombiano, «Atlas Geoquímico De Colombia Concentración De Minerales De Manganeso», 2016.
- [10] Unidad de Planeación Minero Energética - UPME-, «Plan Nacional de Desarrollo Minero con Horizonte a 2025. Minería responsable con el territorio», Unidad de Planeación Minero Energética, 2017.
- [11] Juan Felipe González Meza., «Explotación de manganeso en la mina La Sombra, Apía»
- [12] «ANDI - Cámaras Sectoriales». [En línea]. Disponible en: <http://www.andi.com.co/Home/Camara/6-comite-colombiano-de-productores-de-acero>. [
- [13] «¿Por qué han crecido en Colombia las importaciones de acero? | RCN Radio». [En línea]. Disponible en: <https://www.rcnradio.com/economia/importaciones-de-acero-van-en-aumento-en-colombia>.
- [14] Acero en revista, «PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE ACERO EN COLOMBIA 2005-2016», InfoAcero, 10-jul-2017. [En línea]. Disponible en: <https://infoacero.camacero.org/produccion-y-consumo-de-acero-en-colombia-2005-2016/>.
- [15] D. la Opinión, «Colombia compra más acero del que exporta», La Opinión. [En línea]. Disponible en: <https://www.laopinion.com.co/economia/colombia-compra-mas-acero-del-que-exporta-150791>.
- [16] Departamento Administrativo Nacional. «Encuesta Mensual Manufacturera», 2018. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/industria/encuesta-mensual-manufacturera>



Metodología para Diseño de Cuentas Satélites Mineras





En las siguientes páginas se presenta un marco metodológico para elaborar la Cuenta Satélite de la minería en Colombia, que describe los pasos para la medición de la economía minera mediante la elaboración de la cuenta satélite desde el enfoque de los balances oferta utilización y las cuentas de producción y generación del ingreso.

Contenido temático:

1. Las cuentas Satélite en el campo de la medición económica

- Las cuentas Satélite en el marco del Sistema de Cuentas Nacionales de Naciones Unidas. En que consiste y cuál es la diferencia con el marco Central del Sistema
- Importancia y desarrollo de las cuentas Satélite en el análisis sectorial Colombiano.
- La economía minera y la cuenta satélite de la actividad y del sector minero. El Plan de desarrollo minero.

2. La Cuenta Satélite de la minería en el Sistema de Cuentas nacionales.

- Medición de la economía en las Cuentas Nacionales: el enfoque análisis de los bienes y servicios y del sector institucional minero.
- La cuenta satélite minera en los dos enfoques establecidos para el análisis de la economía minera.
- El sistema estadístico vigentes que apoya la cuenta satélite, el originado en las instituciones mineras y el complementario originado en la encuesta económicas y de comercio exterior.
- Cobertura de los minerales con información estadística de producción comprobada.

3. Medición de la economía minera mediante la elaboración de la cuenta satélite

- El enfoque integrado: balances de oferta – utilización, cuenta de producción y cuenta de la generación del ingreso.
- Que es un balance de oferta utilización de producto, para que sirve en el análisis



Antecedentes

Dada la importancia de la minería en la generación de riqueza y potencial de desarrollo, requiere de la creación de un mecanismo estadístico que suministre información actualizada y organizada en un marco contable, donde tenga cabida toda la información socio económica del sector. Este mecanismo de registro de las transacciones económicas del sector minero, se denomina “Cuenta satélite de la minería”.

Las cuentas satélite amplían la capacidad analítica que brinda la contabilidad nacional; así, su objetivo general es elaborar información estadística precisa, continua y comparable que evidencie la dinámica del sector de la minería en la actividad económica del país, a partir de la identificación de los productos y actividades propias.

En Colombia se han elaborado cuentas satélite para la cultura, el turismo, la agroindustria, la salud y las tecnologías de la información y las comunicaciones, cuyo objetivo se basó en ampliar el conocimiento sobre la dinámica económica de estos sectores en particular.

Justificación

El proceso de planeación de la minería en Colombia puede verse fortalecido con un sistema estadístico que suministre información verídica sobre las actuales condiciones de producción y explotación de las actividades mineras; información con la que se puedan organizar planes de mediano y corto plazo, con viabilidad para proyecciones de desarrollo del sector. Las cuentas nacionales y las cuentas satélites son un sistema de análisis tanto económico como estadístico, que permite conocer periódicamente la situación económica de las actividades y constituye en sí mismo, un sistema de información estadístico elaborado con parámetros técnicos de aceptación internacional.

La cuenta satélite es un sistema que estaría en capacidad de suministrar información económica sobre aspectos relacionados con el abastecimiento interno de los productos mineros y de los comportamientos económicos de las empresas vinculadas verticalmente a esta actividad; para este propósito analítico, se elaboran análisis integrados de oferta y demanda y de cuentas de producción. En síntesis, esta cuenta satélite da razón de: los mercados de bienes y servicios, el valor agregado de las diferentes actividades mineras y cuadros que integran estos enfoques de análisis.

Introducción

El presente documento plantea la metodología para la construcción de una cuenta satélite para la minería, buscando ampliar, con elementos complementarios, las capacidades analíticas - de las más recientes aproximaciones a la medición de las actividades y productos de la minería. Esta ampliación de basa en las recomendaciones internacionales entorno a la medición económica.

Para tal fin, el documento se divide en cinco partes. En la primera se abordarán los elementos conceptuales del marco general de las cuentas nacionales, las cuentas satélite y las cuentas a precios corrientes y a precios constantes; en la segunda parte, se expondrán algunas experiencias con la elaboración de las cuentas satélite en Colombia; en la tercera parte, se presentará la metodología para la elaboración de la cuenta satélite, en la cuarta parte, se abordaran las técnicas estadísticas para elaborar la cuenta satélite de la minería y finalmente, en la quinta parte, se expondrá la metodología para elaborar las cuentas a precios corrientes, precios constantes del año anterior y las serie encadenadas con referencia a un año, para los estudios de corto y largo plazo.

PRIMERA PARTE: LOS ELEMENTOS CONCEPTUALES DEL MARCO GENERAL DE LAS CUENTAS NACIONALES Y LAS CUENTAS SATÉLITE

1. EL MARCO CENTRAL DE LAS CUENTAS NACIONALES

Las cuentas nacionales son una técnica de síntesis estadística basada en las definiciones conceptos y clasificaciones del SCN (Sistema de Cuentas Nacionales) en su versión 2008, este manual se elaboró bajo el auspicio de la Organización de las Naciones Unidas, la Comisión Europea, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, el Fondo Monetario Internacional y el Banco Mundial y es el conjunto normalizado y aceptado internacionalmente de recomendaciones relativas a la elaboración de mediciones de la actividad económica de acuerdo con convenciones contables estrictas, basadas en principios económicos; permite elaborar y presentar los datos económicos en un formato destinado al análisis económico, a la toma de decisiones y a la formulación de la política económica

En Colombia, la entidad encargada de llevar a cabo la medición de la economía es el DANE, a través de la dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales.

SCN 2008 párrafo 1.1.

El sistema permite elaborar cuentas que son completas, coherentes e integradas y constituyen algo más que una instantánea de la economía en un momento determinado, ya que en la práctica se elaboran para una sucesión de períodos, por lo que proporcionan un flujo continuo de información que resulta indispensable para el seguimiento, análisis y evaluación de los resultados de una economía a lo largo del tiempo...

El SCN propone la medición de la economía mediante la elaboración de las cuentas del marco central y las cuentas satélite.

SCN 2008 párrafo 1.2.

1.1. LAS CUENTAS DEL MARCO CENTRAL Y CIRCUITO ECONÓMICO

El SNC, a través de las cuentas del marco central, “describen los fenómenos esenciales que constituyen el comportamiento económico”, es decir, que su objetivo es medir el circuito económico; en este circuito intervienen empresas, hogares, el gobierno y el resto del mundo y tiene su inicio cuando las empresas producen bienes y servicios, los cuales pueden ser utilizados por otras empresas en futuros procesos productivos, es decir, que se constituyen en consumo intermedio o pueden destinarse a la satisfacción directa de necesidades individuales o colectivas por parte de los hogares o el Gobierno, lo que se considera como consumo final, o aumentar la capacidad productiva de las empresas lo cual sería formación bruta de capital fijo, o almacenarse como inventarios para su posterior utilización o venta.

SCN 2008 párrafo 2.2.

No todos los bienes y servicios pueden ser producidos por las empresas nacionales, una parte de ellos es necesario importarlos y, así mismo, no todos los bienes y servicios producidos en el país se utilizan en la economía nacional, una parte de ellos se exporta, determinando de esta manera las relaciones con el resto del mundo.

Del desarrollo de los procesos productivos se obtiene el valor agregado, del cual, una parte se destina a los hogares como pago por el aporte del factor trabajo, es decir, remuneración a los asalariados, otra se destina al Gobierno en forma de impuestos para garantizar el marco institucional donde se desarrolla la actividad productiva y, finalmente, el saldo es un excedente que se destina al capital.

El valor agregado y sus componentes, la remuneración a los asalariados, los impuestos y los excedentes de explotación se convierten en el ingreso primario que circulará por la economía entre sus diferentes agentes, hogares empresas, Gobierno, a través de los procesos de asignación, distribución y utilización, en donde se toman las decisiones de consumir o de ahorrar, este último servirá para financiar la inversión de otros sectores mediante la intervención del sistema financiero.

En la óptica de los productos:

La cantidad de un producto disponible para ser utilizado dentro de la economía debe haber sido provista ya sea por la producción interna o por las importaciones. La misma cantidad de un producto que ingresa a la economía en un período contable debe ser usada para el consumo intermedio, el consumo final, la formación de capital (incluyendo variaciones de existencias) o las exportaciones.

SCN 2008

Estas dos afirmaciones se pueden combinar y traducir en la siguiente expresión de equilibrio de un producto:

$$\text{PRODUCCIÓN} + \text{IMPORTACIONES} = \text{CONSUMO INTERMEDIO} + \text{CONSUMO FINAL} + \text{FORMACIÓN DE CAPITAL} + \text{EXPORTACIONES}$$

SCN 2008 párrafo 14.4.

Desde la óptica de las unidades de las industrias, se estudian los establecimientos que producen los bienes y servicios; en este enfoque se estudia la producción y los insumos requeridos en el proceso productivo generando el valor agregado del cual se remuneran los factores de producción.

$$\begin{aligned} \text{PRODUCCIÓN} - \text{CONSUMO INTERMEDIO} &= \text{VALOR AGREGADO BRUTO} \\ \text{VALOR AGREGADO BRUTO} - \text{REMUNERACIÓN A LOS ASALARIADOS} - \text{IMPUESTOS A LA PRODUCCIÓN} &= \text{EXCEDENTES DE EXPLOTACIÓN} \end{aligned}$$

Ambas ópticas, la de los equilibrios oferta utilización y la de las industrias se combinan en el Cuadro Oferta - Utilización (COU), el cual es:

“una herramienta poderosa con la cual comparar y contrastar datos de varias fuentes y mejorar la coherencia del sistema de información económica. Ellos permiten un análisis de mercados e industrias y hacen posible estudiar la productividad a este nivel de desagregación. Cuando, como es usualmente el caso, los cuadros de oferta y utilización se construyen a partir de datos de establecimientos, ellos proveen un vínculo a las estadísticas económicas detalladas más allá del ámbito del SCN”.

Por su parte, las cuentas de los sectores institucionales analizan la circulación del ingreso y la adquisición de activos y pasivos, y la definición del patrimonio entre los diferentes sectores institucionales, Hogares, Sociedades no financieras, Sociedades financieras, el Gobierno y las Instituciones sin fines de lucro al servicio de los hogares. El análisis de la circulación del ingreso se realiza a través de las operaciones de producción, generación del ingreso, asignación del ingreso, distribución, redistribución y utilización del ingreso; por su parte, el análisis de activos y pasivos, y la definición del patrimonio, se analiza a través de las cuentas de acumulación y las cuentas de balance.

Tanto las cuentas de bienes y servicios, como las cuentas de los sectores institucionales, deben ser coherentes entre si permitiendo la consistencia del sistema de Cuentas Nacionales.

SCN 2008 párrafo 14.3.

1.2. LAS CUENTAS SATÉLITE Y EL MARCO CENTRAL

El marco central del SCN expuesto anteriormente, dadas sus características en términos de conceptos, definiciones y de sistema contable, presenta rigor técnico en su aplicación limita los estudios sobre temas de interés particular; no obstante, este marco de contabilidad nacional

“se puede utilizar de manera flexible para prestar una mayor atención a aspectos específicos de la vida económica. Una gran ventaja del SCN es que la articulación del sistema es suficientemente robusta y que en su implementación puede incorporarse un elevado grado de flexibilidad, manteniéndose al mismo tiempo integrado y completo desde el punto de vista económico e internamente consistente”.

SCN 2008 párrafo 29.1.

En términos generales existen dos tipos de cuentas satélite. Una de ellas supone un reordenamiento de las clasificaciones centrales y la posibilidad de introducir elementos complementarios. Estas cuentas satélite cubren, por lo general, cuentas específicas y vinculadas con campos determinados como la educación, el turismo y los gastos de protección del medio ambiente y pueden considerarse como una extensión de las cuentas de un sector clave.

SCN 2008 párrafo 29.5.

Por su parte, el segundo tipo de análisis satélite fundamentalmente se basa en conceptos alternativos a los del SCN. Esto implica, por ejemplo, una frontera de producción diferente, una concepción ampliada del consumo o de la formación de capital, una ampliación del ámbito de la frontera de los activos, entre otros elementos.

SCN 2008 parágrafo 29.6.

1.3. EL MARCO CENTRAL Y LAS CUENTAS DEL AÑO BASE Y LAS CUENTAS EN EVOLUCIÓN

Las cuentas nacionales del marco central, en particular las referentes a las cuentas de bienes y servicios, generalmente se construyen para un año considerado como base y las cuentas de los otros años que le siguen son cuentas corrientes.

Las cuentas del año base tienen como objetivo principal establecer los niveles de las variables y las estructuras del sistema. Es un año para el cual todos los trabajos están dirigidos a calcular, en valores absolutos, todas las variables y cuentas del sistema, a la vez que se revisan las definiciones, los conceptos, las clasificaciones y los métodos de cálculo. Para elaborar las cuentas de este año, se requiere disponer de datos lo más detallado posible, y además, desarrollar estudios especiales de orden metodológico y generar información básica. Por otra parte, da la posibilidad de incorporar nuevas fuentes de información y aprovechar mejor las existentes, a la vez que constituyen el punto de partida de las estimaciones de los años siguientes.

Bases de contabilidad nacional Cortez Pinzon 1993.

La elaboración de los años estructurales (año base) en las cuentas de bienes y servicios resultan ser un ejercicio de investigación estadística de gran magnitud que implican tiempo considerable en realizar y, por lo tanto, los cambios de año base o de la definición de la estructura de la economía, se realiza cada 10 años. Estas estructuras económicas revisadas con el cambio de año base, constituye el marco contable que contiene, los nuevos niveles y ponderaciones sectoriales sirve para evolucionar la economía a partir de las investigaciones estadística que se harán cada año para medir la economía en los años corrientes.

Las cuentas corrientes por lo tanto, tienen la finalidad de establecer los cambios de un periodo a otro, bajo el “supuesto de que a corto plazo, las estructuras no se modifican sustancialmente, por lo que es necesario un menor acervo de información” y son la extrapolación de la estructura del año base mediante la utilización de índices de valor, volumen y precio.

Bases de contabilidad nacional Cortez Pinzon 1993.

1.3.1. Índices de valor volumen y precio y las cuentas a precios corrientes y a precios constantes. Para medir los cambios en la economía que ocurren de un periodo a otro, se debe tener en cuenta que las transacciones de la economía se dan generalmente a precios del periodo de análisis, o lo que es lo mismo, en valores corrientes, lo cual quiere decir que las cantidades del momento 1 están valoradas a los precios del momento 1 y se relaciona con el valor corriente del periodo anterior (cantidades del momento 0 a precios del momento 0) a través de un índice de valor

$$\text{Indice de Valor} \frac{1}{0} = \frac{\sum p_1 \times q_1}{\sum p_0 \times q_0} \times 100$$

Donde,

$p_1 \times q_1$ = valor corriente del periodo 1

$p_0 \times q_0$ = valor corriente del periodo 2

El índice de valor tiene implícito los cambios en precios $\frac{\sum p_1}{\sum p_0}$ y cambios en volumen $\frac{\sum q_1}{\sum q_0}$

Existe un especial interés de los analistas por aislar, de los crecimientos en valor o corrientes, el efecto precios y poder estudiar así el crecimiento en volumen; para lograr este objetivo se deflactan los valores corrientes utilizando índices de precios generalmente tipo Paasche. Este índice de precios es una media ponderada de los precios de una canasta de bienes y servicios con una ponderación actualizada y se expresa de la siguiente manera.

$$\left(I_{pP} \frac{1}{0} \right) = \frac{\sum p_1 \times q_1}{\sum p_0 \times q_1} \times 100$$

Donde;

$p_0 \times q_1$ = cantidades del momento 1 valoradas a los precios del momento 0, que se refiere a un valor constante

El resultado de esta operación es una transacción en valores constantes y es posible asociarlo con el índice de volumen tipo Laspeyres, el cual es una media ponderada de índices de volumen de una canasta de bienes y servicios, cuya base es el valor corriente del periodo anterior y se expresa de la siguiente manera:

$$I_{volL} \frac{1}{0} = \frac{\sum p_0 \times q_1}{\sum p_0 \times q_0} \times 100$$

El índice de volumen es la medida perfecta para estudiar el crecimiento real de una variable económica ya sea la producción, las importaciones, la demanda intermedia o la demanda final, tomando un año como referencia desde donde podrían compararse los valores de una serie temporal.

SEGUNDA PARTE: EXPERIENCIAS EN LA ELABORACIÓN DE LAS CUENTAS SATELITE EN COLOMBIA Y LA SATELITE MINERA EN EL AMBITO DEL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO MINERO

2.1. IMPORTANCIA Y DESARROLLO DE LAS CUENTAS SATELITE EN EL ANÁLISIS SECTORIAL COLOMBIANO

En Colombia, por intermedio del DANE, se han elaborado los dos tipos de cuentas satélite, con el objetivo de analizar estudiar y medir las particularidades de un sector sin desconocer los lineamientos, conceptos y definiciones del SCN 2008; se han realizado:

la Cuenta satélite de la agroindustria: ha permitido detallar las relaciones insumo producto entre los productos agropecuarios como la palma, el maíz, sorgo y soya, el ganado bovino, el ganado porcino y aves de corral y sus productos industriales derivados como el aceite crudo de la palma, la carne en canal de ganado bovino, porcino y de aves, y la molinería; este ejercicio ha servido para complementar los estudios sobre agro cadenas que adelantan el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y que son la base estadística para fortalecer los ejercicios de planificación en este sector clave para el país.

Cuenta satélite de cultura: enmarcado en la Constitución Política Colombiana, la Ley General de Cultura del año 1997, la Ley de Fomento a la Cultura (Ley 1014 de 2006), así como el Conpes 3162 y el Plan nacional de desarrollo 2006 – 2010, nace la necesidad de construir mediciones económicas relativas a los campos culturales, para suministrar la información estadística necesaria para soportar las acciones de las entidades que tienen bajo su responsabilidad el fomento, la promoción y financiamiento de actividades económicas enfocadas a los campos culturales.

Para responder a esta necesidad se crea la Cuenta satélite de la cultura, concebida como un sistema de información basado en un conjunto de cuadros integrados de manera sistemática, coherente y consistente que sintetiza toda la información estadística disponible para analizar la oferta y utilización de los bienes y servicios y la generación del ingreso primario de las actividades características del campo cultural “que está conformado por los siguientes segmentos: Creación - Derechos de autor; Artes escénicas y espectáculos artísticos; Artes plásticas y visuales; Libros y publicaciones; Audiovisual; Música; Diseño; Juegos y juguetería; Patrimonio material; Patrimonio inmaterial; Educación Cultural”.

Metodología General de Cuenta Satélite de Cultura.

Cuenta satélite de turismo: la Organización Mundial del Turismo (OMT), desde la década de los noventa, ha impulsado la construcción de un sistema de medición económica basado en el marco central de las cuentas nacionales; una serie de aproximaciones se han realizado en Colombia con el objetivo de brindar al país un sistema de información coherente y consistente que pueda soportar las decisiones de inversión y promoción estratégica de sectores clave de turismo.

En síntesis un factor en común en el estudio de estas cuentas satélite es que existe la necesidad de construir un sistema de información integrado consistente, basado en el marco general de las cuentas nacionales que permita a las autoridades analizar aspectos como la productividad, los mercados, la informalidad, los ingresos generados de las actividades productivas y las contribuciones a la economía en general, el fomento a la formalización empresarial, la evolución a economías de escala, analizar el acceso a mercados, y el empleo directo e indirecto.

Ya que constituyen el sistema de medición económica aceptado internacionalmente, ya que sus características y capacidades analíticas permiten realizar estudios de la economía como un sistema

Cuadro 2. Esquema de matriz utilización.

Código	Productos	Consumo intermedio por rama de actividad										Total consumo intermedio	Exportaciones			Consumo Final				Formación interna bruta de capital	Total Demand
		1	2	3	4	5	6	7					Resto del mundo	Regionales	Total	Hogares	Consumo	Total			
1	Agricultura y ganadería																				
2	Silvicultura																				
3	Minas y canteras																				
4	Productos alimenticios																				
5	Bebidas																				
6	Productos de tabaco																				
7	Productos textiles																				
Compras directas en el territorio distrital por no residentes																					
	Total																				
	TOTAL PRODUCCIÓN																				
	VALOR AGREGADO																				
	Remuneración a los asalariados																				
	Impuestos a la producción																				
	Excedente de explotación																				

Fuente: Tomado de Boletín Cuentas Económicas Distritales y Matriz Insumo producto 2012.

Este es un cuadro de presentación matricial, rectangular, el cual se registra, en las filas, los productos clasificados por CPC y en las columnas las actividades por nomenclatura CIIU. El COU total se presenta en dos cuadros: Cuadro de oferta donde aparece las variables la oferta a precios de comprador; Cuadro de utilización el cual tiene 3 cuadrantes: 1- consumos intermedios por actividad económica, 2- demanda final por tipo de demanda y 3 cuenta de producción y generación de ingreso por actividad económica.

En este sentido, el COU de trabajo de Colombia tiene en las filas 396 productos y en las columnas 109 actividades. El actual nivel de publicación es de 97 productos y 109 actividades

3.2. BALANCE OFERTA - UTILIZACIÓN DE PRODUCTOS

Desde el punto de vista contable, es un registro estadístico coherente entre los elementos de la oferta y los de la demanda. Esta coherencia se realiza tanto en cantidades como en valores. Desde el punto de vista económico, describe los flujos de bienes y servicios y los valores que agregan los diferentes actores que participan en el circuito de la distribución, desde el punto donde se produce o importa, hasta llegar al utilizador final.

Entonces, para elaborar técnicamente un BOU, se requiere conocer, además del origen de la oferta (después de un análisis de completitud tanto de la producción como de las importaciones) establecer la cadenas de valor que tiene el producto en todo el recorrido que ha tenido que hacer para llegar al consumidor final; en este recorrido, pueden existir acopiadores del producto que lo compran y venden sin transformar, adicionándole, en la demanda, un nuevo valor denominado margen comercial. Igualmente, el producto puede estar sometido a gravamen, que igual, al caso del margen de comercio, le adiciona nuevo valor final al producto.

Los análisis de completitud que se hacen cada vez que se mide una variable, es la garantía que los resultados obtenidos serán comparables en el tiempo, pues equivales al estudio de las coberturas estadística o a los universos de las actividades investigadas. Para establecer esta completitud, se hacen análisis demográficos todos los años de las unidades informantes, estableciendo las que continúan, las que desaparecen y las nuevas que aparecen. En la producción se debe distinguir la producción registrada (unidades informantes) de la producción no registrada (informalidad, sub registro y otros). Lo mismo en las importaciones registradas y no registradas (contrabando).

Entonces en el valor final de la demanda a precios de comprador, pueden estar presente, al mismo tiempo, los valores originales de productor, más los márgenes comerciales, los márgenes de transporte e impuestos.

Respecto a las cadenas de valor que se incluyen en los balances, se debe conocer de antemano las características del producto para lograr una repartición correcta en la demanda, así por ejemplo, el grado de acabado, para que sirva, durable, no durable, materia y compradores, lo que ayuda a establecer un correcto balance del producto.

En síntesis, elaborar BOU, es en sí mismo, investigación microeconómica de un producto y se convierte en información estadística de interés para la toma de decisiones en los estudios de mercado, al proporcionar información sobre la disponibilidad de un producto para el abastecimiento interno o en su defecto, la dependencia que tiene el país del mercado externo.

3.3. FORMATO DE BALANCE OFERTA UTILIZACIÓN DE PRODUCTOS Y SUS COMPONENTES

La oferta de una economía abierta está conformada por:
1- Producción Nacional y las Importaciones CIF (cost, insuran and freight).

A estas variables se agregan otras, como los márgenes de comercio, de transporte y los impuestos; valores que se incorporan en el recorrido que tienen los productos en el proceso de distribución, desde el punto de partida (boca de mina y puerto de llegada) hasta el comprador final del producto; 2- la demanda (utilización), para diferente compradores o agentes que tiene roles económicos distintos y son los que determina el tipo de demanda. Cada demanda puede tener componentes diferentes entre bienes nacionales e importados. También las variables de comercio e impuesto impactan de manera diferente a cada tipo de demanda.

El formato que se utiliza para organizar los balances tiene tres columnas para cada año, una, para las cantidades producidas (expresadas en kilos, toneladas, metros cúbicos, quilates); otra para precios por unidad de medida y, por último, el valor de la producción. La presentación para la demanda, es igual, tres columnas.

El formato que utiliza Cuentas Nacionales no tiene publicada la columna de cantidades, no obstante, el SCN recomienda que los análisis de los BOU para la producción agrícola y minera; se haga en un primer momento, en cantidad y posteriormente en valores. Esta recomendación recae en dos hechos: en la disponibilidad estadística de estos productos en todos los países y en el logro de una mayor consistencia en la repartición por tipo de demanda.

Cuando se trata de construir para muchos años series de BOUS se agregan otras columnas con fines de valorar la producción respecto a los precios de un año de referencia (precios constantes).

Ver parte 4 de este documento

3.3.1. Componentes de la oferta.

Se presenta a continuación el formato de la oferta con todos sus componentes

Tabla 1. Transacciones en la oferta

Transacción de Cuentas Nacionales
P.1 Producción precios básicos
P.11 Producción de mercado
P.12 Producción para uso final propio
P.13 Otra producción de no mercado
D.2 + D.3
D.214 Impuestos sobre los productos, excepto el IVA y los impuestos sobre las importaciones y exportaciones
D.213 Impuestos sobre las exportaciones
D.3 Subvenciones a los productos
P. 7 Importaciones CIF precios básicos (B3)
D.212 Impuestos y derechos sobre las importaciones, excluyendo el IVA (B6)
Márgenes de comercio y transporte
Márgenes de comercio
Márgenes de transporte
Impuesto al Valor Agregado (IVA) no deducible

Fuente: Elaboración propia a partir del SCN 2008

Este formato internacional sirve para elaborar los balances en todas las valoraciones recomendada por el Sistema de Cuenta Nacionales: valores precios básicos y valores, precios comprador.

Producción (P1): el primer elemento del formato, es el valor de la producción. Este valor se obtiene multiplicando las cantidades producidas del producto por los precios unitarios de medida (kilos, toneladas, quilates, unidad).

Las cantidades que se deben registrar son las obtenidas efectivamente durante el periodo analizado, sea anual, trimestral o mensual. En cuentas nacionales, el registro de todas las transacciones, incluyendo las de producción, se hace bajo el principio de causación, es decir, que el hecho se reconoce cuando éste se realiza y cuando ha originado un derecho exigible; la producción es independiente de si ésta se venda o se almacene.

En los minerales, es frecuente que exista una oferta de minerales proveniente de la actividad de la recuperación o chatarra como se presenta en: oro, plata, platino, hierro, aluminio y hierro. Esta oferta no hace parte de los análisis de la producción, por cuanto fueron productos producidos o importados en periodos anteriores.

El precio que se utiliza es el que recibe el productor en la mina o en el primer sitio de transacción. Si el minero tiene que entregar el producto en sitio distante de la mina, este precio se debe tomar para valorar la producción. Cada producto minero está identificado con un código que proviene de la clasificación internacional de producto denominada “Clasificación Central de Producto” (CPC). Este código se identifica de igual manera en todo el sistema de información estadística nacional.

$$\text{VALOR BRUTO DE PRODUCCIÓN} = \text{CANTIDADES PRODUCIDAS} \times \text{PRECIOS EN EL SITIO DE PRODUCCIÓN}$$

Importaciones CIF (P7): es el valor; en puerto de llegada del producto importado, en el cual se registran las cantidades (toneladas, unidades, quilates, unidades y los precios. Estos precios de las importaciones se obtienen como precio medio de transacción, es decir dividiendo el valor importado por cantidades registradas (precio implícito) A cada producto lo identifica una posición arancelaria, la cual, a su vez, tiene correspondencia con la CPC.

Derechos arancelarios (D212): los aranceles son porcentajes que debe pagar, por unidad de valor, cada producto importado, los cuales están establecidos según la legislación aduanera. La base tributaria de liquidación es el valor de la importación CIF.

Impuesto al producto (D214): son impuestos, diferentes del Impuesto al Valor Agregado (IVA), que se cobran según la legislación de impuesto. Cada producto tiene una base tributaria diferente.

Nota: Las regalías que paga el titular minero no se consideran impuesto al producto, ya que este es un pago por un derecho de explotación de un recurso natural y, por lo tanto, se clasifica como una renta de la propiedad. La regalía no se incluye en el BOS del producto minero, el cual, se encuentra registrada en otra parte del SCN.

Margen de transporte: es el valor del servicio de transporte (flete) desde la mina hasta el sitio de utilización, es cuando el flete es pagado a un tercero por el comprador del mineral. Si el comprador traslada el mineral hasta el sitio de utilización, utilizando medio de transporte propio, no se configura el margen de transporte. Esta figura de margen de transporte puede ser muy frecuente en el caso de la pequeña minería y en producciones mineras que tengan mucha dispersión geográfica. Cuando el comprador industrial hace el traslado de las compra con sus propios medios de transporte, solo se contabiliza los gastos de combustibles y repuestos como consumo intermedio.

Margen de comercio: es el valor que se agrega a un mineral cuando existe un intermediario que compra en la mina y vende el mismo producto sin transformar a un utilizador final, siendo el margen la diferencia monetaria entre el precio de compra y de venta del producto sin transformar. Cuando el comprador en la mina somete el producto a un proceso de selección y de transformación o adecuación (pulverizado, triturado, molido) ya no es un comerciante, puede tratarse de un proceso industrial o un servicio auxiliar o complementario a la actividad minería.

La existencia del comercio en los productos depende en gran medida de la organización empresarial y el tamaño de las unidades productivas mineras: a mayor número de unidades, más presencia de intermediarios. Si el productor minero es el mismo utilizador industrial (proceso integrado), como es el caso del productor del mineral de hierro y el productor de hierro, producidos ambos por Paz del Río, no existe margen de comercio, pero sí puede haber margen de transporte siempre y cuando el flete hasta el sitio de utilización sea pagado a un tercero. En síntesis el comercio y los márgenes de transportes es función del número de unidades productivas, del tamaño, de la integración de los procesos, de la dispersión territorial y la ubicación de los compradores. Parámetros funcionales que deben estudiarse en los estudios previos a la elaboración de los balances.

Impuesto al valor agregado (IVA): es el valor que debe pagar el consumidor final por el consumo o uso de un bien o un servicio. Este cobro se hace por etapa o cadena, desde la fabricación hasta llegar el consumidor final. Es un impuesto en cascada y puede ser descontado en el proceso de producción cuando las materias primas están igualmente gravadas con IVA. En este caso se habla, entonces, de IVA deducible. El IVA es un impuesto que no grava los productos mineros y, por lo tanto, no es deducible.

Ecuación de la oferta:

*La sumatoria de las variables de producción (1)
+ Importaciones (2) + Derechos arancelarios (3)
+ Impuestos al producto (4) + IVA = Total oferta
precios de comprador*

3.3.2. Componentes de la utilización

En la tabla 2, se detallan los componentes de la utilización a precio de comprador

Tabla 2. Transacciones en la utilización

Transacción de Cuentas Nacionales
P.2 Consumo intermedio precios comprador
P.31 Consumo final Hogares precios comprador
P.32 Consumo final Gobierno precios comprador
P.33 Consumo final precios ISFLSH comprador
P.51 Formación bruta de capital fijo precios comprador
P.53 Adquisición menos disposición de objetos valiosos precios comprador
P.52 Variación de existencias precios comprador
P.6 Exportaciones a precio comprador

Fuente: SCN

El tipo de utilización está determinado por la finalidad del sujeto económico que la adquiere; todas las ventas que se hagan a un agente productivo cuya finalidad económica sea transformar el producto en otro bien o servicio, se denominan consumo intermedio y es una demanda intermedia. Si el bien o servicio, es vendido a un hogar, cuya finalidad es el consumo, la demanda es consumo final. Si el bien es durable y depreciable destinado a uso productivo y además, sirve para aumentar la capacidad productiva futura del país, es formación bruta de capital fijo (FBCF). Si el bien producido o importado, no se utiliza en el año y aumenta el stock almacenado del producto en el periodo, es una variación de las existencias.

En el caso en que el producto se adquiere con fines de reserva de valor, como el caso del oro y las esmeraldas, es demanda por Objetos Valiosos. Por último, si el bien es adquirido por un agente no residente, es una exportación, siempre que se compruebe la transferencia de propiedad.

Consumo intermedio, definición y alcance P2: el consumo intermedio es el valor de los bienes y servicios utilizados en la fabricación de otros bienes y servicios. Los bienes de consumo intermedio son bienes no durables que se consumen en el proceso productivo, destruyéndose o incorporarse, como parte del bien obtenido en la producción. El precio para valorar el consumo intermedio es a precio de mercado en el momento de su utilización. Los productos mineros son esencialmente materias primas y, por lo tanto, se destinan principalmente al consumo intermedio y a las exportaciones. Las cantidades de consumo intermedio utilizado pueden tener origen nacional o importado, lo que facilita separarlas y elaborar balances independientes de origen nacional e importado.

En relación con el valor total del consumo intermedio se presenta en dos valoraciones: valor de la producción destinada al consumo intermedio + valor de las importaciones con destino al consumo intermedio, esta suma, es igual al consumo intermedio a valores básicos. Si a este valor, se le adiciona impuestos al producto, márgenes de transporte, márgenes de comercio e IVA se tiene el consumo intermedio valorado a precio de comprador.

Tabla 3. Ejemplo, valor del consumo intermedio a precios básicos y a precios comprador

Transacción de Cuentas Nacionales
P.2 Consumo intermedio precios comprador
Consumo intermedio precios básicos
Impuestos excepto IVA
Subvenciones a los productos
Márgenes de comercio y transporte
Márgenes de comercio
Márgenes de transporte
IVA no deducible

Fuente: SCN

El tipo de utilización está determinado por la finalidad del sujeto económico que la adquiere; todas las ventas que se hagan a un agente productivo cuya finalidad económica sea transformar el producto en otro bien o servicio, se denominan consumo intermedio y es una demanda intermedia. Si el bien o servicio, es vendido a un hogar, cuya finalidad es el consumo, la demanda es consumo final. Si el bien es durable y depreciable destinado a uso productivo y además, sirve para aumentar la capacidad productiva futura del país, es formación bruta de capital fijo (FBCF). Si el bien producido o importado, no se utiliza en el año y aumenta el stock almacenado del producto en el periodo, es una variación de las existencias.

En el caso en que el producto se adquiere con fines de reserva de valor, como el caso del oro y las esmeraldas, es demanda por Objetos Valiosos. Por último, si el bien es adquirido por un agente no residente, es una exportación, siempre que se compruebe la transferencia de propiedad.

Consumo intermedio, definición y alcance P2: el consumo intermedio es el valor de los bienes y servicios utilizados en la fabricación de otros bienes y servicios. Los bienes de consumo intermedio son bienes no durables que se consumen en el proceso productivo, destruyéndose o incorporarse, como parte del bien obtenido en la producción. El precio para valorar el consumo intermedio es a precio de mercado en el momento de su utilización. Los productos mineros son esencialmente materias primas y, por lo tanto, se destinan principalmente al consumo intermedio y a las exportaciones. Las cantidades de consumo intermedio utilizado pueden tener origen nacional o importado, lo que facilita separarlas y elaborar balances independientes de origen nacional e importado.

En relación con el valor total del consumo intermedio se presenta en dos valoraciones: valor de la producción destinada al consumo intermedio + valor de las importaciones con destino al consumo intermedio, esta suma, es igual al consumo intermedio a valores básicos. Si a este valor, se le adiciona impuestos al producto, márgenes de transporte, márgenes de comercio e IVA se tiene el consumo intermedio valorado a precio de comparador.

Tabla 3. Ejemplo, valor del consumo intermedio a precios básicos y a precios comprador

Transacción de Cuentas Nacionales
P.2 Consumo intermedio precios comprador
Consumo intermedio precios básicos
Impuestos excepto IVA
Subvenciones a los productos
Márgenes de comercio y transporte
Márgenes de comercio
Márgenes de transporte
IVA no deducible

Fuente: SCN

Para calcular los márgenes de comercio y de transporte, cuentas nacionales, realiza un estudio especial para establecer estas variables partiendo de la información que registra dos investigaciones: Encuesta anual de comercio (EAC) y Encuesta Anual Manufacturera (EAM). La primera reporta las ventas de productos y el costo de la mercancía vendida. A partir de estas dos variables se obtiene el margen de comercialización como diferencia entre el valor de venta menos el costo de la mercancía vendida. En EAM, se registra el precio medio de las materias primas que al compararse con los precios de producción o importación el saldo es el margen de comercio.

El margen de transporte se calcula indirectamente de la siguiente manera: Se consulta la encuesta de origen y destino del Ministerio de transporte y se establece para los productos o grupos de productos investigados, un recorrido promedio tonelada kilómetros y con las tarifas de fletes vigentes se establece el margen de transporte.

De los estudios anteriores, surgen las tasas de comercio al por mayor y por menor, como también los costos de transporte o margen de transporte desde la mina hasta el utilizador final. Igualmente el estudio previo se dirige a identificar los servicios de adecuación del producto que prestan terceros y que condicionan el producto para su comercialización.

Consumo final, definición y alcance P.31: es el valor de los bienes durables y no durables y servicios que compran los hogares. Generalmente, los productos mineros no son susceptibles de consumo final por su característica de servir de materias primas. Si los hogares compran arena, piedra para auto construcción de vivienda, esta transacción se registra como consumo intermedio para la actividad de construcción. Si un hogar adquiere una esmeralda tallada este producto es consumo final de origen industrial, no minero.

El valor del consumo final tiene los mismos componentes del consumo intermedio, cambiando los porcentajes de impuestos, margen de transporte y margen de comercio, según los resultados arrojados en los estudios de cadena de valor realizados.

Tabla 4. Ejemplo valor del consumo final a precios básicos y a precios comprador

Transacción de Cuentas Nacionales
P.31 Consumo final Hogares precios comprador
Consumo final Hogares precios básicos
Impuestos excepto IVA % para consumo final
Subvenciones a los productos % para consumo final
Márgenes de comercio y transporte
Márgenes de comercio % para consumo final
Márgenes de transporte % para consumo final
IVA no deducible % para consumo final

Fuente: Elaboración propia a partir del SCN 2008

Formación bruta de capital fijo, definición y alcance

P.51: es el valor de los bienes durables y servicios (economía del conocimiento, actividades creativas, innovación) que incrementa los stock de capital existentes en el País. Los productos mineros no son susceptibles de ser formación bruta de capital fijo, por condición de materia prima para otros procesos, no obstante, existen algunos servicios previos a la explotación, como la exploración que el sistema considera FBCF, independiente de su éxito futuro.

Tabla 5. Ejemplo valor del consumo final a precios básicos y a precios comprador numerar

Transacción de Cuentas Nacionales
P.51 Formación bruta de capital fijo precios comprador
Formación bruta de capital fijo precios básicos
Impuestos excepto IVA % para FBC
Subvenciones a los productos % para FBC
Márgenes de comercio y transporte
Márgenes de comercio % para FBC
Márgenes de transporte % para FBC
IVA no deducible % para FBC

Fuente: SCN

Variación de existencia, definición y alcance: es la modificación o incremento en el valor del stock del producto durante un periodo; su cuantificación anual se hace por diferencia entre el valor del stock al 31 de diciembre respecto al valor del mismo al 1 de enero del mismo año. Cuando el cambio en valor se hace por las diferencias entre las cantidades en los dos periodos, el cálculo del valor se hace menos complicado al aplicar el precio medio anual del producto. No se considera variación de existencia a los cambios en las reservas comprobadas del recurso minero.

Objetos valiosos, definición y alcance: es el valor del bien adquirido como reserva de valor el cual se tipifica especialmente en los casos de las obras de arte y de minerales preciosos, como el oro, platino y la esmeralda. El oro como reserva monetaria no entra en esta clasificación. La información estadística para cuantificar esta demanda es inexistente.

Exportaciones, definición y alcance: es valor de las ventas de los productos mineros a los no residentes, siempre que se constate el cambio de propiedad. El valor de la demanda tiene todos los elementos del BOU.

3.4. VALORACIONES E IGUALDADES CONTABLES EN EL FORMATO OFERTA-UTILIZACIÓN

El formato utilizado en el BOU contiene una serie de igualdades en la valoración que deben cumplirse para que todo el sistema quede cuadrado y consistente tanto al interior de cada balance como al nivel total de la economía. La suma de la producción de todos los BOUs corresponde a la producción total nacional, la suma de los márgenes de cada producto es igual a la producción de comercio y así para todas las variables de la oferta. En la demanda, la suma de las exportaciones de los BOUs es el total de las exportaciones del país.

3.4.1. Igualdad contable entre oferta y demanda a valores básicos.

La producción y las importaciones CIF se valoran a precios básicos. Los precios básicos en la producción, son el ingreso que recibe el productor por unidad producida, el cual no contiene ni márgenes ni impuestos; es el precio del producto en finca, boca de mina o en puerta de fábrica, antes de iniciar el proceso de comercialización. No obstante, si el productor minero tiene que sacar su producción a un centro de acopio cercano a su mina o lo vende directamente en un mercado regional o directamente a la puerta de fábrica, el precio básico es el que recibe en ese sitio de transacción. Igual sucede en los productos industriales donde el mismo productor (OUTLET) lo entrega directamente al comprador en un sitio diferente a la ubicación de la fábrica.

En las importaciones, el valor básico es el valor CIF de las mercancías en puerto, lo que es equivalente a la boca de mina en los productos mineros. Entonces:
(1)- La oferta a valores Básicos es igual a la producción a valores básicos + las importaciones CIF a valores básicos.

(2)- La demanda a valores básicos es igual al consumo intermedio a valores básicos + consumo final a valores básicos + formación bruta de capital a valores básicos + variaciones de existencia a valores básicos + objetos valiosos + exportaciones a valores básicos

3.4.2. Igualdad contable entre oferta y demanda a precios de comprador.

Una vez se establece la igualdad de la oferta y la demanda en valores básicos, se procede a valorar cada demanda a precios de comprador, agregando los impuestos, los márgenes de transporte y de comercio. En este punto, es necesario hacer algunas aclaraciones que marcan la ruta metodológica para esta valoración.

Los datos autónomos que componen la oferta son: el valor de la producción (se originan en la información estadística de producción nacional), el valor de las importaciones CIF (se origina en las estadísticas de comercio exterior), los impuestos al producto (recaudo efectivo de la administración pública), mientras que los márgenes de comercio y los márgenes de transporte son valores que se originan en cada tipo de demanda a las cuales se ha aplicado tasas diferenciadas de márgenes e IVA, provienen de investigaciones especiales realizados para tal fin, es así como cuentas nacionales, tiene tasas diferentes de márgenes para cada demanda en función de la práctica comercial y canales de comercialización, mayorista o minorista. Si la demanda es consumo intermedio (integración vertical, compras directas), generalmente la tasa de comercialización es menor que la del consumo final, donde se encuentran muchos intermediarios

En síntesis, para cada demanda se estudia y aplican las tasas diferenciadas de margen de comercio, transporte y de IVA, por consiguiente, en la oferta se registra el margen de comercio total que es a su vez suma del margen de comercio de cada demanda y así mismo, para las otras variables.

(3)-margen de comercio total en la oferta = \sum MCI+MCF+MFBKF+MX

Valor del consumo intermedio (x tasa de comercio) +
Valor consumo final (x tasa) + Formación bruta de capital fijo (x tasa) + Variación de existencia (x tasa) +
Exportaciones (tasa) = Margen total de comercio que se registra en la oferta.

Igualdad IVA total en la oferta =
Consumo intermedio (x tasa de IVA) + Consumo final (X tasa)+ Formación bruta de capital (X tasa DE IVA)+
Variación de existencias (X tasa IVA).

3.4.2 . CUENTA DE PRODUCCIÓN

Esta es la principal cuenta del sistema de cuentas nacionales, pues registra el resultado económico factorial de la actividad económica y es donde se origina la corriente de productos y de ingreso de la economía. Una actividad económica es un proceso que combina materias primas, capital, trabajo y tecnología, para obtener un bien o servicio. Las unidades productivas se definen y clasifican según el proceso técnico utilizado, la materia prima utilizada y el producto obtenido y, para su estudio, se utiliza la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU).

La cuenta de producción registra tres variables: el valor de producción, el valor del consumo intermedio (comprado) y el valor agregado obtenido. Para elaborar y cuantificar las cuentas de producción se observa como estadística la unidad productiva o el título minero, donde este registrada la información sobre las cantidades productivas, el ingreso, los costos y precios recibidos por las unidades. En cuentas nacionales es el establecimiento productivo unidad técnica donde se combinan factores, se compra insumos y se obtiene toda información sobre producción y demás elementos de remuneraciones factoriales.

El establecimiento es el lugar donde se produce y es la unidad de observación estadística para todas las actividades productivas, en especial, en las encuestas económicas. Los establecimientos pueden tener ingresos por uno o más productos, pero siempre la clasificación de la actividad económica estará regida por el producto o productos que tenga el mayor ingreso o genere el mayor valor agregado. Una mina, tiene dos productos separados, níquel y hierro, el primero es 100 y en el segundo 60, la clasificación de la producción se registrará por el mayor valor. En efecto, una mina puede extraer uno o varios minerales y, tendrá por tanto, una producción principal y otra secundaria, en razón al monto de sus ingresos, pero los consumos intermedios es atribuible a las dos producciones.

La producción por actividad económica es igual a los ingresos que obtenga la unidad de producción minera por los bienes y servicios producidos, es decir, todos los ingresos operaciones de la unidad observada.

Cuadro 2. Esquema de la cuenta de producción

Empleos	Recursos
P.2. Consumo Intermedio	P.1 Producción precios básicos P.11 Producción de mercado P.12 Producción para uso final propio P.13 Otra producción de no mercado
B.1. Valor Agregado Bruto	
Total Empleos	Total Recursos

Fuente: SCN

El total de los recursos es igual al total de los empleos, esta igualdad se establece por medio de saldo, que en este caso, es el valor agregado bruto

Los recursos corresponden al valor bruto de la producción (VBP, P.1) y en los empleos al consumo intermedio (CI, P.2), comprado de bienes y servicios. La diferencia contable, saldo, entre el valor de la producción y el consumo intermedio es el valor agregado Bruto (VAB, B.1).

La ecuación económica implícita en la cuenta de producción es:

$$VBP = CI + VAB.$$

El sector minero tendrá tantas cuentas de producción como el número de actividades mineras definidas en el universo a investigar. Cuando un minero tenga más de dos minas ubicadas en sitios cercanos y donde la producción se registre en una sola contabilidad, se considera todas como un solo establecimiento. La sumatoria de estas cuentas de producción es un agregado donde se pueden ver las participaciones o importancia económica de cada mineral.

Valor de la producción bruta: registra el valor del ingreso percibido por la unidad de producción durante el año, bien sea que se destine a la venta o se almacene. La producción debe corresponder únicamente a las cantidades producidas durante el año y las efectivamente causadas y debe tenerse en cuenta que las ventas no son siempre producción del año, en ocasiones incluyen inventarios de otros periodos productivos.

Las cantidades se valoran a los precios recibidos por el productor en el sitio de producción o en el sitio donde tenga lugar la primera transacción. Este precio se denomina precios básicos en el sitio de producción, sin márgenes de comercio ni impuestos.

Consumos intermedios: registra el valor del consumo intermedio de la unidad productiva constituida por todos los bienes (no durables) y servicios consumidos en el proceso de producción del periodo. El consumo intermedio tiene que estar valorado a precio de comprador. Nota, el valor de las compras de maquinarias e inversiones en infraestructura no se incluye en el consumo intermedio, son bienes de capital, que tienen una duración de uno o más años en la actividad.

El costo de los bienes de capital en la producción anual se mide por medio de la depreciación económica. El valor de la comida que se suministre a los trabajadores no hace parte del consumo intermedio y se clasifica como remuneración a los empleados. Por otra parte, el valor de las pequeñas herramientas compradas durante el año como palas, martillos, aunque se trata de bienes durables, por convención, se pueden considerar como consumos intermedios, por su pequeño valor relativo y la dificultad de fijar su vida útil. Por otra parte, los gastos iniciales realizados para poner en funcionamiento la mina, independiente de la naturaleza de los bienes y servicios, se deben considerar como FBCF, no consumo intermedio.

Valor agregado bruto Se registra como la diferencia entre el valor de la producción medida en valores básicos y el consumo intermedio medido a precios de comprador. El valor agregado contiene todas las remuneraciones pagadas a los factores productivos. Cuando se da inicio a una actividad minera, se tienen que realizar inversiones antes de obtener la primera producción, estos gastos en materiales, pago de remuneración y un estimativo del costo de oportunidad del capital invertido, se considera producción e inversión al mismo tiempo.

Por último, el valor agregado generalmente se expresa en términos brutos, sin deducir el aporte económico (costos) a la producción, que han realizado los bienes de capital, el cual mide la depreciación.

Consumo de capital fijo: es el costo de la contribución del capital utilizado en la obtención de la producción. El capital invertido en una actividad productiva incluye tanto las obras de infraestructura como las maquinarias. Cada bien tiene una vida útil la cual sirve para establecer, a partir del valor inicial del bien y unos parámetros de uso, la contribución del capital al valor de la producción. Debido a las dificultades para establecer este valor del consumo intermedio en las actividades, la producción y el valor agregado, se registran en términos brutos.

3.6. CUENTA DE GENERACIÓN DEL INGRESO

Cuadro 3. Esquema de la cuenta de generación del ingreso.

Gastos	Recursos
D.1. Remuneración Asalariados	B.1. Valor Agregado Bruto
D.29. Otros impuestos sobre la producción	
D.39. Otras Subvenciones a la producción	
B.2g Excedente Bruto de Explotación	
B.3g. Ingreso Mixto	
Total Empleos	Total Recursos

Fuente: SCN

El formato para la cuenta de generación del ingreso está diseñado de igual manera que el de la producción, pero en el recurso de esta cuenta se registra el saldo que figura en el empleo de la cuenta de producción, es decir, el valor agregado bruto. Este registro se basa en el encadenamiento y coherencia de las cuentas económicas, esta cuenta consta de las siguientes variables:

Remuneración a los empleados (D.1.9): son todos los pagos que recibe el trabajador por los servicios laborales prestados a una unidad productiva. Estos pagos se hacen por medio de un contrato verbal o escrito. En la remuneración se incluye el salario, pago de horas extra, vacaciones, auxilio de transporte y en general, todo lo establecido por el Código sustantivo del trabajo. Es muy frecuente que la contratación y la forma de pago, se haga por labor cumplida o por jornales, en cuyo caso, se deben considerar como remuneraciones. Cuando la labor contratada es especializada, es decir, no es del giro permanente de la actividad, puede considerarse como consumo intermedio, caso de la fumigación de la mina.

Impuestos netos (D.29 – D.39): los impuestos son todos los pagos obligatorios de las actividades (diferentes de los impuestos que gravan los bienes y servicios) al Gobierno, tanto del orden municipal como nacional. En las Cuentas Nacionales de Colombia, se registran cuatro tipos de impuestos a las actividades:

Impuestos sobre la nómina salarial al factor trabajo; se paga en proporción a los sueldos y salarios pagados: Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF) y al Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), ESAP Y Fondo de Riesgo Profesionales

Impuestos sobre tierras, terrenos, edificios y otras estructuras; Se paga por uso o propiedad de tierras y terrenos y otras estructuras utilizadas en la producción

Impuestos sobre licencias comerciales y profesionales con el fin de obtener una licencia que permita desarrollar una clase de actividad o profesión

Impuesto de utilización de activos. Son impuestos que gravan el uso de vehículo se paga mediante el impuesto de circulación y tránsito.

Impuesto sobre contaminación Son los que se exige sobre vertimientos y emisiones, gases y líquidos. Son las tasas retributivas y compensatorias

Excedente de explotación o ingreso mixto. (B2g, B3g): es un saldo que se obtiene después de restar al valor agregado bruto: la remuneración de los asalariados y los impuestos netos; este saldo contable se interpreta, si es excedente de explotación, ganancia bruta que obtienen las empresas constituidas en sociedad; si se trata de una empresa no constituida en sociedad, perteneciente a los hogares, (mina) saldo que se denomina ingreso mixto.

La connotación ingreso mixto se debe a que el propietario de la unidad productiva también es al mismo tiempo trabajador de la misma, pero sin recibir el pago por su trabajo y también propietario de los medios de producción, por lo que le corresponde la ganancia del negocio. Por tanto, el ingreso mixto es un compuesto de remuneración no recibida y ganancias percibidas.

3.7. INTEGRACIÓN DE LOS ENFOQUES DE LOS BALANCES OFERTA-UTILIZACIÓN CON LA CUENTA DE PRODUCCIÓN Y GENERACIÓN DEL INGRESO

Cuadro 4. Esquema Cuadro Oferta Utilización (COU)

Productos	Cuadro Oferta (1)				Cuadro Utilización		
	Matriz de producción Actividades CIU	Importaciones	Elementos precio comprador	Total	Matriz de consumo Intermedio Actividades CIU (2)	Cuadro demanda Final (3)	Total
producto 1				Total			Total
producto 2				Total			Total
producto 3				Total			Total
producto 4				Total			Total
	Total Producción	Total Importaciones	Total elementos precio comprador	Total	Total consumo Intermedio	Total demanda final	Total
					cuadrante de ingresos (4)		

Fuente: SCN

La integración de estos enfoques se realiza en cuentas nacionales en el Cuadro Oferta-Utilización (COU). El cuadro se construye como una matriz rectangular donde en la filas se registran los productos con clasificación CPC y en las columnas las actividades (CIIU).

Consta de 4 cuadrantes:

- 1- el origen de la oferta, en la fila, producción nacional, importaciones y demás elementos que conforman el valor de comprador.
- 2- cuadrante del consumo intermedio donde aparecen las compras y las ventas de cada producto a cada actividad productiva.
- 3- cuadrante de la demanda final donde aparecen las exportaciones y demás variables que conforman este agregado y
- 4 - cuadrante de los ingresos donde aparecen los valores agregados de las actividades.

En síntesis, los Balances de Oferta-Utilización se registran en las filas y la cuenta de producción y generación del ingreso en las columnas.

CUARTA PARTE: TECNICAS ESTADISTICAS PARA ELABORAR LA CUENTA SATELITE DE LA MINERIA

Como se mencionó en el apartado conceptual del presente documento, el SCN recomienda elaborar cuentas satélites sobre aspectos económicos sociales de interés analítico, siempre y cuando se ciñan a los conceptos, definiciones y clasificaciones del Marco Central del Sistema. Esta recomendación se basa en el hecho de que los resultados obtenidos en estas cuentas puedan ser comparables con los de las cuentas nacionales. No obstante, el Sistema admite cierta flexibilidad en la aplicación de clasificaciones y definiciones en aras del interés analítico y comprensión del hecho económico analizado.

Ante de comenzar a elaborar la cuenta satélite se debe preguntar qué es, en que consiste, cobertura temática, geográfica de la actividad que se va a medir. El sistema de cuentas nacionales basa el análisis de la producción en las actividades económicas y seguidamente en los productos que estas producen. En esta presente exposición metodológica se ha comenzado con los productos y más tarde en desarrollo posterior, con las actividades, explicados por la disponibilidad inmediata de información, en el primero.

La actividad minera es el conjunto de unidades productivas dedicadas total o parcialmente a la explotación de los productos mineros, independiente a su tamaño, organización jurídica o que tenga inscripción para ejercer la actividad, incluye a los barraqueros. La cobertura de la actividad minera comprende todas las empresas mineras registradas con información estadísticas disponible directa e indirecta sobre la producción y sus usos.

ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN ESTADÍSTICA

4.1.1. Estadística sobre producción.

Agencia Nacional Minera (ANM): registra información de producción sobre cantidades producidas de minerales. Esta información es registrada en el momento en que el productor minero declara las cantidades producidas o exportadas con fines de liquidar las regalías. Esta fuente suministra información sobre todos los minerales, siéndolos más importantes, desde el punto de vista del valor de producción, los siguientes: oro, platino, plata, esmeralda, roca fosfórica, esmeralda, carbón térmico, carbón metalúrgico, mineral de hierro, cobre, níquel, bauxita, estaño, manganeso, magnesio, cromo, coltán (niobio y tantalio), entre otros minerales.

Otra fuente de información sobre producción, la registra el Formato Único Minero con variables asociadas a la unidad productiva: producción de minerales, costos de producción, empleo e inversión. La investigación es realizada por ANM.

Unidad de Planeación Minera Energética (UPME):

Para la elaboración de balances tiene información sobre precios de liquidación de regalías de cada mineral el cual representa solo un porcentaje del precio recibido por el productor. Para llevarlo al valor total del precio básico, se aplica la siguiente fórmula:

Ecuación 1: Precio productor = precio base de liquidación X 1 / % porcentaje de la regalía

$$\frac{1}{R\%} * PR = Vb$$

Donde:

Vb= Precio básico pagado al productor

PR= Precio básico de liquidación de la regalía

R%= Porcentaje del precio de liquidación de la regalía

Superintendencia de Sociedades: contiene los estados financieros de las empresas mineras constituidas en sociedad y que se encuentran vigiladas por esta entidad. Suministra información financiera de Balance General y de Pérdidas y Ganancias de cada empresa minera. La información anterior contiene las variables con las cuales se pueden elaborar las cuentas de producción y generación del ingreso. No obstante, la información sobre ingresos y gastos publicada en internet es bastante agregada, lo que dificulta identificar las variables económicas con el detalle que se requiere para elaborar estas cuentas.

4.1.2. Estadística sobre comercio exterior.

Corresponde a los movimientos en cantidades y en valores de importaciones y exportaciones que suministra la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN). Esta información viene identificada por posición arancelaria que más tarde debe cruzarse con la clasificación de productos CPC, para establecer uniformidad con la clasificación de la producción. En algunos casos, como en el oro, plata, platino esmeralda y níquel es posible reemplazar la información de exportaciones de la DIAN por la información que sobre esta misma variable, suministra la ANM, en función de los controles que tiene esta entidad para conceder las autorizaciones para la exportación de productos mineros.

4.1.3. Estadística sobre demanda interna.

Corresponde a las variables de consumos intermedios y variación de existencia de productos mineros. Los productos mineros, son en esencia, materias primas para procesos industriales, por lo tanto, la Encuesta Anual Manufacturera (EAM), suministra información sobre las cantidades y los valores de consumo intermedio de productos mineros comprados por la industria. No obstante, pueden existir consumos intermedios de productos mineros en actividades de servicios, como el caso de los servicios de generación de energía. La EAM clasifica tanto los productos producidos como los consumos intermedios con la clasificación CPC 2.0 A.C.

Pero es posible que existan consumos intermedios de productos mineros no registrados por la EAM y que corresponden a la pequeña industria (1 hasta 9 trabajadores), esta omisión se debe a que la encuesta investiga solo a los establecimientos que tienen más de 10 trabajadores en su nómina.

La variación de existencias, es en algunos casos, la diferencia entre la oferta total y la demanda registrada, en otros, es un saldo que se origina en los desfases temporales de registro, entre el momento de producir, importar y exportar y el momento en que el hecho hace parte de la estadística sectorial. La información directa para calcular la variación de existencias es igualmente la EAM, que registra las cantidades compradas de productos y las cantidades utilizadas, de esta diferencia, se obtiene la variación positiva o negativa.

4.2. ESTANDARIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN MINERA.

Paso previo a la elaboración de los análisis de oferta-utilización es la estandarización y la clasificación de la información, la cual consiste en establecer para cada una de las fuentes de información a utilizar, la misma nomenclatura de producto CPC, unidad de medida, precios, unidad monetaria y codificación internacional de la producción, importaciones, consumo intermedio, variación de existencias y exportaciones, así por ejemplo:

- Unidad de medida: kilogramo, toneladas, quilates, metros cúbicos.
- Precios: básicos y comprador
- Unidad monetaria: Pesos, miles de pesos, millones
- Nivel de transformación: producto minero sin transformar
- Codificación internacional: Clasificación Central de Productos- CPC

Dependiendo de su demanda y de la información estadística disponible, los productos mineros se clasifican en:

a) Exportación: Estos productos tienen información de producción y exportaciones registradas de buena calidad debido a los controles que exige la autoridad minera sobre el origen de la producción, Estos son de producción nacional:

Código CPC 2.0 A.C	Descripción	Partida arancelaria sistema armonizado 2007
4131002	Plata en lingotes	7106.91
4132002	Oro en lingotes	7108.12
4133002	Platino en lingotes	7110.11
1422001	Minerales de níquel	2604
1101004	Carbón térmico	2701
1631001	Esmeraldas sin tallar	7103.10
1421001	Minerales de cobre y sus concentrados	2603

Fuente: Construcción propia

b) Industriales: Estos productos tienen como destino principal la industria manufacturera; la consistencia en los balances de oferta utilización es fácil de establecer a partir de las compras de la EAM, Estos son de producción nacional

Código CPC 2.0 A.C	Descripción	Partida arancelaria sistema armonizado 2007
1611102	Roca fosfática (en bruto), o fosforita sin moler	2510.10
1101003	Carbón coquizable o metalúrgico	2701
1410001	Minerales de hierro	2601.11
1429011	Minerales de wolframio (tungsteno) y sus concentrados	2611
1429007	Minerales de estaño y sus concentrados	2609

c) Otros usos diversos: Estos productos tienen información de producción nacional con poca regularidad temporal, Estos son de producción nacional

Código CPC 2.0 A.C	Descripción	Partida arancelaria sistema armonizado 2007
1639907	Magnesita (o giobertita) de carbonato de magnesio natural	2519.10
1423001	Bauxita	2606
1429013	Minerales de niobio, tantalio, vanadio o circonio y sus concentrados	2615.90
1429008	Minerales de cromo y sus concentrados	2610
1429001	Minerales de manganeso y sus concentrados	2602
15312	Arenas y gravas silíceas o cuarzosas	2505.10

4.3. SISTEMA DE PRECIOS PARA VALORAR LOS BALANCES OFERTA – UTILIZACIÓN

En el sistema de cuentas nacionales se utilizan dos sistemas de precios: valores a precios básicos y a precios de comprador.

Valores básicos, Antes de iniciar la elaboración de los balances se debe conformar una base de datos donde se encuentre toda la información compilada de cantidades, valores, precios, estados financieros. El primer balance, es en cantidades y seguidamente valorar la demanda a precios básicos. Para establecer los precios básicos de la demanda se utiliza la siguiente formula:

$$\text{Precio Básico de la oferta total} = \frac{\Sigma \text{valor producción a precio básico} + \Sigma \text{importaciones CIF}}{\Sigma \text{cantidades de producción} + \text{cantidades importadas}}$$

Esta fórmula es correcta cuando se elabora al mismo tiempo y en un solo balance el origen nacional e importado de la oferta, pero cuando se elabora balances independiente nacional e importado, los precios son los que corresponde a cada origen.

Valores a precios de comprador Para realizar esta valoración se debe tener ya los estimativos de márgenes de comercio y márgenes de transporte por producto. No es necesario tener el valor absoluto del margen de comercio y de transporte, solo se requiere una tasa aproximada para aplicar al valor básico

4.4. Cómo elaborar los Balances Oferta-Utilización a valores básicos de productos mineros

A partir de los siguientes ejemplos se ilustra la forma como se elaboran los BOUs en los diferentes sistemas de valoración, se inicia con los valores básicos y posteriormente a precios de comprador.

Diligenciar el formato de la oferta – utilización para obtener el BOU, a precios básicos

Se traslada al formato la información original estandarizada y clasificada (base de datos) correspondiente a las partidas de la oferta y la demanda para uno o para varios años.

Las cantidades producidas del producto (1) provienen de la información suministrada por ANM y los precios del producto de UPME (2) (ver resolución de precio UPME por mineral y ecuación precio productor), con estas dos variables se calcula el (3) valor de producción del mineral, a precios básicos.

Las cantidades y los valores comprados por la industria provienen de la EAM y los precios se encuentran implícitos (valor del consumo intermedio sobre cantidades utilizadas).

Las cantidades y valores importadas y exportadas provienen de los registros de comercio exterior, los precios se obtienen igualmente implícitos.

Se elaborara un ejemplo en tres fases: BOU original precios básicos; BOU corregido precio básico y BOU a precio de comprador

Cuadro 5. Análisis Oferta – Utilización Bauxita – versión primera, año 2012

ELEMENTOS	2012		
	Cantidad (T)*	Precio	Valor (pesos)
P.1 Producción precios básicos	384	15.760	6.051.840
P. 7 Importaciones CIF precios básicos (B3)	23.362	295.866	6.912.023.392
Oferta Total - Precios Básicos	23.746	291.337	6.918.075.232
Demanda Total - Precios Básicos	33.184	291.337	3.979.454.839
P.2. Consumo intermedio precios básicos	33.084	120.000	3.970.062.438
P.33. Consumo final precios ISFLSH básicos	0	0	0
P. 51. Formación bruta de capital fijo precios básicos	0	0	0
P.53. Adquisición menos disposición de objetos valiosos a precios básicos	0	0	0
P.52. Variación de existencias precios básicos	6	75.000	460.021
P.6. Exportaciones precios básicos	94	95.000	8.932.381
β*****	-9.438	291.337	2.938.620.393

* Toneladas

Fuente: cálculos propios

En el cuadro 5, tenemos la primera versión del balance de un mineral donde se establece que:

Que las cantidades de la oferta es menor que las cantidades reportadas en la demanda

Que los precios de los componente de la oferta son diferentes a los precios para cada tipo de la demanda

Que para establecer el balance entre oferta y demanda se requiere investigar las causas del desequilibrio en las dos dimensiones del valor. C cantidades y precios

Investigación, vía cantidades:

Porque exista un sub registro o desfases en el registro de la producción. En efecto, este desfase se ha constatado cuando se comparan las cantidades producidas con las exportadas. Sin embargo, cuando se elaboran series relativamente larga se constata que estas diferencias se compensan en el tiempo.

Porque los criterios de registro entre unidades que tienen a su cargo la producción y la exportación son diferentes.

Es el caso, que mientras la unidad que registra la producción tiene el criterio de contenido puro del mineral, el de la exportación tiene en cuenta solo el volumen físico bruto exportado. Casos concretos, como el volumen de oro exportado y el registrado como mineral puro.

Porque en la demanda de consumo intermedio, se clasifique productos mineros ya con aleaciones que no cumplan con la estandarización de contenido definida para el producto.

Porque las cantidades importadas estén mal clasificadas en término de su contenido igual que en el consumo intermedio.

En todos los casos anteriores, se hace necesario una investigación sobre importadores, compradores industriales y productores nacionales.

Por la vía de los precios:

Los precios de la producción son estimado por la UPME siguiendo varios métodos que se encuentran plasmados en las resoluciones de precios que rigen para la liquidación de las regalías. Para los metales preciosos y níquel, los precios internacionales y para el resto de minerales, la base son los costos de producción.

A menudo se observa diferencia de precios, entre los elementos de la oferta y la demanda motivada especial por no estandarización en los contenidos.

Porque los precios fijados para la producción tiene un criterio de costos y no de mercado.

Porque los precios de los precios de las importaciones corresponden a un producto minero con adición de valor agregado.

Para todos los casos anteriores, es necesario, investigar sobre las características de los productos mineros importados, comprados por la industria y exportados.

Una vez se hayan resuelto los interrogantes de cantidades y precios, se depura la información y se obtiene una versión corregida del balance con una parte aun sin explicar, la cual se denomina BETA.

Cuadro 6. Análisis Oferta – Utilización Bauxita versión corregida, año 2012

ELEMENTOS	2012		
	Cantidad (T)*	Precio	Valor (pesos)
P.1 Producción precios básicos	384	15.760	6.051.840
P. 7 Importaciones CIF precios básicos (B3)	36.379	190.000	6.912.023.392
Oferta Total - Precios Básicos	36.763	291.337	6.918.075.232
Demanda Total - Precios Básicos	36.763	291.337	6.918.075.232
P.2. Consumo intermedio precios básicos	33.084	120.000	3.970.062.438
P.33. Consumo final precios ISFLSH básicos	0	0	0
P. 51. Formación bruta de capital fijo precios básicos	0	0	0
P.53. Adquisición menos disposición de objetos valiosos a precios básicos	0	0	0
P.52.Variación de existencias precios básicos	6	75.000	460.021
P.6. Exportaciones precios básicos	94	95.000	8.932.381
β*****	3.579	291.337	2.938.620.393

* Toneladas

Fuente: cálculos propios

En este ejercicio se corrigieron las cantidades importaciones a partir de una corrección de precios, manteniendo los valores de importación. Estas correcciones de las cantidades importadas se da por la diferencia conceptual entre concepto de volumen con el de cantidades. El volumen en cuentas nacionales, contiene, además de las cantidades, las calidades. En este caso, se hizo una corrección de las cantidades aplicando el concepto de calidad.

En esta versión corregida, aún subsisten diferencias entre oferta y demanda pero a un nivel menor

Cuadro 7. Análisis Oferta – Utilización Bauxita, a precios comprador.

ELEMENTOS	2012		
	Cantidad (T)*	Precio	Valor (pesos)
P.1 Producción precios básicos	384	15.760	6.051.840
P. 7 Importaciones CIF precios básicos (B3)	36.379	295.866	6.912.023.392
Márgenes de comercio	0	0	397.452.863
Márgenes de transporte	0	0	198.503.122
Oferta Total - Precios Comprador	36.763		7.514.031.217
Demanda Total - Precios Comprador	36.763		7.514.031.217
P.2 Consumo intermedio precios comprador			4.565.571.803
Consumo intermedio precios básicos	33.084	120.000	3.970.062.438
Márgenes de comercio (10%)			397.006.244
Márgenes de transporte (5%)			198.503.122
P.32 Consumo final Gobierno precios comprador	0	0	0
P.51 Formación bruta de capital fijo precios comprador	0	0	0
Formación bruta de capital fijo precios básicos	0	0	0
Márgenes de comercio	0	0	0
Márgenes de transporte	0	0	0
P.52 Variación de existencias precios comprador	6	76.670	460.021
Variación de existencias precios básicos	6	76.670	460.021
Márgenes de comercio			
Márgenes de transporte			
P.6 Exportaciones a precio comprador	94	99.777	9.379.000
Exportaciones precios básicos	94	95.025	8.932.381
Márgenes de comercio (5%)			446.619
Márgenes de transporte			
β*****	3.579	821.057	2.938.620.393

* Toneladas

El Balance Oferta-Utilización a precios comprador debe contener además de los valores básicos, los márgenes de comercio y de transportes. Se parte del principio que los minerales no tienen impuestos al producto:

El mineral que se investiga en el ejemplo, proviene de varios títulos mineros dispersos geográficamente, donde los industriales compran 70% en el sitio de producción y trasladan por su cuenta el producto a su fábrica pagando fletes a terceros. El 30% de los industriales compran en el comercio el producto molido. Las exportaciones las hacen comisionistas.

Se ha calculado, de la encuesta origen destino del Ministerio de transporte, que la distancia media entre la mina y la fábrica donde se utiliza el mineral es aproximadamente de 100 toneladas kilómetros (recorrido total de la mercancía comprada), el valor del flete por kilómetros es de 120 pesos. (Asociación de transportadores) Como resultados de los estudios sobre comercio y transporte se tiene las siguientes tasas para las demandas de consumos intermedios y exportaciones:

Tasa de comercio para las exportaciones (se aplican al valor básico) 5%

Tasa de comercio para el consumo intermedio 10%

Tasa del margen de transporte 5%.

Se observa que todas las valoraciones del balance están en equilibrio a precios básicos y aprecio de comprador.

Se elabora a continuación la cuenta de producción y de generación del ingreso del ejemplo

4.5. CUENTA DE PRODUCCIÓN DE LAS ACTIVIDADES MINERAS

Cuadro 8. Cuenta de producción extracción de Bauxita

Empleos	Recursos
P.2. Consumo Intermedio 1.360.368	P.1 Producción precios básicos 6.051.840 (Producción principal Bauxita) 750.000 (producción secundaria Hierro)
B.1. Valor Agregado Bruto 5.441.472	
Total Empleos 6.801.840	Total Recursos 6.801.840

Fuente: cálculos propios
Valores en pesos

La cuenta de producción se elabora por actividad económica, es decir, conjunto de títulos mineros que producen los mismos productos mineros principales. La cuenta de producción está compuesta por el valor de producción (suma principal y secundaria), por el consumo intermedio y por el valor agregado bruto.

Para elaborar la cuenta de producción se requiere la información de cantidades y valores de los productos mineros producidos por la unidad productiva. En el ejemplo se ha considerado que además de la bauxita, se produce hierro cuyo valor de producción se registra en el formato.

El consumo intermedio en la actividad minera está conformado por los explosivos comprados y consumidos, la electricidad y en general, por los pagos a los servicios públicos, por las reparaciones de maquinaria, combustibles, servicios especiales contratados, servicios financieros, empaques, entre otros. En esta partida, se pueden incluir el valor de las herramientas de pequeño valor y difícil de establecer vida útil y sistema de depreciar, los pagos de seguros, el alquiler de maquinaria, los pagos por fletes, la papelería, la dotación a los mineros, entre otros. El consumo intermedio es lo efectivamente consumido diferente a lo comprado.

Para elaborar la cuenta de producción, la fuente de información ideal es el Formato Básico Minero, donde se registran los ingresos y los costos de la actividad por título minero. La presentación de la contabilidad está reglamentada y las encuestas al preguntar los ingresos y los gastos siguen la misma reglamentación y presentación contable. A partir de la presentación de las partidas contables se identifica, haciendo una equivalencia, las variables requeridas por cuentas nacionales para elaborar la cuenta de producción. Para efecto del ejemplo, se estimó que la relación entre el gasto de bienes y servicios comprados como consumo intermedio es 30 %.

A continuación se elabora la cuenta de generación del ingreso.

4.6. CUENTA DE GENERACIÓN DEL INGRESO

Cuadro 9. Cuenta de producción extracción de Bauxita

Gastos	Recursos
D.1. Remuneración Asalariados (30%) 1.632.442	B.1. Valor Agregado Bruto 5.441.472
D.29. Otros impuestos sobre la producción (5%) 272.074	
D.39. Otras Subvenciones a la producción 0	
B.2g Excedente Bruto de Explotación 816.221(15 %)	
B.3g. Ingreso Mixto 2.720.736(50%)	
Total Empleos 5.441.472	Total Recursos 5.441.472

Es una cuenta que se elabora por actividad económica y contiene la explicación de cada una de las variables que componen el valor agregado:

Remuneración de los asalariados: corresponde a todos los pagos por los servicios laborales contratados mediante contrato verbal o escrito; aquí debe incluirse como remunerados los trabajadores contratados a destajo siempre que desarrollen labores que sean del giro usual de la actividad, esto para excluir los trabajadores para realizar labores especializadas diferentes a las actividades propias de la empresa (consumo intermedio). Se ha establecido, para este ejemplo, que la relación entre la remuneración a los empleados y el valor del consumo intermedio es del 30 % obtenido de una encuesta o estado financiero.

Los impuestos netos de subvenciones: Son 5 los impuestos que se registran en esta partida: Impuestos a la nómina (Sena, ICBF, ESAP, Fondo de Riesgo Profesionales) Impuestos sobre tierras y terrenos (impuesto predial), Impuestos sobre licencias, Impuestos sobre utilización de activos (vehículos), Impuesto sobre contaminación. Se ha estimado 5% sobre el valor agregado bruto

Consumo de capital fijo: es la contribución del capital invertido al valor de producción. Actualmente esta variable no se calcula por no contar con el stock de cada actividad. Aquí no se hace ninguna estimación y todo el saldo del excedente e ingreso mixto se da en términos bruto.

Excedente de explotación, debido a la poca presencia de empresas constituidas en sociedad del valor agregado solo le corresponde el 15 %

Ingreso Mixto, el 50% del valor agregado lo generan las pequeñas empresas individuales

Para elaborar esta cuenta, la información básica está contenida en el Formato Básico Minero donde se registra por título minero, las remuneraciones pagadas y los impuestos. El excedente y el ingreso mixto se obtienen por saldo restando del valor agregado los pagos por remuneración e impuestos.



QUINTA PARTE: PRECIOS CORRIENTES, PRECIOS CONSTANTES DEL AÑO ANTERIOR Y LAS SERIE ENCADENADAS CON REFERENCIA A UN AÑO

Como se explicó en el apartado dedicado a las cuentas a precios corrientes y las cuentas a precios constantes, existe un especial interés por parte de los analistas en economía por aislar de las transacciones a precios corrientes o nominales el efecto precios y así poder estudiar el comportamiento real o en volumen de las principales variables del sistema de medición; los Balances Oferta-Utilización para las transacciones de la Cuenta satélite de la minería no son la excepción y resultaría necesario proponer una metodología para la estimación de las transacciones de la cuenta satélite en términos constantes.

Para lograr a este objetivo se requiere la construcción de una serie de índices de precios para deflactar los valores corrientes¹⁵ propuestos en la construcción de la Cuenta satélite de la minería; pero antes es necesario precisar que un índice es una medida que relaciona una magnitud simple o compleja en dos situaciones particulares con respecto al tiempo y el espacio, que se expresa de la siguiente manera.

$$I\left(\frac{1}{0}\right) = \frac{V_1}{V_0} \times 100$$

Donde:

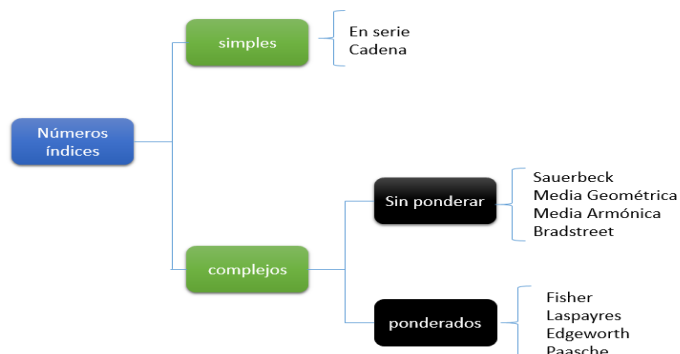
$I\left(\frac{1}{0}\right)$; es el índice del periodo 1 con respecto al periodo 0.

V_1 = valor corriente o periodo actual

V_0 = periodo base o de referencia.

Dependiendo del tipo de magnitud, los índices se pueden dividir en índices simples para magnitudes simples y en índices complejos para magnitudes complejas, estos últimos a su vez pueden dividirse en complejos sin ponderar o complejos ponderados. Una magnitud simple se refiere a aquellos productos que poseen unas características únicas y específicas sin elementos que no contiene elementos diferenciadores de calidad. Por su parte las magnitudes complejas se refiere a agrupaciones de productos de alguna manera homogéneos pero con características y elementos de calidad diferenciadores.

Gráfico 2. Clasificación de los números índices.



Fuente: elaboración propia

Se pueden construir índices simples tipo cadena o en serie, los primeros toman como referencia el periodo anterior y son ideales para análisis de corto plazo mientras que cuando se trabajan en serie pueden tomar un año como referencia, y se utilizan para análisis de largo plazo. El uso de estos índices es limitado en el análisis de agregados macroeconómicos puesto que implica considerar que todos los productos de una canasta de bienes y servicios son en su totalidad homogéneos, es decir que no existe diferenciaciones de calidad y composición.

En el análisis de agregados macroeconómicos, podría trabajarse con índices complejos, pero los índices complejos no ponderados como lo son una media geométrica, una media armónica o medias simples en general, si bien reconocen que existe heterogeneidad en el grupo de productos debido a la calidad y composición llevan a pensar que la participación de calidad producto dentro de una canasta de bienes y servicios es la misma, lo cual en la práctica no es cierto cada bien o servicio se produce o se consume en cantidades diferentes y por ende su peso relativo dentro de una canasta de bienes difiere.

De acuerdo a lo anterior en el análisis macroeconómico los índices más usados son los complejos ponderados, ya que en primera instancia reconocen que una canasta de bienes y servicios es heterogénea, cada producto tienen particularidades en su calidad y composición, y en segunda instancia, tienen en cuenta que cada producto presenta una participación diferente ya sea en producción o consumo.

¹⁵ En la economía, la heterogeneidad en los análisis de las cantidades, en algunos casos, kilogramos, toneladas, litros unidad de físicas dificulta el análisis de agregados, por ende el SCN sugiere homogenizar las cantidades llevándoles a unidades monetarias para así estimar agregados, no es la excepción para la cuenta satélite de la minería.

Dentro de los índices complejos ponderados se pueden encontrar índices tipo Fisher, Laspayres Pasche, o Edgeworth y aunque el objetivo de cada uno de ellos es precisamente el estudio de la evolución de canastas de bienes y servicios, su uso está sujeto a la disponibilidad de información estadística de precios y cantidades y del tipo de índice que se esté construyendo, ya sea de volumen o precios.

Generalmente las aproximaciones de las cuentas satélite cuando se abordan desde el marco oferta - utilización se realizan a precios corrientes, es posible entonces ampliar el espectro de análisis al realizar una aproximación de los BOU a precios constantes utilizando índices complejos ponderados de volumen y precio y a continuación se expondrá la manera de construir series de corto o largo plazo utilizando estos índices para el análisis del comportamiento de los mercados.

Este ejercicio se llevara a cabo en tres fases, en la primera se hará una estimación por cada producto mediante la aplicación de índices simples para cada elemento de la oferta y la demanda, posteriormente se construirá una canasta de bienes mineros y se estimara su comportamiento mediante la construcción de índices complejos ponderados y finalmente se presentará la metodología para construir series utilizando el método del encadenamiento de índices de volumen tipo Laspeyres¹⁷

5.1. Primera fase: estimación de índices simples para cada producto de la canasta de minerales definida para un año en particular

Los productos mineros estudiados en la Cuenta satélite son esencia magnitudes simples, ya que no son canastas o grupos de productos con características heterogéneas de calidad, son en su totalidad homogéneos sin factores diferenciadores de calidad, dada la naturaleza de la investigación, por ende podrían construirse en primera instancia índices simples para las estimaciones a precios constantes.

N°. Mineral	N°. Mineral	N°. Mineral
1 Oro	7 Aluminio - bauxita	13 Esmeraldas
2 Roca Fosfórica	8 Manganeseo	14 Estaño
3 Hierro	9 Plata	15 Volframio tungsteno
4 Carbón térmico	10 Cobre	16 Cromo
5 Carbón metalúrgico	11 Platino	17 Coltán (Niobio Tantalio)
6 Níquel	12 Magnesio	18 Arenas silíceas

Por lo tanto el índice propuesto para el presente ejercicio es un índice simple tipo Paascheque relaciona los precios de las resoluciones de la UPME definidos para cada mineral y las cantidades tomadas de fuentes de información provenientes en la mayoría de los casos, de la Agencia Nacional de Minería y en otros minerales particulares de las fuentes adicionales consultadas.

$$\left(IpP \frac{1}{0} \right) = \frac{p_1 \times q_1}{p_0 \times q_1} \times 100$$

Donde;

p_1 = precio resolución UPME del periodo 1.

q_1 = cantidades del mineral producidas en el periodo 1.

p_0 = precio resolución UPME del periodo 0.

q_0 = cantidades del mineral producidas en el periodo 0.

Siguiendo unas operaciones matemáticas, se lograría obtener el valor constante para cada uno de los minerales de estudio; para ilustrar el proceso se toman valores hipotéticos del producto carbón.

Las cantidades producidas de carbón para el año 2016 fueron de 250.000 toneladas y los precios para este año fueron de 30.000 pesos la tonelada. El valor corriente para el año 2016 seria 250.000 x 30.000 es decir 7.500.000.000.

Si se tiene en cuenta que los precios del año 2015 fueron de 29.500 y las cantidades extraídas fueron de 230.000 toneladas, entonces:

$$\begin{aligned} \left(IpP \frac{2016}{2015} \right) &= \frac{p_{2016} \times q_{2016}}{p_{2015} \times q_{2016}} \times 100 \\ \left(IpP \frac{2016}{2015} \right) &= \frac{30.000 \times 250.000}{29.500 \times 250.000} \times 100 \\ \left(IpP \frac{2016}{2015} \right) &= \frac{30.000}{29.500} \times 100 \\ \left(IpP \frac{2016}{2015} \right) &= 101.69 \end{aligned}$$

Para hallar el valor a precios constantes en este caso de la producción de carbón se deflacta el valor corriente ($p_{2016} \times q_{2016}$) utilizando el índice de precios investigado con anterioridad.

$$\begin{aligned} \left(\text{Valor constante} \frac{2016}{2015} \right) &= \frac{7.500.000.000}{101.69} \times 100 \\ \left(\text{Valor constante} \frac{2016}{2015} \right) &= 7.375.000.000 \end{aligned}$$

¹⁷ Los países han optado por la fórmula de Laspayres encadenada anualmente, en vez de la fórmula de Fisher encadenada anualmente, entre otras razones por que la fórmula de Laspeyres resulta más fácil para trabajar y para explicar a los usuarios que el índice de Fisher. Por ejemplo, las series temporales de los índices de Laspeyres encadenados anualmente pueden fácilmente, si se dispone de los datos a precios corrientes correspondientes, convertirse en datos valorados a los precios medios constantes del año anterior, que son aditivos. Esta característica hace que a los usuarios les resulte fácil construir sus propios agregados a partir de los datos publicados. Manual de cuentas nacionales trimestrales Conceptos, Fuentes de Datos y Compilación FMI, Washington 2001.

El índice de volumen que determinará el crecimiento real de la producción de carbón sería un tipo Laspeyres (IvL) y se expresa como sigue a continuación, teniendo en cuenta que el valor corriente de 2015 es 6.785.000.000 (p2015 x q2015).

$$\left(\text{IvL} \frac{2016}{2015} \right) = \frac{p_{2015} \times q_{2016}}{p_{2015} \times q_{2015}} \times 100$$

$$\left(\text{IvL} \frac{2016}{2015} \right) = \frac{7.375.000.000}{6.785.000.000} \times 100$$

$$\left(\text{IvL} \frac{2016}{2015} \right) = 108.7$$

El índice de valor (Iv) sería como se muestra a continuación,

$$\left(\text{Iv} \frac{2016}{2015} \right) = \frac{p_{2016} \times q_{2016}}{p_{2015} \times q_{2015}} \times 100$$

$$\left(\text{Iv} \frac{2016}{2015} \right) = \frac{7.500.000.000}{6.785.000.000} \times 100$$

$$\left(\text{Iv} \frac{2016}{2015} \right) = 110.5$$

Del anterior ejercicio es posible afirmar que el producto carbón, en términos corrientes, presentó un crecimiento de 10,5 % en el año 2016, determinado por el crecimiento de 1,7 % en precios y 8,7 % en volumen, en este caso es claro evidenciar un crecimiento real y con poco efecto de los precios del momento. Este ejercicio por producto se debe replicar en metodología y conceptos para una serie determinada.

5.2. FASE DOS ESTIMACIÓN A PRECIOS CORRIENTES Y A PRECIOS CONSTANTES DE UNA CANASTA DE BIENES MINEROS PARA UN AÑO EN PARTICULAR

Lo que es válido para un producto lo puede ser para la canasta de bienes mineros definidos, tanto como para la oferta como para la demanda, si se replica este ejercicio para todos los productos de la minería y se agrupan para su análisis, se debe asumir que los índices de valor, precios y volumen de este grupo son una media ponderada de sus componentes y así se podría establecer el crecimiento real del conjunto de los 18 minerales.

La idea de base es que a partir de magnitudes simples se construyan magnitudes complejas y se puedan deducir luego índices complejos ponderados, que sintetizan todo el comportamiento económico de los bienes mineros, estos indicadores servirán entre otras cosas para realizar seguimiento periódico al comportamiento económico, evaluación de política pública en el sector, estudiar los efectos de los cambios de precios y sus relaciones con el volumen de extracción, entre otras.

De manera ilustrativa se expondrá la metodología que permitirá determinar el comportamiento de la producción nominal y real de la canasta de productos mineros.

Una vez se cuenta con los valores a precios constantes y a precios corrientes para cada uno de los minerales (definidos en la fase 1), se construyen los índices complejos ponderados de volumen tipo Laspeyres y de precios tipo Paasche.

Cuadro 10. Valores a precios corrientes y a precios constantes de cada producto minero y el total de la canasta años 2015 y 2016.

productos	P2015 x Q2015	P2016 x Q2016	P2015 x Q2016
	valores corrientes (2015)	Valores corrientes (2016)	Valores a precios constantes (2016)
Carbón	6.785	7.500	7.375
Esmeraldas	118	120	105
Oro	8.200	9.000	8.850
Níquel	5.100	5.850	5.525
<hr/>			
Total	ΣP2015 x Q2015	ΣP2016 x Q2016	ΣP2015 x Q2016
	20.203	22.470	21.855

Fuente: cálculos propios.

En el cuadro 10 se presentan los resultados que se obtendrían siguiendo el mismo ejercicio que se realizó para el carbón, para los productos esmeraldas, oro y níquel y se muestran los totales de la canasta, de los cuales se va a obtener el índice de volumen tipo Laspeyres (IvL) siguiendo la fórmula descrita a continuación:

²⁰ La variación corresponde a tomar el índice - 100

²¹ Las canastas deben expresarse en unidades de valor homogénea, ya que no es posible sumar cantidades con diferentes unidades de medida, características físicas u otros elementos particulares lo que facilita la construcción de índices complejos ponderados que su vez son las medidas más utilizadas para estudiar el comportamiento de canastas de bienes y servicios.

$$I_{volL} \frac{2016}{2015} = \frac{\sum p_{2015} \times q_{2016}}{\sum p_{2015} \times q_{2015}} \times 100$$

$$I_{volL} \frac{2016}{2015} = \frac{\sum 21.855}{\sum 20.203} \times 100$$

$$I_{volL} \frac{2016}{2015} = \frac{\sum 21.855}{\sum 20.203} \times 100$$

$$I_{volL} \frac{2016}{2015} = 108,2$$

El índice de volumen sería de 108,2 lo que equivale a un crecimiento real de 8,2 % de la canasta de bienes mineros, comprendida por el carbón, el oro, las esmeraldas y el níquel.

Por su parte, el crecimiento de los precios de esta canasta sería un índice de precios complejo ponderado tipo Paasche (IpP), tal y como se muestra a continuación:

$$\left(IpP \frac{2016}{2015} \right) = \frac{\sum p_{i2016} \times q_{i2016}}{\sum p_{i2015} \times q_{i2016}} \times 100$$

$$\left(IpP \frac{2016}{2015} \right) = \frac{22.470}{21.855} \times 100$$

$$\left(IpP \frac{2016}{2015} \right) = 102,8$$

En este caso el índice de precios es de 102,8, lo que equivale a un crecimiento de los precios de 2,8 % de la canasta de bienes mineros y finalmente el crecimiento nominal estaría dado siguiendo la fórmula del índice de valor (Ivalor).

$$\left(I_{valor} \frac{2016}{2015} \right) = \frac{\sum p_{i2016} \times q_{i2016}}{\sum p_{i2015} \times q_{i2015}} \times 100$$

$$\left(I_{valor} \frac{2016}{2015} \right) = \frac{22.470}{20.203} \times 100$$

$$\left(I_{valor} \frac{2016}{2015} \right) = 111,2$$

El índice de valor es de 111,2, que equivale a un crecimiento nominal de 11,2 % de la canasta de bienes mineros, el cual es compuesto por un crecimiento de 8,2 % de volumen y un aumento de los precios de 2,8 %.

5.3. FASE 3 METODOLOGÍA PARA CONSTRUIR SERIES A PRECIOS CONSTANTES POR ENCADENAMIENTO

Como ya se explicó en el apartado conceptual del presente documento, referente a los índices de volumen tipo Laspeyres, un índice de este tipo relaciona las cantidades del momento 1 valoradas a los precios del momento 0, con las cantidades y precios del momento 1, estas últimas corresponden al valor corriente del año 0 y por lo tanto el índice de volumen es de corto plazo o con referencia al periodo anterior.

El encadenamiento es una técnica que consiste pues en la construcción de series de largo plazo, mediante la utilización de indicadores de corto plazo, por multiplicación sucesiva de índices en los que cada eslabón de la cadena es un índice de volumen con referencia al año anterior, en este caso estos indicadores son los índices de volumen tipo Laspeyres.

A continuación, mediante el ejemplo ilustrativo, se explicará la metodología.

Cuadro 11. Valores a precios corrientes para los productos mineros 2010 – 2016

Producto	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Carbón	4.900	5.200	5.500	6.100	6.550	6.785	7.500
Esmeraldas	85	95	100	112	115	118	120
Oro	6.150	6.500	6.850	7.100	7.500	8.200	9.000
Níquel	4.150	4.300	4.500	4.750	4.800	5.100	5.850
Total	15.285	16.095	16.950	18.062	18.965	20.203	22.470

Fuente: cálculos propios

Cuadro 12. Valores a precios constantes para los productos mineros 2010 – 2016.

Producto	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Carbón	4.730	5.100	5.700	6.800	6.238	6.140	7.375
Esmeraldas	81	90	97	106	108	115	105
Oro	5.601	6.050	6.782	6.800	8.152	8.613	8.850
Níquel	3.593	4.200	3.913	4.358	4.317	4.843	5.525
Total	14.005	15.440	16.492	18.064	18.815	19.711	21.855

Fuente: cálculos propios.

A partir de los valores²² de los cuadros 11 y 12 se obtendrían los índices de volumen con referencia al valor corriente del año anterior de la canasta de bienes mineros de la siguiente manera.

$$\begin{aligned} \left(IvoL \frac{2016}{2015} \right) &= \frac{21.855}{20.203} \times 100 = 108,2 \\ \left(IvoL \frac{2015}{2014} \right) &= \frac{19.712}{18.965} \times 100 = 103,9 \\ \left(IvoL \frac{2014}{2013} \right) &= \frac{18.815}{18.062} \times 100 = 104,2 \\ \left(IvoL \frac{2013}{2012} \right) &= \frac{18.064}{16.950} \times 100 = 106,6 \\ \left(IvoL \frac{2012}{2011} \right) &= \frac{16.492}{16.095} \times 100 = 102,5 \\ \left(IvoL \frac{2011}{2010} \right) &= \frac{15.440}{15.285} \times 100 = 101,0 \end{aligned}$$

Seguidamente se debe tomar un año corriente como referencia para realizar el encadenamiento de los índices de volumen, desde donde se analizará la tendencia de largo plazo de la canasta de bienes mineros; en el ejemplo expuesto el año de referencia es el valor corriente del año 2010.

Entonces:

$$\begin{aligned} \left(\text{valor encadenado} \frac{2011}{2010} \right) &= \frac{15.285 \times 101,0}{100} = 15.440 \\ \left(\text{valor encadenado} \frac{2012}{2010} \right) &= \frac{15.440 \times 102,5}{100} = 15.821 \\ \left(\text{valor encadenado} \frac{2013}{2010} \right) &= \frac{15.821 \times 106,6}{100} = 16.861 \\ \left(\text{valor encadenado} \frac{2014}{2010} \right) &= \frac{16.861 \times 104,2}{100} = 17.564 \\ \left(\text{valor encadenado} \frac{2015}{2010} \right) &= \frac{17.564 \times 103,9}{100} = 18.254 \\ \left(\text{valor encadenado} \frac{2016}{2010} \right) &= \frac{18.254 \times 108,2}{100} = 19.747 \end{aligned}$$

Nótese que para calcular el valor del año 2011 por encadenamiento, se toma el valor corriente del año 2010 que corresponde a 15.285 y se multiplica por el índice de volumen del año 2011 que fue de 101,0 y se divide en 100, el resultado es 15.440; para el valor encadenado del año 2012 se parte del valor encadenado del año 2011 (15.440) y se multiplica por el índice de volumen del año 2012 que corresponde a 102,5, el resultado es 15.821, de esta manera el valor del año 2013 por encadenamiento 2013 corresponde a la multiplicación del valor encadenado del año 2012 (15.821) por el índice de volumen del año 2013, a saber 106,6 que se divide en 100 y el resultado es de 16.861 y así sucesivamente hasta completar la serie 2011 – 2016. Todos los valores se expresarían con referencia 2010.

Para construir la tendencia de largo plazo se deben construir índices acumulados a partir del año definido como referencia, en este caso 2010 = 100.0 y basta con dividir todos los valores encadenados por el valor corriente del año 2010 tal y como se muestra a continuación.

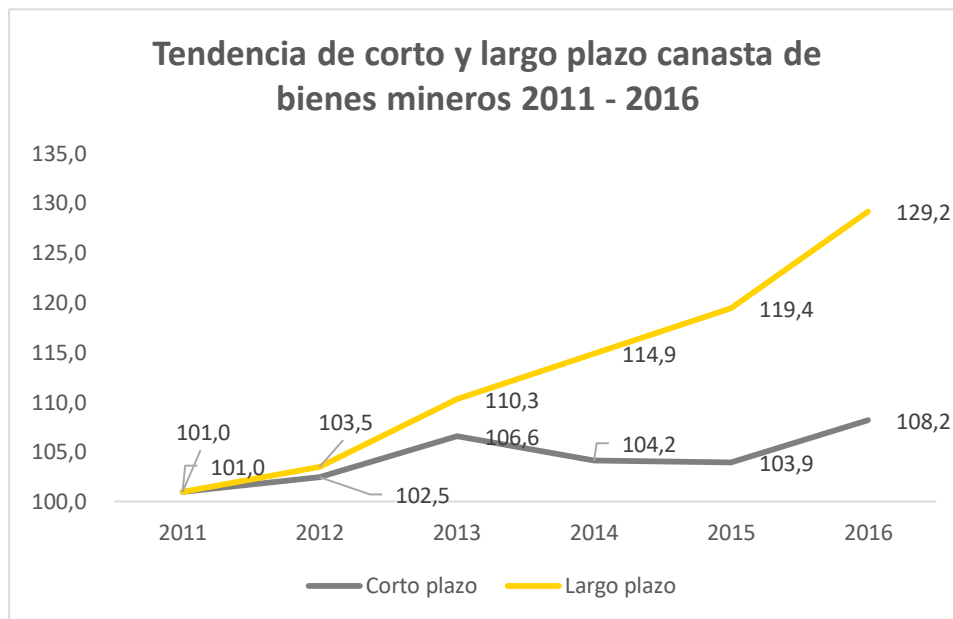
$$\begin{aligned} (\text{índice } 2011; 2010 = 100.0) &= \frac{15.440}{15.285} \times 100.0 = 101,0 \\ (\text{índice } 2012; 2010 = 100) &= \frac{15.821}{15.285} \times 100 = 103,5 \\ (\text{índice } 2013; 2010 = 100) &= \frac{16.861}{15.285} \times 100 = 110,3 \\ (\text{índice } 2014; 2010 = 100) &= \frac{17.564}{15.285} \times 100 = 114,9 \\ (\text{índice } 2015; 2010 = 100) &= \frac{18.254}{15.285} \times 100 = 119,4 \\ (\text{índice } 2016; 2010 = 100) &= \frac{19.747}{15.285} \times 100 = 129,2 \end{aligned}$$

La serie de índices acumulados derivados de los valores encadenados con respecto al año 2010, muestran la tendencia de largo plazo que puede ser comparada con la tendencia de corto plazo que corresponde a los índices de volumen tipo Laspeyres ponderados obtenidos de la canasta de bienes de mineros.



²² Los valores presentados los cuadros 11 y 12 se obtendrían si se replica el ejemplo realizado para los años 2015 y 2016 para la serie 2010 – 2016, para continuar con el ejemplo los valores del año 2015 y 2016 corresponden que se presentan en cuadro 9.

Gráfico 3. Tendencias de crecimiento en términos reales, siguiendo la técnica de encadenamiento de índices de volumen.



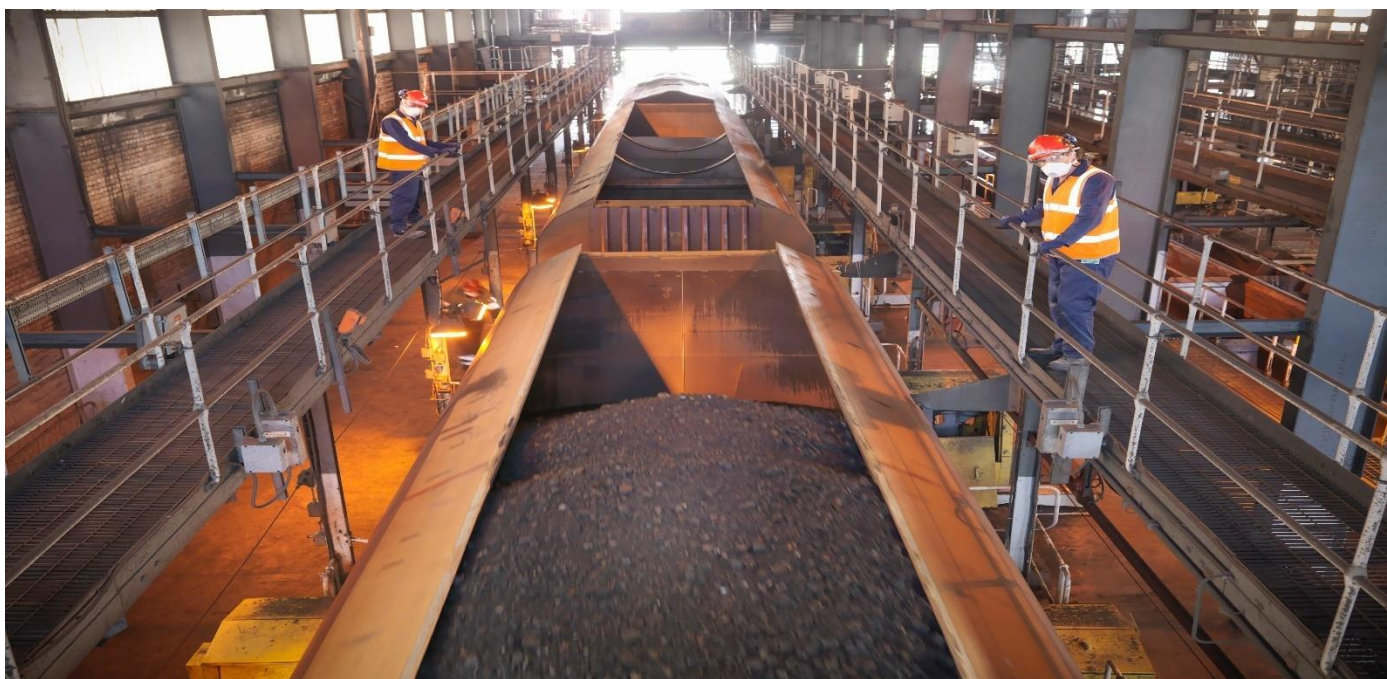
La gráfica 3, muestra en el análisis de largo plazo que la canasta de bienes mineros se ha expandido en términos reales desde el año 2010 al año 2016, 29,2 %, gracias a los crecimientos reales de corto plazo de 1 %, en 2011, 2,5 % en 2012 6,6 % en 2013, 4,2 % en 2014, 3,9 % en 2015 y 8,2 % en 2016.

Ahora bien, es posible aplicar esta metodología a la totalidad de las transacciones del sistema de la cuentas satélite de la minería, esto para ampliar el estudio por ejemplo del comportamiento en términos volumen y precios de los consumos internos de los minerales por parte de las industrias manufactureras en la relación a los precios de los productos producidos y sus implicaciones en valor agregado, las exportaciones reales y sus relaciones con la producción de bienes mineros o las acumulaciones de inventarios entre otras.



BIBLIOGRAFÍA

- *Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2008). Sistema de Cuentas Nacionales (SCN).documento preparado bajo los auspicios del grupo intersecretarial de trabajo de cuentas nacionales. Oficina estadística de la unión europea (Eurostat), Fondo Monetario Internacional (FMI), Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Nueva York.*
- *Cortez, Pinzón, bases de contabilidad nacional según SCN 1993 tercera edición, Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Bogotá*
- *Departamento Nacional de Planeación (DNP), Plan Nacional de Desarrollo todos por un nuevo país, paz equidad educación 2014 – 2018. Bogotá.*
- *Adriaan M. Bloem, Robert J. Dippelsman Y Nils Nils O. MAehle. Manual de cuentas nacionales trimestrales Fondo Monetario Internacional (FMI), Washington 2001. Conceptos, fuentes de datos y compilación.*



Anexo A

Balance de Carbón Térmico referente a oferta y utilización en valores.

	2012	2013	2014	2015	2016
Oferta					
Producción	13,637,962,876,928	9,896,840,435,771	9,468,965,132,741	8,915,523,711,370	9,003,996,870,695
Importaciones	-	-	-	-	-
Total Oferta	13,637,962,876,928	9,896,840,435,771	9,468,965,132,741	8,915,523,711,370	9,003,996,870,695
Utilización					
Consumo Intermedio	827,169,061,021	740,606,656,587	690,731,686,031	758,169,349,734	789,190,369,434
Variación de Existencias	894,853,573,635	188,825,401,809	- 917,959,690,974	444,014,584,183	- 469,312,870,383
Exportaciones	11,915,940,242,272	8,967,408,377,375	9,696,193,137,685	7,713,339,777,453	8,684,119,371,645
Total Utilizaciones	13,637,962,876,928	9,896,840,435,771	9,468,965,132,741	8,915,523,711,370	9,003,996,870,695

Anexo B

Balance de Carbón Metalúrgico referente a oferta y utilización en valores.

	2012	2013	2014	2015	2016
Oferta					
Producción	584,186,513,437	374,041,604,869	403,369,225,547	417,227,047,553	480,773,585,377
Importaciones	-	-	-	-	-
Total Oferta	584,186,513,437	374,041,604,869	403,369,225,547	417,227,047,553	480,773,585,377
Utilización					
Consumo Intermedio	827,169,061,021	241,331,643,462	258,962,633,217	306,604,394,685	354,588,604,442
Variación de Existencias	894,853,573,635	30,249,038,773	31,020,419,467	- 9,375,902,623	10,532,372,914
Exportaciones	11,915,940,242,272	102,460,922,634	113,386,172,863	119,998,555,491	115,652,608,020
Total Utilizaciones	13,637,962,876,928	374,041,604,869	403,369,225,547	417,227,047,553	480,773,585,377

Anexo C

Balance de Roca Fosfórica referente a oferta y utilización en valores.

	2012	2013	2014	2015	2016
Oferta					
Producción	5,485,999,543	5,422,629,378	3,534,856,220	8,370,288,772	6,421,149,576
Importaciones	-	-	-	-	-
Total Oferta	5,485,999,543	5,422,629,378	3,534,856,220	8,370,288,772	6,421,149,576
Utilización					
Consumo Intermedio	5,217,833,221	5,407,332,677	3,480,833,612	8,014,821,542	6,408,493,724
Variación de Existencias	192,455,440	- 32,984,800	- 16,957,000	290,175,101	- 49,375,808
Exportaciones	75,710,882	48,281,501	70,979,609	65,292,130	62,031,660
Total Utilizaciones	5,485,999,543	5,422,629,378	3,534,856,220	8,370,288,772	6,421,149,576

Anexo D

Balance de Hierro referente a oferta y utilización en valores.

	2012	2013	2014	2015	2016
Oferta					
Producción	22,225,111,273	20,373,829,467	17,327,946,931	25,694,924,999	21,323,380,472
Importaciones	-	-	-	-	-
Total Oferta	22,225,111,273	20,373,829,467	17,327,946,931	25,694,924,999	21,323,380,472
Utilización					
Consumo Intermedio	22,889,413,794	21,806,171,721	16,235,614,349	26,259,570,608	22,588,004,650
Variación de Existencias	- 664,319,045	- 1,432,503,063	1,092,240,975	- 564,646,815	- 1,264,624,178
Exportaciones	16,523	160,808	91,607	1,206	-
Total Utilizaciones	22,225,111,273	20,373,829,467	17,327,946,931	25,694,924,999	21,323,380,472

Anexo E

Balance de Oro referente a oferta y utilización en valores.

	2012	2013	2014	2015	2016
Oferta					
Producción	5,138,154,004,547	3,904,458,479,354	3,744,136,103,554	4,852,979,721,661	6,153,080,401,367
Importaciones	-	-	-	-	-
Total Oferta	5,138,154,004,547	3,904,458,479,354	3,744,136,103,554	4,852,979,721,661	6,153,080,401,367
Utilización					
Consumo Intermedio	26,654,129,332	25,265,244,855	31,180,300,578	33,510,121,835	32,110,093,130
Variación de Existencias	- 6,782,037,498	3,734,291,790	4,760,113,147	2,039,118,870	3,043,939,119
Exportaciones	5,118,281,912,713	3,875,458,942,709	3,708,195,689,829	4,817,430,480,956	6,117,926,369,118
Total Utilizaciones	5,138,154,004,547	3,904,458,479,354	3,744,136,103,554	4,852,979,721,661	6,153,080,401,367

Anexo F

Balance de Níquel referente a oferta y utilización en valores.

	2012	2013	2014	2015	2016
Oferta					
Producción	345,141,974,441	289,281,252,016	291,467,985,464	200,847,079,325	103,614,659,397
Importaciones	17,611	9,475	41,437	13,448	602
Total Oferta	345,141,992,052	289,281,261,491	291,468,026,900	200,847,092,773	103,614,659,999
Utilización					
Consumo Intermedio	17,611	9,475	41,437	13,448	602
Variación de Existencias	318,723,549	- 395,968,274	466,865,472	- 216,914,323	126,383,349
Exportaciones	344,823,250,892	289,677,220,291	291,001,119,991	201,063,993,648	103,488,276,048
Total Utilizaciones	345,141,992,052	289,281,261,491	291,468,026,900	200,847,092,773	103,614,659,999

Anexo G

Balance de Bauxita referente a oferta v utilización en valores.

	2012	2013	2014	2015	2016
Oferta					
Producción	6,051,840	16,314,176	8,905,190	12,625,485	11,434,500
Importaciones	6,912,023,392	5,064,288,050	4,024,759,494	5,326,112,168	6,290,090,498
Total Oferta	6,918,075,232	5,080,602,226	4,033,664,684	5,338,737,653	6,301,524,998
Utilización					
Consumo Intermedio	6,908,682,830	5,130,207,463	3,921,469,018	5,337,943,344	6,275,235,102
Variación de Existencias	460,021	- 51,388,437	92,533,128	763,206	26,136,075
Exportaciones	8,932,381	1,783,200	19,662,539	31,104	153,821
Total Utilizaciones	6,918,075,232	5,080,602,226	4,033,664,684	5,338,737,653	6,301,524,998

Anexo H

Balance de Platino referente a oferta y utilización en valores.

	2012	2013	2014	2015	2016
Oferta					
Producción	104,693,535,217	108,012,296,332	79,998,650,153	63,327,634,860	71,003,721,886
Importaciones	-	-	-	-	-
Total Oferta	104,693,535,217	108,012,296,332	79,998,650,153	63,327,634,860	71,003,721,886
Utilización					
Consumo Intermedio	-	-	-	-	-
Variación de Existencias	-	-	-	-	-
Exportaciones	104,693,535,217	108,012,296,332	79,998,650,153	63,327,634,860	71,003,721,886
Total Utilizaciones	104,693,535,217	108,012,296,332	79,998,650,153	63,327,634,860	71,003,721,886

Anexo I

Balance de Plata referente a oferta y utilización en valores.

	2012	2013	2014	2015	2016
Oferta					
Producción	28,059,854,252	16,574,251,713	11,419,652,123	11,241,362,180	-
Importaciones	2,048,703,432	4,423,874,455	1,932,659,204	1,845,952,799	15,803,811,987
Total Oferta	30,108,557,684	20,998,126,168	13,352,311,326	13,087,314,979	15,803,811,987
Utilización					
Consumo Intermedio	2,048,703,432	4,423,874,455	1,932,659,204	1,845,952,799	15,803,811,987
Variación de Existencias	-	-	-	-	-
Exportaciones	28,059,854,252	16,574,251,713	11,419,652,123	11,241,362,180	-
Total Utilizaciones	30,108,557,684	20,998,126,168	13,352,311,326	13,087,314,979	15,803,811,987

Anexo J

Balance de Cobre referente a oferta y utilización en valores.

	2012	2013	2014	2015	2016
Oferta					
Producción	8,243,725,474	7,041,827,204	45,580,473,354	63,966,146,745	100,260,660,653
Importaciones	59,423,358	48,355,378	7,416,980	-	-
Total Oferta	8,303,148,832	7,090,182,582	45,587,890,334	63,966,146,745	100,260,660,653
Utilización					
Consumo Intermedio	59,423,358	48,355,378	7,416,980	-	-
Variación de Existencias	-	-	-	-	-
Exportaciones	8,243,725,474	7,041,827,204	45,580,473,354	63,966,146,745	100,260,660,653
Total Utilizaciones	8,303,148,832	7,090,182,582	45,587,890,334	63,966,146,745	100,260,660,653

Anexo K

Balance de Magnesio referente a oferta y utilización en valores.

	2012	2013	2014	2015	2016
Oferta					
Producción	471,699,528	404,677,893	325,434,817	254,984,523	145,495,965
Importaciones	-	-	-	-	-
Total Oferta	471,699,528	404,677,893	325,434,817	254,984,523	145,495,965
Utilización					
Consumo Intermedio	247,527,423	162,241,906	66,718,431	193,436,534	134,638,946
Variación de Existencias	- 10,996,128	9,736,155	-	-	10,857,019
Exportaciones	235,168,233	232,699,832	258,716,386	61,547,988	-
Total Utilizaciones	471,699,528	404,677,893	325,434,817	254,984,523	145,495,965

Anexo L

Balance de Esmeraldas referente a oferta y utilización en valores.

	2012	2013	2014	2015	2016
Oferta					
Producción	5,485,999,543	5,422,629,378	3,534,856,220	8,370,288,772	6,421,149,576
Importaciones	-	-	-	-	-
Total Oferta	5,485,999,543	5,422,629,378	3,534,856,220	8,370,288,772	6,421,149,576
Utilización					
Consumo Intermedio	5,217,833,221	5,407,332,677	3,480,833,612	8,014,821,542	6,408,493,724
Variación de Existencias	192,455,440	- 32,984,800	- 16,957,000	290,175,101	- 49,375,808
Exportaciones	75,710,882	48,281,501	70,979,609	65,292,130	62,031,660
Total Utilizaciones	5,485,999,543	5,422,629,378	3,534,856,220	8,370,288,772	6,421,149,576

Anexo M

Balance de Coltán referente a oferta y utilización en valores.

	2012	2013	2014	2015	2016
Oferta					
Producción	1,366,109	10,401,223	1,551,664	47,403,137	1,929,385
Importaciones	-	-	-	-	-
Total Oferta	1,366,109	10,401,223	1,551,664	47,403,137	1,929,385
Utilización					
Consumo Intermedio	-	-	-	-	-
Variación de Existencias	-	-	-	-	-
Exportaciones	1,366,109	10,401,223	1,551,664	47,403,137	1,929,385
Total Utilizaciones	1,366,109	10,401,223	1,551,664	47,403,137	1,929,385

Anexo N

Balance de Estaño referente a oferta y utilización en valores.

	2012	2013	2014	2015	2016
Oferta					
Producción	339,721,340	3,346,723	188,067,815	358,343,489	185,949,663
Importaciones	-	-	-	-	-
Total Oferta	339,721,340	3,346,723	188,067,815	358,343,489	185,949,663
Utilización					
Consumo Intermedio	-	-	-	-	-
Variación de Existencias	-	-	-	-	-
Exportaciones	339,721,340	3,346,723	188,067,815	358,343,489	185,949,663
Total Utilizaciones	339,721,340	3,346,723	188,067,815	358,343,489	185,949,663

Anexo O

Balance de Arenas Silíceas referente a oferta y utilización en valores.

	2012	2013	2014	2015	2016
Oferta					
Producción	3,329,320,794	2,716,468,603	2,672,864,506	3,093,481,062	4,122,776,204
Importaciones	-	-	-	-	-
Total Oferta	3,329,320,794	2,716,468,603	2,672,864,506	3,093,481,062	4,122,776,204
Utilización					
Consumo Intermedio	3,005,919,645	2,811,987,075	2,766,849,739	3,202,256,323	4,267,744,301
Variación de Existencias	323,401,150	- 95,518,472	- 93,985,232	- 108,775,262	- 144,968,097
Exportaciones	-	-	-	-	-
Total Utilizaciones	3,329,320,794	2,716,468,603	2,672,864,506	3,093,481,062	4,122,776,204

Anexo P

Balance de Wolframio referente a oferta y utilización en valores.

	2012	2013	2014	2015	2016
Oferta					
Producción	12,092,320,615	3,328,678,394	11,199,401,462	377,457,044	73,897,092
Importaciones	-	-	-	-	-
Total Oferta	12,092,320,615	3,328,678,394	11,199,401,462	377,457,044	73,897,092
Utilización					
Consumo Intermedio	-	-	-	-	-
Variación de Existencias	-	-	-	-	-
Exportaciones	12,092,320,615	3,328,678,394	11,199,401,462	377,457,044	73,897,092
Total Utilizaciones	12,092,320,615	3,328,678,394	11,199,401,462	377,457,044	73,897,092

Anexo Q

Balance de Cromo referente a oferta y utilización en valores.

	2012	2013	2014	2015	2016
Oferta					
Producción	35,608,834,103	102,020,483,340	52,652,400,000	8,951,600,000	19,142,480,000
Importaciones	1,085,904,988	1,172,451,898	732,724,718	802,537,051	766,487,244
Total Oferta	36,694,739,091	103,192,935,238	53,385,124,718	9,754,137,051	19,908,967,244
Utilización					
Consumo Intermedio	1,085,904,988	1,172,451,898	732,724,718	802,537,051	766,487,244
Variación de Existencias	-	-	-	-	-
Exportaciones	35,608,834,103	102,020,483,340	52,652,400,000	8,951,600,000	19,142,480,000
Total Utilizaciones	36,694,739,091	103,192,935,238	53,385,124,718	9,754,137,051	19,908,967,244

Anexo R

Balance de Manganeso referente a oferta y utilización en valores.

	2012	2013	2014	2015	2016
Oferta					
Producción	38,142,745	39,998,338	15,888,195	11,390,764	-
Importaciones	15,305,012,457	12,031,139,438	9,771,028,520	14,338,218,266	15,803,811,987
Total Oferta	15,343,155,202	12,071,137,776	9,786,916,715	14,349,609,030	15,803,811,987
Utilización					
Consumo Intermedio	15,221,027,859	11,944,506,038	9,733,363,135	14,307,258,260	15,803,811,987
Variación de Existencias	105,989,370	126,631,738	53,553,580	42,350,770	-
Exportaciones	16,137,973	-	-	-	-
Total Utilizaciones	15,343,155,202	12,071,137,776	9,786,916,715	14,349,609,030	15,803,811,987



CAPITULO 3

Modelos de proyección de Oferta y Demanda de minerales



Contenido

01



Introducción

02



Metodología

03



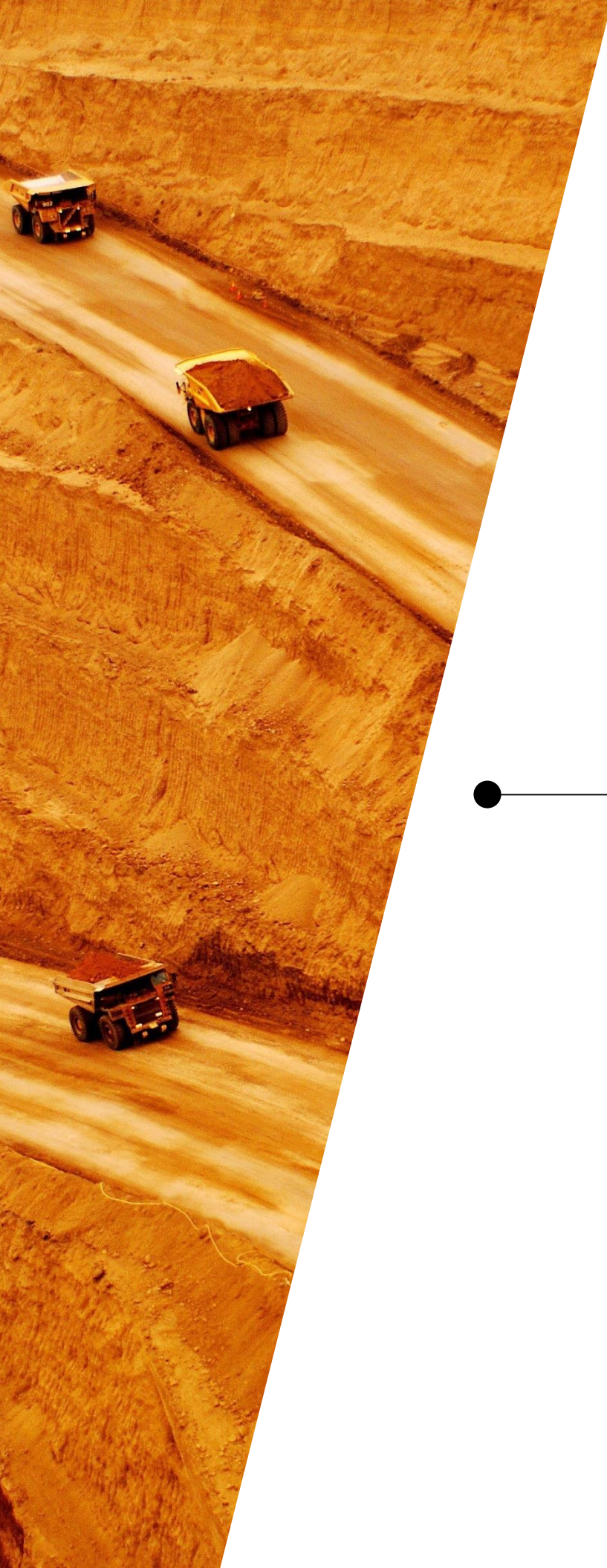
Modelos de oferta y demanda de minerales

- **Carbón térmico**
- **Carbón metalúrgico**
- **Roca fosfórica**
- **Hierro**
- **Oro**
- **Níquel**
- **Bauxita**
- **Platino**
- **Plata**
- **Cobre**
- **Magnesio**
- **Esmeraldas**
- **Coltán**
- **Estaño**
- **Arenas silíceas**
- **Wolframio – tungsteno**
- **Cromo**
- **Manganeso**

04



Anexos



Introducción

El presente documento constituye el cuarto y quinto producto relacionado con el proyecto “Elaborar los modelos nacionales de oferta y demanda, y balance de minerales, analizando los escenarios mineros y estableciendo proyecciones de oferta y demanda de minerales en el corto, mediano y largo plazo (a 2035)”. En total, el proyecto se compone de seis productos así:

- **Producto 1.** Metodología y plan de trabajo detallado
- **Producto 2.** Actualización de los escenarios mineros para el país
- **Producto 3.** Elaboración del Balance Nacional de minerales
- **Producto 4.** Modelos de oferta nacional
- **Producto 5.** Modelos de demanda nacional
- **Producto 6.** Socialización y presentación de la información en el Sistema de Información Minero Colombiano SIMCO

El alcance del proyecto incluye el análisis de 18 minerales:

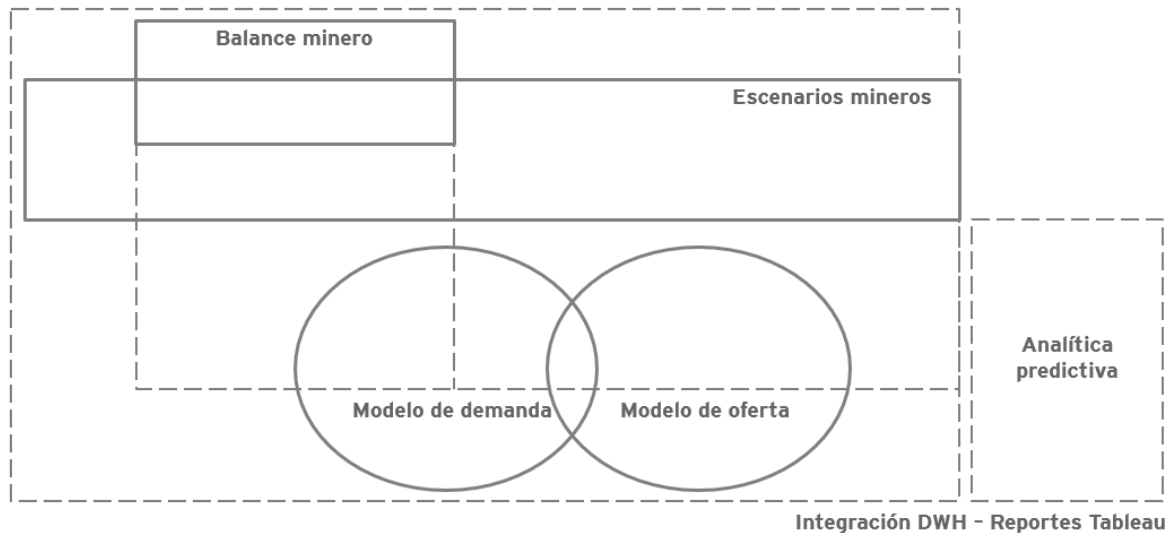
- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Oro | <input type="checkbox"/> Aluminio – bauxita |
| <input type="checkbox"/> Platino | <input type="checkbox"/> Cromo |
| <input type="checkbox"/> Cobre | <input type="checkbox"/> Manganeso |
| <input type="checkbox"/> Minerales de fosfato | <input type="checkbox"/> Plata |
| <input type="checkbox"/> Minerales de magnesio | <input type="checkbox"/> Níquel |
| <input type="checkbox"/> Carbón metalúrgico | <input type="checkbox"/> Esmeraldas |
| <input type="checkbox"/> Carbón térmico | <input type="checkbox"/> Arenas silíceas |
| <input type="checkbox"/> Hierro | <input type="checkbox"/> Estaño |
| <input type="checkbox"/> Coltán – niobio y tantalio | <input type="checkbox"/> Volframio – tungsteno |

Este documento presenta la metodología bajo la cual se realizaron los modelos para la proyección de oferta y demanda.

Este capítulo tiene como objetivo describir las secciones que componen el presente informe y dar un repaso sobre algunos elementos conceptuales necesarios para el entendimiento del ejercicio.

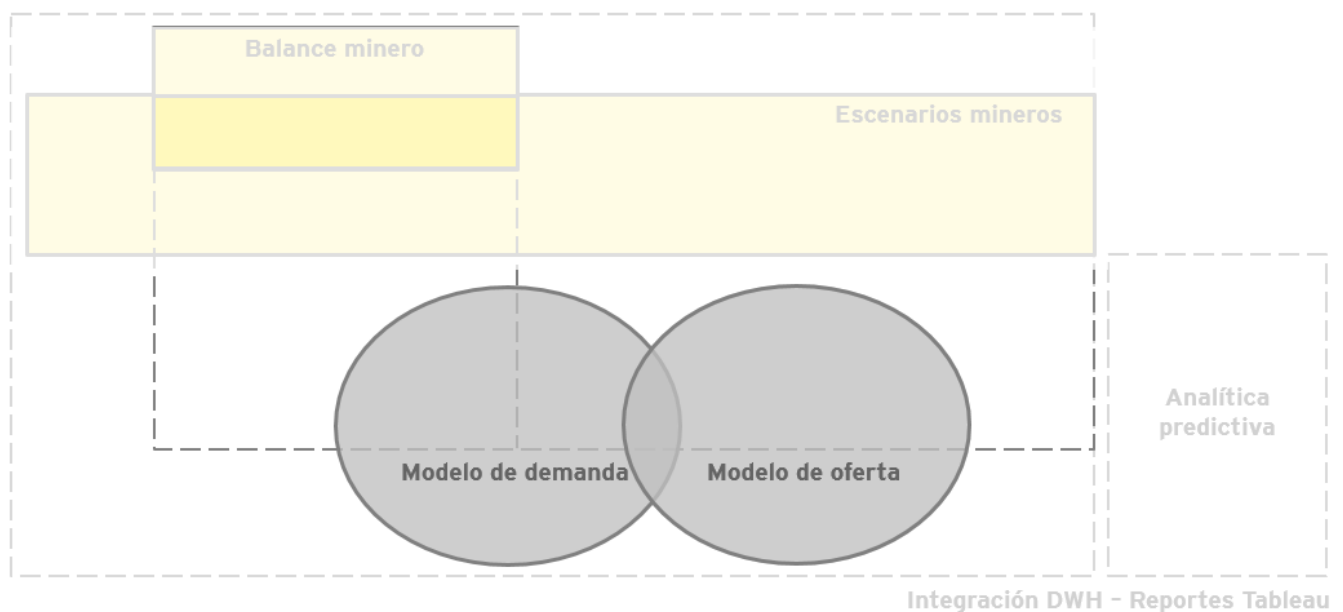


Para el desarrollo del proyecto, la Unión Temporal EY – JTBoyd parte de la premisa que el resultado final no es la suma de productos aislados, sino que cada uno de ellos está estrechamente relacionado con respecto a los demás. La capacidad de entender esta interconexión le aporta al enfoque la facultad de maximizar cada una de las faces en pro de alimentar el esquema general.



En esta oportunidad, el documento que se presenta en las siguientes páginas corresponde a los productos 4 y 5 del contrato, Elaborar los modelos de oferta y demanda de 18 minerales, sin embargo estará conectado con los productos 2 (Escenarios Mineros a 2015) y 3 (Balance Nacional de Minerales), como se verá más adelante.

La ley de la oferta y demanda es un modelo económico básico que describe el comportamiento un mercado determinado en un momento dado, que se ven afectadas por una gran variedad de fenómenos y procesos tanto macro como microeconómicos. El cálculo de la oferta y la demanda son cruciales para el entendimiento de cualquier sector, y la proyección de su comportamiento permite anticipar las acciones que debe propender una entidad para favorecer su supervivencia. En este caso, dicho análisis será realizado para el sector minero colombiano al año 2035.



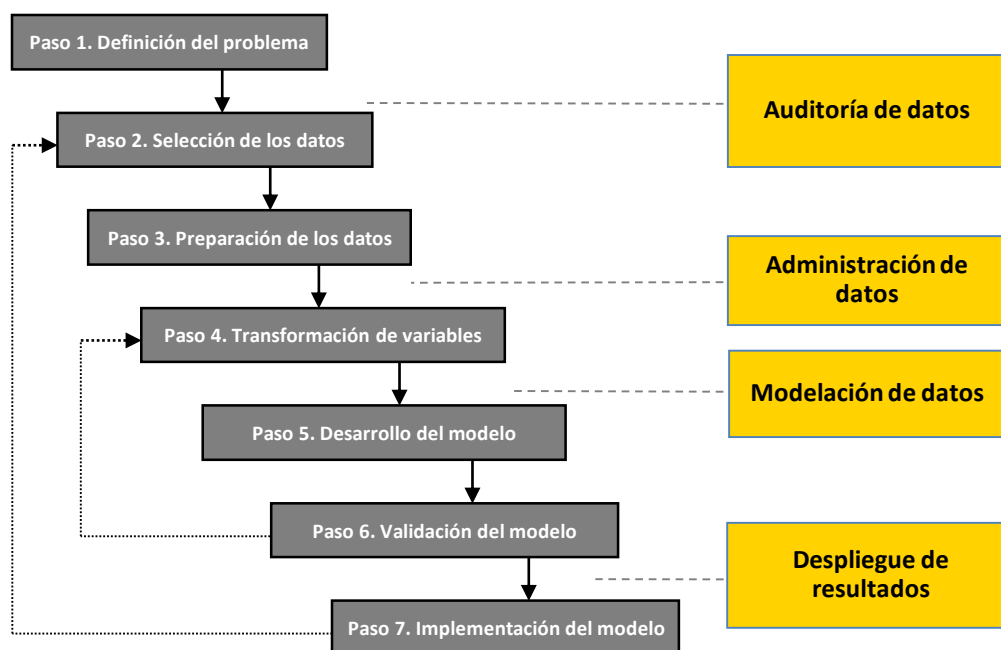


Metodología



En las siguientes páginas se presentan las proyecciones de oferta y demanda de los minerales seleccionados para el proyecto. En el documento se hace especial énfasis en las técnicas analíticas que fueron utilizadas para los resultados obtenidos.

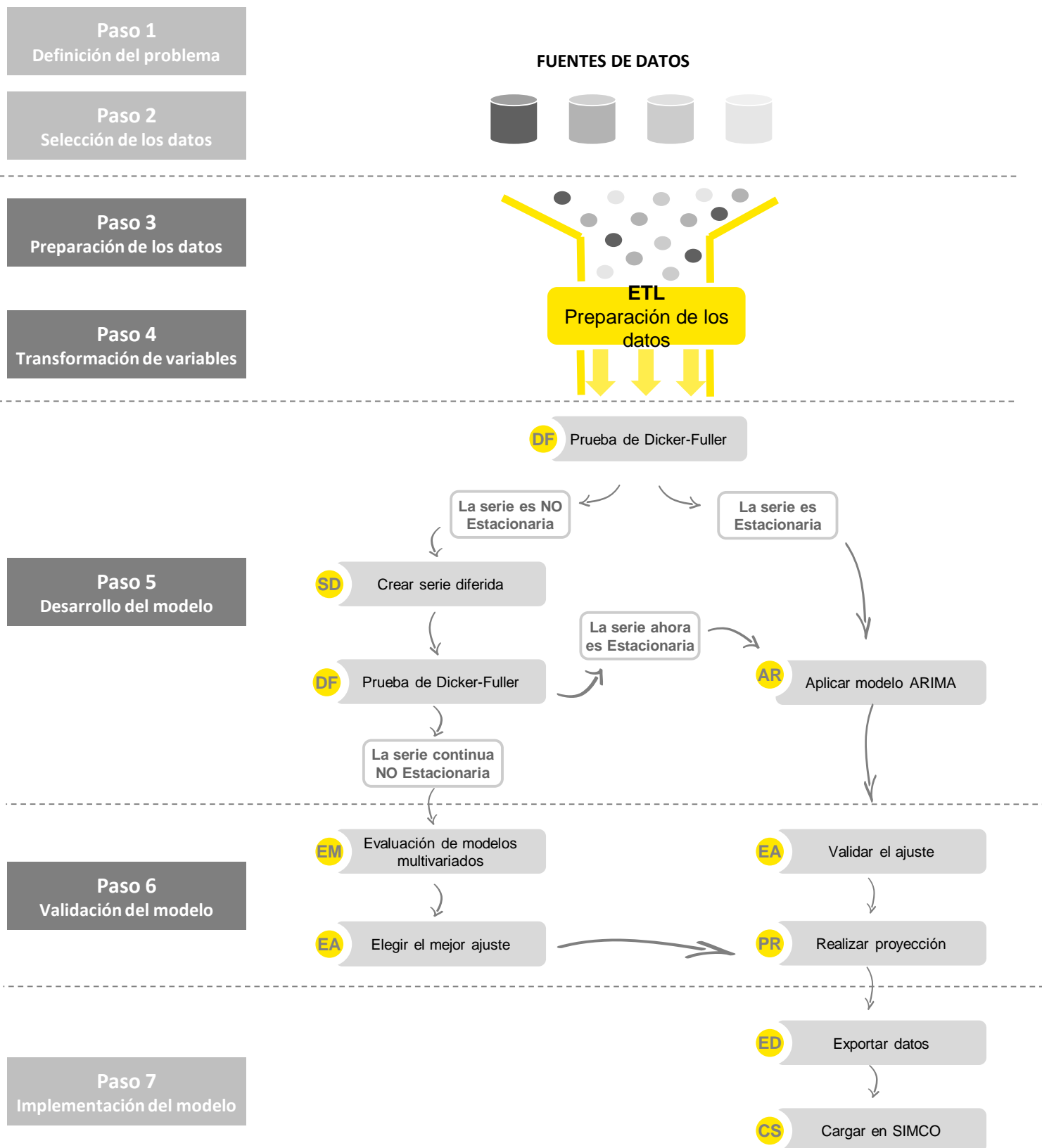
Los modelos predictivos son herramientas de análisis de datos que consisten en la extracción de información en procesos que usa la probabilidad para pronosticar resultados que abarcan una serie de técnicas que analizan hechos actuales e históricos para hacer predicciones sobre eventos futuros y no conocidos. El siguiente esquema describe la secuencia para lograrlo:



Luego de identificar la relación entre las variables propias de la demanda (usos de los minerales, crecimiento esperado, precio...) y la oferta (potencial geológico, reservas, sustitutos, rentabilidad, logística...), se establecieron suposiciones basadas en hallazgos y de allí se desprendió la creación del modelo analíticos.



Esquema de trabajo para el desarrollo de las proyecciones de Oferta y Demanda



Esquema de trabajo para el desarrollo de las proyecciones de Oferta y Demanda



Definición de la necesidad

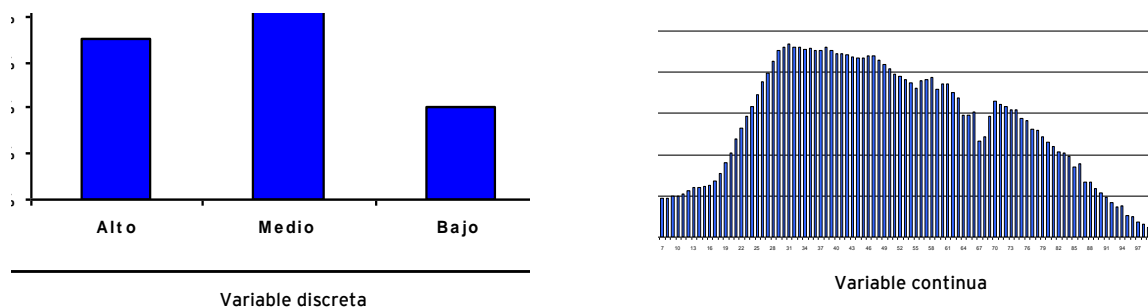
En este tipo de estudios, identificar el propósito específico de los modelos, determina los tipos de datos requeridos para el desarrollo de los mismos. En este caso, la definición de la necesidad estuvo ligada a las proyecciones de oferta y demanda para 18 minerales, a partir de los resultados del balance de minerales y los escenarios definidos para 2035, donde se especificaron las variables que actualmente influyen o que podrían llegar a influenciar su comportamiento en el mercado.

Desde el BALANCE minero se indicaron las variables que actualmente están explicando la demanda y oferta a nivel nacional; dicha información fue sustancial para el entendimiento de cómo se comportan los minerales, y representaron un insumo determinante para la construcción del modelo. Por otra parte, los Escenarios Mineros aportaron las variables que podrían estar afectando el sector minero y por ende la oferta y la demanda a corto, mediano y largo plazo.

Selección de los datos

La estructura de los datos es una de las variables más importantes para que cualquier modelo sea exitoso. En esta etapa se analizaron los diferentes tipos de datos y las diferentes fuentes de información de donde estos provienen (internos o externos), utilizando técnicas estadísticas que permitieron evaluar la calidad y precisión dentro de un conjunto de datos. En este punto se obtuvo una vista completa de la información que alimentará el modelo, para así asegurar la optimización de las siguientes fases y/o actividades.

El tipo de datos integrados al modelo fueron:



Como ya se mencionó, esta selección de variables estuvo alineada con el resultado de los Escenarios Mineros y el Balance Minero. Adicionalmente se consideró la información detallada resultante de los siguientes proyectos:

- Caracterización y análisis del mercado internacional de minerales en el corto, mediano y largo plazo con vigencia al año 2035: Del proyecto van a salir las proyecciones de demanda y oferta y precio a nivel internacional lo cual es un fuerte insumo para realizar las proyecciones nacionales.
- Elaborar los balances oferta utilización en cantidades físicas y en valores corrientes a precios básicos para la serie 2012-2016: Este proyecto nos van a proporcionar los datos históricos de la demanda y oferta a nivel nacional.

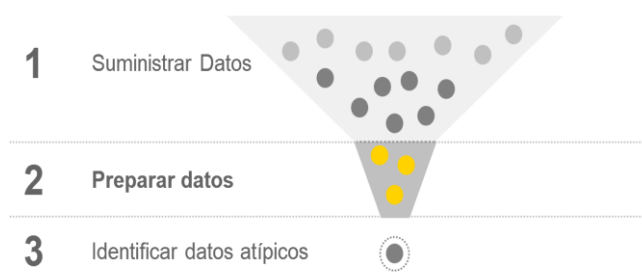
Preparación de los datos

La preparación de los datos fue una de las etapas que más tiempo tomó. Aquí se detalla todo el proceso de preparación de los datos que comenzó con la selección de las premisas a cumplir por los datos a utilizar, es por esto que los datos a utilizar en la proyecciones debían cumplir con las siguientes:

- ▶ Provenir de la UPME o la fuente oficial informada por la UPME.
- ▶ Contar con los resultados de las otras iniciativas de análisis lideradas por la UPME y que se encuentran en curso.

El objetivo de la preparación fue validar la calidad de los datos recibidos, visualizar tendencias en información del negocio. En esta etapa se identificarán:

- ▶ Valores faltantes.
- ▶ Valores incorrectos.
- ▶ Se evalúa la consistencia de los datos en el tiempo.
- ▶ Se identifican datos atípicos

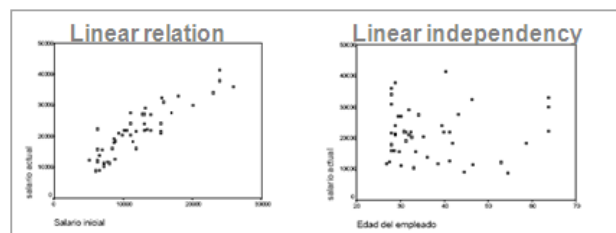


Trasformación de las variables

En esta etapa, se convirtieron los datos seleccionados en información aplicable a los modelos, a través de técnicas estadísticas y no estadísticas con el fin de crear indicadores de negocio que traen “conocimiento oculto”. Este ejercicio redujo el número de dimensiones detectando relaciones “inter-variables”, y para de nuevo asegurar que las siguientes fases estuvieran optimizadas. En esta etapa se identificaron características principales de los datos, a partir de un conjunto de datos iniciales de donde se deriva un grupo de variables que resumen dichas características, por lo tanto se identificaron las variables que formaran parte de los modelos: campos primarios y secundarios.

Para la transformación y reducción de los datos se utilizaron, por ejemplo:

- ▶ **Análisis de correlación lineal:** El objetivo de este análisis es reducir el número de variables que están incluidos en el modelo, para mantener el nivel de información: Las variables que están altamente correlacionadas no aportan información adicional, pero los resultados pueden estar sesgados a los conceptos de sobre ponderación, para esto se cuantifica el nivel de dependencia / independencia de un conjunto de datos.



Este análisis se puede llevar a cabo mediante graficas de dispersión o la matriz de correlación.

- ▶ **Análisis factorial:** Este análisis hace que el conjunto de datos sea manejable por medio de la eliminación de variables, sin perder información importante.

Selección y desarrollo del modelo

En esta etapa se consideró la calidad y cantidad de los datos que describían las variables a utilizar en los modelos; se seleccionaron los algoritmos para el desarrollo de los modelos de proyección de oferta y demanda de los 18 minerales a los que hace referencia este proyecto. Los algoritmos o técnicas que se utilizaron principalmente:

“Clustering K means”: Este es un método de agrupamiento utilizado en la minería de datos que tiene como objetivo dividir cierta cantidad de datos en x números de grupos con el fin de que estos sean comparables.

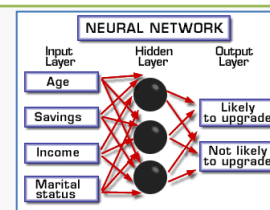
Entire Customer Base



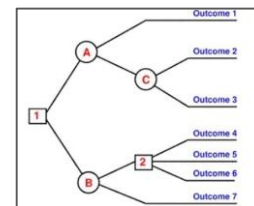
Four Clusters



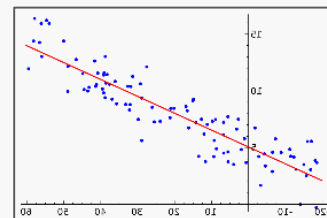
Redes neuronales: Esta técnica ha emergido como una herramienta de Machine Learning muy utilizada en diversos tipos de análisis. Las redes neuronales están inspiradas en la capacidad de modelamiento biológico, pero esencialmente son herramientas estadísticas que han sido utilizadas en muchos casos de negocio para encontrar patrones de reconocimiento, predicciones y clasificación.



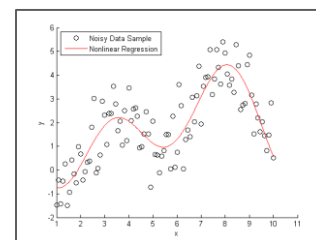
Árboles de decisión: Un árbol de decisión es una herramienta de apoyo a la toma de decisiones que utiliza un gráfico arborescente o modelo de decisiones y sus posibles consecuencias. Es una forma de mostrar un algoritmo que se usa comúnmente en la investigación de operaciones, específicamente en el análisis de decisiones, para ayudar a identificar una estrategia con más probabilidades de alcanzar un objetivo.



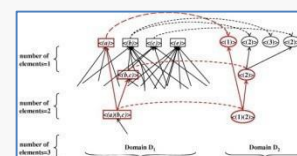
Regresión lineal : Es un modelo matemático usado para aproximar la relación de dependencia entre una variable dependiente y las variables independiente y un termino aleatorio.



Regresión no lineal: Es una forma de análisis de regresión donde la data que se observa esta modelada por una función que es una combinación no lineal de un modelo de parámetros y depende de una o más variables independientes.



Patrones secuenciales: El análisis de patrones secuenciales se enfoca en encontrar patrones estadísticos relevantes entre ejemplos de datos donde los valores son enviados en secuencia.



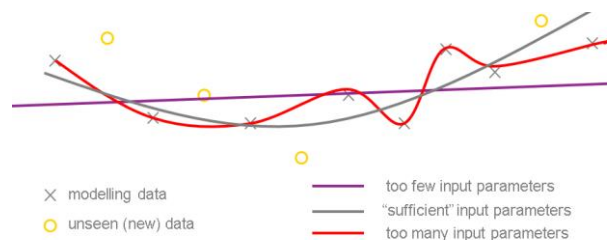
Validación del modelo

La validación del modelo para la proyección de oferta y demanda de los 18 minerales a 2035, consistió en la evaluación del grado en el cual el mismo se ajusta a la realidad. Dependiendo del modelo seleccionado para cada mineral, el grado de ajuste tuvo diferentes formas de ser medido. Algunas de las medidas utilizadas para medir el “grado” de desviación es el R^2 , el error porcentual, entre otros aportados por los profesionales de la Subdirección de Demanda de la UPME. Así mismo, donde hubo suficiente cantidad de datos, se dividieron los datos en:

- ▶ Datos de entrenamiento: utilizados para entrenar al modelo en los patrones y/o parámetros necesarios.
- ▶ Datos de validación: utilizados para ajustar el modelo.
- ▶ Datos de prueba: utilizados para probar la precisión del modelo.

Donde se tuvo una gran cantidad de datos, se evitó este exceso de ajuste de la siguiente forma:

- ▶ Partición de datos:
 - Datos utilizados para entrenar el modelo
 - El modelo aprende las relaciones subyacentes de los datos de entrenamiento
- ▶ Validación de datos:
 - ▶ Retener el conjunto utilizado durante el entrenamiento modelo para seleccionar el mejor modelo
- ▶ Prueba de datos :
 - ▶ Otro conjunto de retención utilizado para probar el modelo final, utilizado para citar los resultados de rendimiento



En función de granularidad de la información disponible, el proyecto utilizó como medida de validación de los modelos de proyección de oferta y demanda el análisis de sesgo sistemático que es el utilizado por la UPME para los fines descritos.

Implementación del modelo

Con las consideraciones descritas hasta este momento, la implementación efectiva del modelo se produjo como una combinación entre el conocimiento del mercado de minerales, la calidad de los datos y el rigor con el que se desarrollen las etapas previas aquí descritas.

Una vez validados y ajustados los modelos, se utilizaron para la proyección de oferta y demanda de minerales a 2035; con los modelos adecuados, fue posible realizar las proyecciones a corto, mediano y largo plazo, según las consideraciones definidas para cada escenario.

Los archivos resultantes del ejercicio serán integrados al SIMCO, que corresponde al producto No. 6 de este mismo proyecto, y se incluirán instrucciones para la alimentación permanente del modelo.

La información resultante del proceso descrito, será analizada a la luz de las fuerzas motoras identificadas en el ejercicio de Escenarios Mineros para Colombia a 2035, segundo producto asociado al contrato relacionado con el presente documento. Las fuerzas motoras servirán para la definición y explicación de los hitos y las variables que afectarán el comportamiento de los minerales en los escenarios desarrollados, a saber:

Colombia 2035: Continuidad

Febrero, 2035

“Solamente aquel que construye el futuro tiene derecho a juzgar el pasado.”

Friedrich Nietzsche

Las expectativas prometían cambios radicales que impulsarían al Estado hacia una sólida visión; sin embargo, al llegar el 2035, las amenazas no materializadas y las oportunidades no aprovechadas en el sector minero, son las que determinan su realidad. El País es administrado a través de entidades públicas que siguen sin lograr una óptima sincronización, lo que lleva a que en ocasiones las reglas de juego no sean claras y justas para todos.

Colombia 2035: Coexistencia

Febrero, 2035

“La mejor forma de predecir el futuro es crearlo”

Peter Drucker

Colombia comprende que la riqueza está en aquello que nos complementa y que la minería responsable con el medio ambiente, las comunidades y con otras actividades que utilicen el suelo, es un instrumento de prosperidad. El equilibrio entre el impulso Estatal, una comunidad constructiva, activa y participante, y una minería apalancada en el conocimiento de su potencial, le permitieron a Colombia avanzar en espirales ascendentes de creación de valor compartido.

Colombia 2035: Divergencia

Febrero, 2035

“Si el ritmo de cambio de afuera excede el ritmo de cambio al interior, el fin esta cerca ”

Jack Welch

La perspectiva de futuro donde la actividad minería era boyante y aportaba los recursos necesarios para apalancar el progreso del País, se disolvió entre actores de integridad cuestionable y el aire insalubre que ahoga al mundo. Fracasaron los esfuerzos en pro del desarrollo sostenible y se materializa la distopía. Algunos piensan que perdieron los mineros, pero la verdad es que todos perdimos un poco... o todo.

Colombia 2035: Continuidad

Febrero, 2035

“Solamente aquel que construye el futuro tiene derecho a juzgar el pasado”
Friedrich Nietzsche

Las presiones positivas que el País recibió como miembro activo de diferentes escenarios internacionales, como lo es ser miembro de la OCDE y haber suscrito el Acuerdo de París, contribuyeron para que Colombia considerará algunos elementos que podían impactar positivamente sus políticas públicas en materia de minería y medio ambiente. No obstante las exigencias para países en vía de desarrollo, que superaban la capacidad de respuesta del país, y la falta de un compromiso real de los países desarrollados para hacer acuerdos que condujeran a la adopción de algunos lineamientos, no fueron suficientes para marcar una diferencia; sin embargo, aquellos que se lograron implementar desencadenaron algunos efectos positivos en dichas áreas.

En este sentido, la minería siguió representando un importante eslabón de la economía colombiana. Desde el Gobierno, el sector minero recibió el soporte necesario para continuar su desarrollo, sin embargo, la agenda de algunos temas ambientales generó discrepancias con algunos sectores de la sociedad. Las preocupaciones por fomentar acciones en pro de la sostenibilidad entonces vigentes, no mostraron efectos del todo contundentes.

Colombia continuó con la labor juiciosa de reconocer todo su potencial geológico, elevando potenciales recursos a reservas y aunque la tarea no fue cumplida a cabalidad, si mejoró el nivel de conocimiento que le permitió hacer planificación del sector y una promoción efectiva del País como destino para la inversión extranjera en temas de minería; sin embargo, la incertidumbre sobre algunos temas asociados a la estabilidad jurídica y la licencia social para operar hicieron que algunos inversionistas declinaran dichas invitaciones. Los productos mineros de Colombia continuaron siendo commodities, dado que la incursión con esquemas de valor agregado siguió siendo incipiente.

Llega el 2035 y la expectativa sobre lo que sería el futuro es bastante discreta. En algún momento se vislumbraron cambios radicales que afectarían todas las facetas de la sociedad; sin embargo, hoy permanecen amenazas no materializadas y oportunidades no aprovechadas. El País es administrado a través de entidades públicas que, pese a múltiples esfuerzos, siguen sin lograr una óptima sincronización, lo que lleva a que en ocasiones las reglas de juego no sean claras para todos los actores.

Las preocupaciones ambientales siguen generando estructuras de presión no fundamentadas, para que el Estado regule con mayor contundencia la actividad minera; las comunidades han aprendido y sofisticado herramientas que le permiten hacer valer sus puntos de vista, mientras que las empresas del sector siguen buscando nuevas formas de interacción positiva para colegiar intereses y necesidades.

El punto en el espectro en el cual una fuerza se encuentra, dentro del rango de los estados extremos, se representa así:



La evaluación del punto en el espectro en el cual cada fuerza se encuentra en el presente escenario fue obtenido a través de una mesa de trabajo con la institucionalidad minera, con el apoyo de una herramienta de participación interactiva. Los resultados numéricos obtenidos se presentan en el Anexo 1. Clasificación grado de fuerzas en los escenarios

El estado de las variables críticas en este escenario es:

- ▶ Gobierno con enfoque en la promoción de la minería con mínimas consideraciones ambientales
- ▶ Políticas insuficientes para el cuidado de la biodiversidad y las fuentes hídricas
- ▶ Incentivos débiles para la promoción de fuentes de energía renovables no convencionales
- ▶ Medidas insuficientes para disminuir las emisiones de CO₂



Posición estatal de recursos mineros y ambientales
(Un Estado activo)



- ▶ Hay lineamientos para la ejecución de proyectos de minería en Colombia, sin embargo no hay una congruencia en los mismos entre las entidades ambientales y mineras de orden nacional y territorial.
- ▶ A pesar de los esfuerzos realizados, no hay una comunicación efectiva entre las diferentes instituciones del estado.



Gobernanza y Gobernabilidad
(Un Estado confiable)



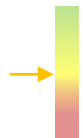
- ▶ Las comunidades mineras tienen voz y voto en el desarrollo de la actividad minera.
- ▶ No hay un consenso entre las comunidades mineras acerca del apoyo a la minería
- ▶ La opinión de la ciudadanía acerca del sector minero se basa en la desinformación



Grupos sociales
(Un ciudadano que exige)



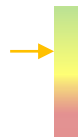
- ▶ Preocupación por parte de la sociedad en general por la sostenibilidad ambiental
- ▶ Los consumidores exigen la protección del medio ambiente, pero delegan toda la responsabilidad solamente sobre el estado
- ▶ La conciencia ambiental no ha permeado a toda la sociedad



Aspectos ambientales
(Un bien común)



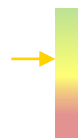
- ▶ Las operaciones mineras generan retornos positivos
- ▶ Venta de los minerales como commodities



Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y competidores)



- ▶ El país tiene conocimiento de parte del potencial geológico existente
- ▶ Hay promoción a la inversión extranjera del potencial geológico conocido.



Dotación minera y su conocimiento
(Un conocimiento de todos)

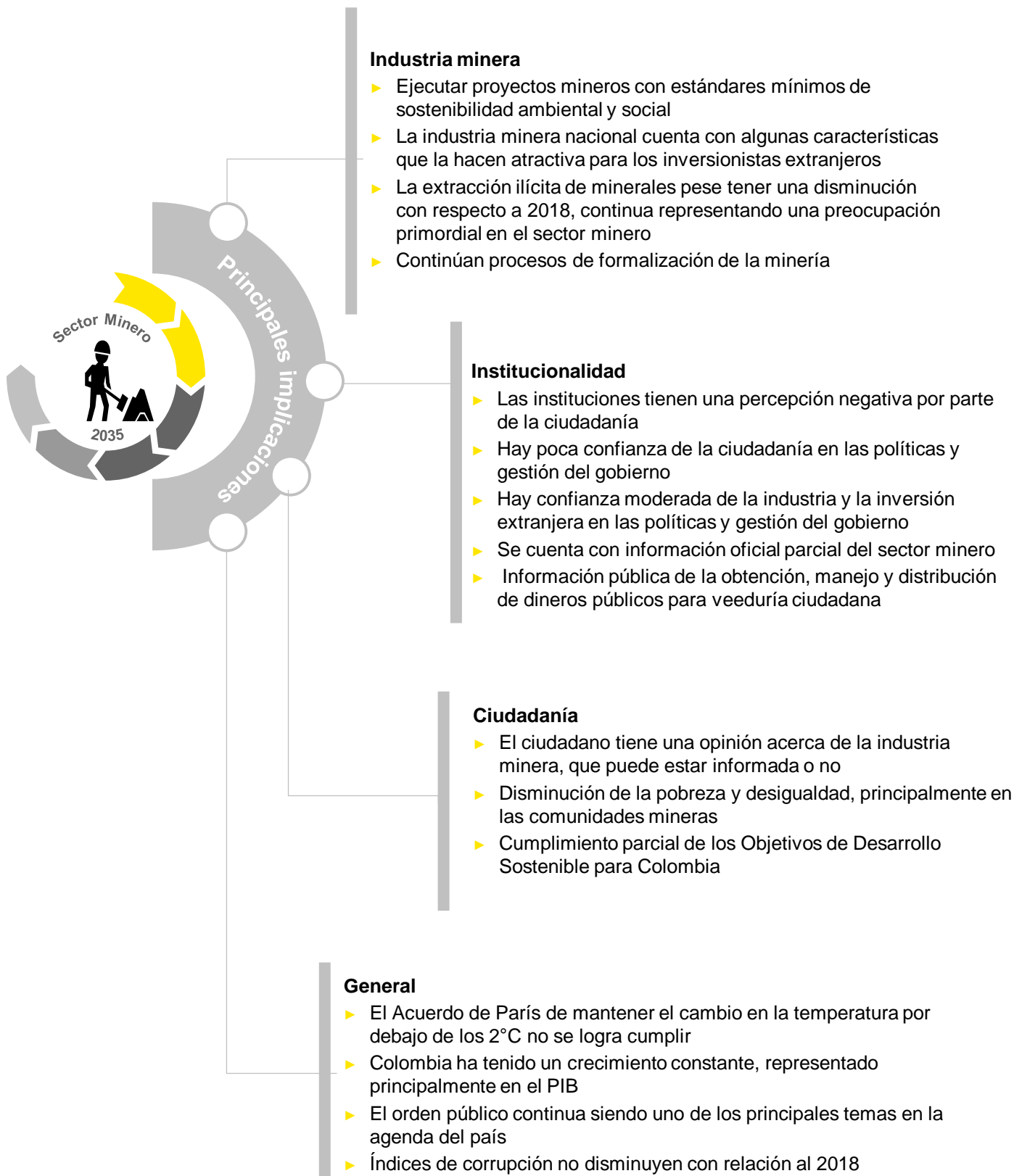


Incertidumbres críticas

Sector Minero

2035

Las principales consecuencias y/o implicaciones de que las fuerzas motoras de incertidumbre crítica tengan en 2035 las características anteriormente mencionadas son:



Colombia 2035: Coexistencia

Febrero, 2035

“La mejor forma de predecir el futuro es crearlo”

Peter Drucker

Después del ingreso a la OCDE y la suscripción del Acuerdo de París, compatibles con las miradas internacionales, permitieron que Colombia mediante firma de convenios con países desarrollados, adquiriera recursos que apalancaron una dinámica de participación activa en iniciativas que contribuyeron a moldear sus políticas públicas en pro de los temas económicos, sociales y ambientales.

Las buenas prácticas adoptadas y los resultados de las mismas, ayudaron a reenfocar las demandas y presiones de las comunidades empoderadas de conocimiento, quienes gracias a un proceso de madurez y fortalecimiento de criterio, adoptaron nuevas formas de relacionarse y colaborar con el Estado.

El País creó los fundamentos para una bonanza económica, y buena parte de su desarrollo estuvo relacionado con la expansión y fortalecimiento del sector minero que, en armonía con las tendencias y requerimientos en pro de la sostenibilidad, lograron aprovechar al máximo el conocimiento sobre su dotación geológica hasta consolidar proyectos productivos factibles. Esa astucia tuvo resultados positivos en que permitieron ganar participación en el mercado de minerales.

Esa ecuación entre el impulso Estatal, una comunidad activa y participante, y una minería apalancada en el conocimiento, con inversiones en apropiación tecnológica, le permitieron a Colombia avanzar en ciclos de retroalimentación positiva, donde uno de sus principales resultados fue dar sus primeros pasos en proyectos piloto de beneficio y transformación, que conducen a la exportación de minerales con valor agregado, superando un poco la etapa en la que su mercado se limitaba a los commodities.

Hoy en 2035, Colombia comprende que la riqueza está en aquello que la complementa. La madurez de las Instituciones Públicas y Privadas, así como la participación de Colombia en diferentes escenarios internacionales, le brinda elementos para comprender que es posible tener el desarrollo de una actividad minera próspera, con fuertes patrones de competitividad, y bajo condiciones que favorezcan la sostenibilidad ambiental.

Hoy Colombia cuenta con un catálogo de sus recursos y reservas validados por organismos competentes y con capacidades para aprovecharlos, de modo que el desempeño de mercado del sector minero atrae a los inversionistas que apalancan su crecimiento, e inyectan los recursos necesarios para cumplir la función social del Estado.

Hoy la minería representa un instrumento de prosperidad, con un territorio organizado de acuerdo a sus potencialidades y las comunidades lo entienden de ese modo. La información sobre la actividad minera en el país es pública, suficiente y permite a los ciudadanos establecer las acciones de veeduría que minimicen cualquier tipo de preocupación relacionada con el sector.

Hoy la coexistencia de actores que reconocen e interrelacionan sus necesidades y expectativas, bajo la mirada arbitral de un Estado que cuenta con unas reglas de juego claras para todos, hace posible que ya no sean necesarias las renunciadas polarizantes. Se da paso a la construcción espiral ascendente de creación de valor compartido entre el sector minero, medio ambiente y las comunidades.

El punto en el espectro en el cual una fuerza se encuentra, dentro del rango de los estados extremos, se representa así:



La evaluación del punto en el espectro en el cual cada fuerza se encuentra en el presente escenario fue obtenido a través de una mesa de trabajo con la institucionalidad minera, con el apoyo de una herramienta de participación interactiva. Los resultados numéricos obtenidos se presentan en el Anexo 1. Clasificación grado de fuerzas en los escenarios.

El estado de las variables críticas en este escenario es:

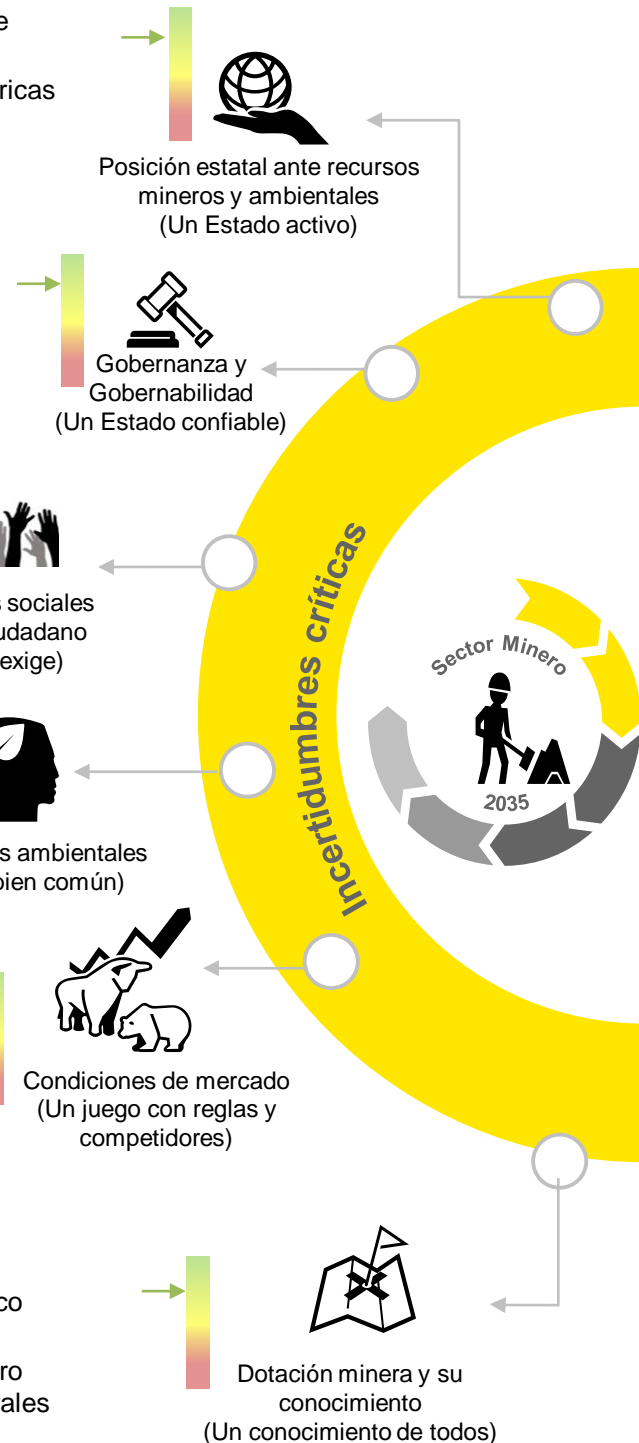
- ▶ Gobierno con enfoque en la promoción de la minería ambientalmente sostenible
- ▶ Políticas fuertes para el cuidado de la biodiversidad y las fuentes hídricas
- ▶ Impuestos a la emisión de gases efecto invernadero
- ▶ Implementación y promoción de fuentes de energía que no generen emisiones
- ▶ Hay lineamientos claros para la ejecución de proyectos de minería en Colombia
- ▶ La institucionalidad minera es fuerte

- ▶ Las comunidades mineras tienen voz y voto en el desarrollo de la actividad minera
- ▶ La mayor parte de la ciudadanía apoya los proyectos mineros
- ▶ La opinión de la ciudadanía acerca del sector minero es objetiva y con conocimiento de causa

- ▶ Alta preocupación por parte de la sociedad en general por la sostenibilidad ambiental
- ▶ Los consumidores exigen energía verde y muestran disposición por el transporte ecológico
- ▶ Cultura en la industria y la ciudadanía por el cuidado del agua

- ▶ Alto retorno de las operaciones mineras
- ▶ La aceptación de nuevas tecnologías a nivel mundial conllevan una mayor demanda de minerales
- ▶ La industria de la joyería a base de oro y esmeraldas Colombiana tienen un posicionamiento importante a nivel internacional

- ▶ El país tiene un alto conocimiento del potencial geológico existente
- ▶ El Estado, la sociedad y los inversionistas tienen un claro conocimiento acerca de dónde y qué cantidad de minerales hay en Colombia



Las principales consecuencias y/o implicaciones de que las fuerzas motoras de incertidumbre crítica tengan en 2035 las características anteriormente mencionadas son:



Colombia 2035: Divergencia

Febrero, 2035

“Si el ritmo de cambio de afuera excede el ritmo de cambio al interior, el fin esta cerca ”

Jack Welch

Si bien Colombia suscribió algunos acuerdos internacionales que orientaban las acciones que desde el Estado se deberían adoptar para evitar la catástrofe ambiental, la falta de seguimiento riguroso desde el Gobierno, llevó a que muchas de estas recomendaciones nunca fueran adoptadas o reglamentadas. La desarticulación entre las entidades del Estado y los territorios, así como unas tantas acciones cuestionables de algunos miembros del Gobierno hicieron que, en unos casos la corrupción y en otros el clientelismo, pusieran por delante de la agenda pública temas que poco aportaron a generar cambios importantes para el beneficio general del País.

Ante ese panorama, el escepticismo de las comunidades sobre el papel del Estado, alcanzó niveles que amenazaron la gobernabilidad. Los ciudadanos pensaban que tenían que dar la pelea, pero ni siquiera tenían claro por qué o para qué. Sin criterio, las masas eran fácilmente manipulables por aquellos que perseguían intereses particulares y que, en algunos casos, estaban directamente relacionadas con actividades ilícitas que confundían y desprestigiaban al sector minero.

Los cimientos de la economía nacional, el abandono de los motores de la industria y las inversiones en infraestructura, que históricamente estuvieron en buena parte soportados en la minería, experimentaron un revés que comprometió la estabilidad de esos ingresos. Por falta de políticas y controles adecuados, las regalías poco a poco tomaron rumbos que no siempre fueron los originalmente destinados.

El País se sumió en un desinterés por aumentar sus niveles de conocimiento sobre su potencial geológico, y en tal medida, perdió todas las oportunidades que el mercado tuvo para ofrecerle. Las exportaciones de minerales tradicionales sin ningún tipo de valor agregado se fueron diezmando, dado que no se tomaron en cuenta los indicadores que mostraban cambios en las tendencias y expectativas de consumo en los mercados del mundo.

¿Para qué cooperar? ¿Para qué cuidar? ¿Para qué aprender? Teníamos muchos ejemplos de lo que no debíamos hacer, pero finalmente hoy en 2035 se materializa la distopía. La corrupción ganó la batalla y hoy las instituciones del Estado son naves que vagan desorientadas. Perdimos las oportunidades de crecimiento que venían de la mano con las regalías, dado que no se contó con el apoyo necesario para desarrollar el sector. Algunos piensan que perdieron los mineros, pero la verdad es que todos perdimos un poco...

¿En quién se puede creer? El desengaño lleva a los ciudadanos a formarse una opinión negativa sobre casi todo, lo que impide encuentros y acuerdos para salir adelante; crece la presión, aumenta la tendencia anti-todo: anti-políticos, anti-minería, anti-progreso, anti-cambio...

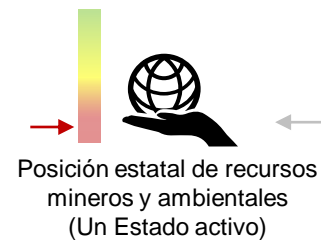
Se cumplió la profecía, pero de una forma inesperada: la minería no acabó con los recursos naturales, lo hizo la falta de gestión pública y la indiferencia por parte de los ciudadanos. La responsabilidad compartida nunca alcanzó a la conciencia de sus responsables.

Aunque no se sabe ni lo que se tiene, ¿tendría algún sentido saberlo?... El País podría descansar sobre las últimas reservas del metal precioso más valioso del planeta, pero no tendríamos el conocimiento ni la capacidad para aprovecharlo porque los inversionistas y los mercados perdieron la confianza en Colombia.

Había una perspectiva de futuro donde la minería aportaba los recursos necesarios para apalancar el progreso del País, a través de inversión en infraestructura, programas sociales, educación... pero ese futuro se disolvió en el aire insalubre que ahoga a los colombianos en 2035.

El estado de las variables críticas en este escenario es:

- ▶ Gobierno sin un enfoque claro, que resulta en un desentendimiento de la industria minera
- ▶ No hay protección del gobierno del cuidado de la biodiversidad y las fuentes hídricas
- ▶ No hay esfuerzos para la promoción de fuentes de energía renovables no convencionales
- ▶ No hay medidas para disminuir las emisiones de CO₂
- ▶ Economía en desaceleración



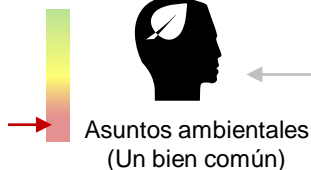
- ▶ Hay lineamientos para la ejecución de proyectos de minería en Colombia, sin embargo no hay una congruencia en los mismos entre las entidades ambientales y mineras de orden nacional y territorial
- ▶ A pesar de los esfuerzos realizados, no hay una comunicación efectiva entre las diferentes instituciones del estado.
- ▶ Las regulaciones son ajustadas a intereses particulares



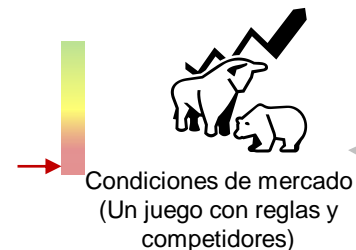
- ▶ Las comunidades mineras no tienen voz y voto en el desarrollo de la actividad minera.
- ▶ Hay rechazo de las comunidades a las actividades mineras por el aumento de problemas ambientales y de salud
- ▶ La opinión de la ciudadanía acerca del sector minero se basa en la desinformación



- ▶ Indiferencia hacia la sostenibilidad ambiental por parte de la sociedad en general
- ▶ Los consumidores exigen productos a bajo costo sin importar su impacto ambiental
- ▶ La conciencia ambiental ha permeado sólo una fracción pequeña de la sociedad
- ▶ La prioridad de las industrias es producir a cualquier costo



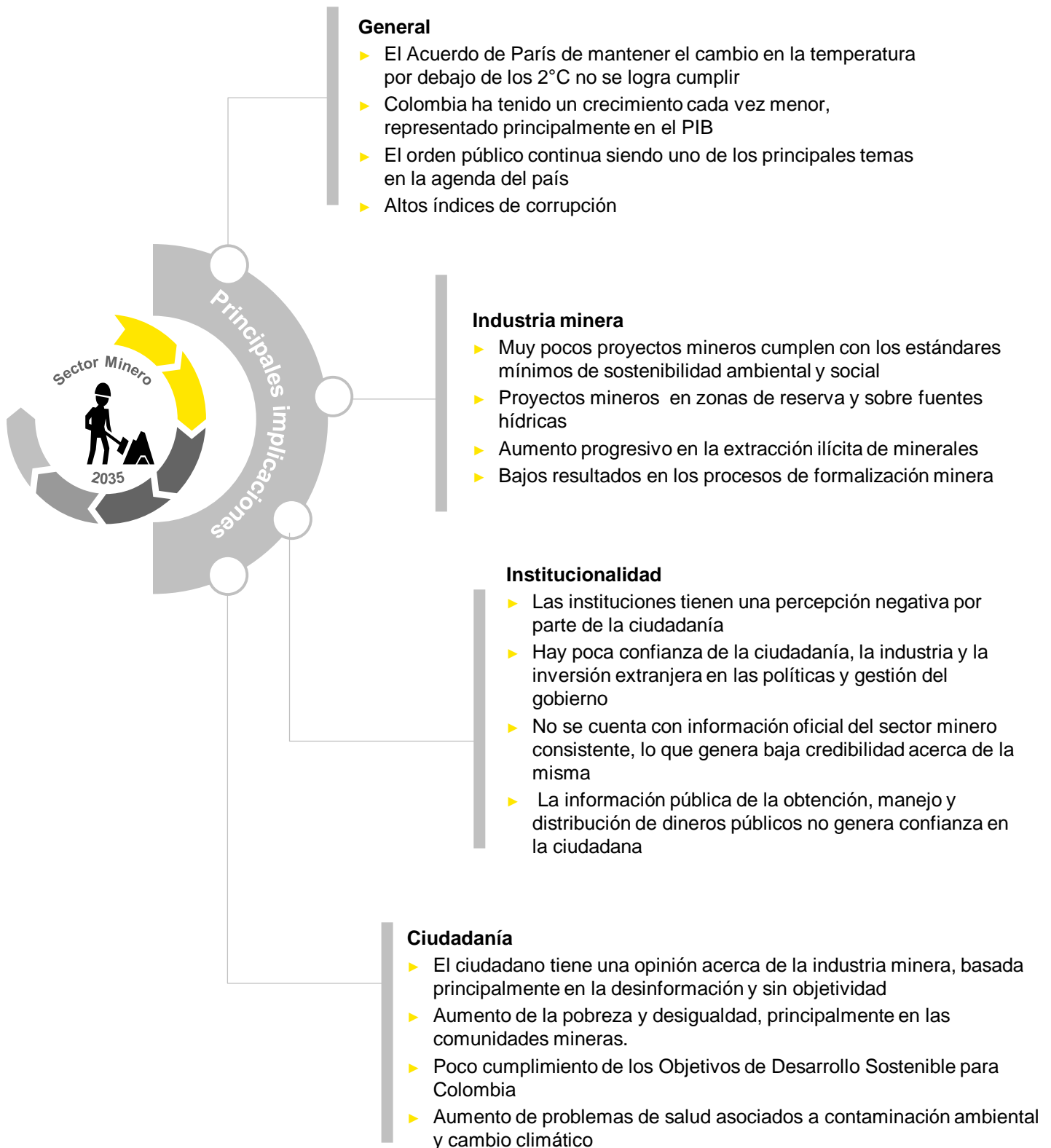
- ▶ Las operaciones mineras generan pérdidas
- ▶ Costos de producción de minerales al interior del país altos
- ▶ Poca accesibilidad a zonas de explotación minera
- ▶ Disminución de las exportaciones de commodities



- ▶ El país no tiene conocimiento del potencial geológico existente



Las principales consecuencias y/o implicaciones de que las fuerzas motoras de incertidumbre crítica tengan en 2035 las características anteriormente mencionadas son:





Modelos para la proyección de oferta y demanda de minerales

Carbón Térmico



Escenario 1. Continuidad**Descripción breve del escenario****Colombia 2035: Continuidad**

Febrero, 2035

“Solamente aquel que construye el futuro tiene derecho a juzgar el pasado.”

Friedrich Nietzsche

Las expectativas prometían cambios radicales que impulsarían al Estado hacia una sólida visión; sin embargo, al llegar el 2035, las amenazas no materializadas y las oportunidades no aprovechadas en el sector minero, son las que determinan su realidad. El País es administrado a través de entidades públicas que siguen sin lograr una óptima sincronización, lo que lleva a que en ocasiones las reglas de juego no sean claras y justas para todos.

Premisas modelo de continuidad

El comportamiento histórico de la oferta y la demanda del mineral incluye o muestra el efecto que las fuerzas motoras han tenido a la fecha sobre el mineral. Por ejemplo, desde la perspectiva de la fuerza de condiciones de mercado, si las condiciones del mercado han sido buenas para un mineral su producción histórica mostrará un aumento de la producción para dicho periodo.

Es importante tener en cuenta que el negocio de la minería de carbón en Colombia, en especial para los proyectos de gran minería, tuvieron su inicio en el año 1976, con una capacidad de negociación del Estado, con la firma de los Contratos en Virtud de Aporte, en el que CARBOCOL, como entidad Estatal, logró conocer en detalle la estructura de las empresas multinacionales en el mercado de carbón. Las primeras exportaciones se dieron en el año 1982, y adquirieron un estado de madurez, tanto por el reconocimiento de los clientes en el mundo como por los desarrollos de infraestructura y niveles de producción de las minas, que adquieren una dinámica sostenida desde el año 1991.

Si además de las buenas condiciones de mercado, se tiene que los grupos sociales han mostrado un rechazo hacia la explotación de un mineral, y este rechazo ha alcanzado el punto de lograr el cierre o suspensión temporal de una operación, la producción mostrará el correspondiente comportamiento hacia la baja.

Teniendo en cuenta lo anterior, y considerando que el escenario de continuidad establece que las fuerzas y el comportamiento futuro seguirán la misma tendencia actual, entonces las estimaciones de demanda y oferta futura para este escenario se basan únicamente en los cálculos obtenidos de los modelos matemáticos de proyección de series futuras.

Modelo de proyección de oferta y demanda para Carbón Térmico

Para la construcción del modelo para la proyección de oferta y demanda de este mineral, se consideraron las variables relacionadas con el esquema de Oferta / Utilización, soportadas en las series de datos que se presentan a continuación, con la estructura que se presenta en el siguiente esquema:

[Tipo de dato]	[fuente]	(serie de tiempo)
Consumo Intermedio	DANE	(2012 - 2016)

Series de datos relativos a DEMANDA

- Exportaciones Térmico kTon - DANE (2000 - 2018)
- Demanda histórica de carbón y Proyección 2018-2035 [MTon] - CRU (2018 – 2035)
- Reservas totales de carbón [MMT] - CRU (2009 – 2017)
- Importaciones internacionales de carbón térmico [MTon] - CRU (2008 - 2017)
- Oferta histórica internacional de carbón térmico [MTon] - CRU (2008 - 2017)
- Balance histórico (2008 - 2017) y proyección del mercado internacional (2018-2035) del carbón térmico [MTon] - CRU
- Histórico de precios (2008-2017) y proyección de precios (2018-2035) del carbón térmico [USD\$] - CRU
- Proyección de precios internacionales – Confidencial (2016 -2027)
- Histórico de consumo Interno del Carbón (2011-2017) y Proyección del consumo (2018-2035) [kTon] por sector industrial - Gecelca, XM, MinMinas (2011 - 2018)
- Histórico de precios de combustibles - UPME (2008-2018)
- Histórico de precios de petróleo - Indexmundi (2003-2018) [Cop\$/Barril]
- Histórico de precios (2008-2017) y proyección de precios (2018-2035) del carbón térmico [USD\$] JTBoyd
- Demanda de carbón térmico transado vía marítima histórica internacional y proyectada. [MTon] - Fuente confidencial (2015 - 2035)

Series de datos relativos a OFERTA

- Producción General Carbón (kTon) - ANM (2000-2018)
- Valor FOB de las exportaciones de carbón térmico [MUSD\$] - DANE (2000 - 2018)
- Valor FOB de las exportaciones de carbón térmico [MCOP\$] - DANE (2000 - 2018)
- Promedio anual TRM [Cop\$/USD\$] - DANE (2000 - 2018)
- Reservas mundiales de carbón [miles de millones de toneladas] - CRU (2009 - 2017)
- Exportaciones mundiales de carbón térmico [MTon] - CRU (2008 - 2017)
- Oferta histórica internacional de carbón térmico [MTon] - CRU (2008 - 2017)
- Proyección de la producción mundial de carbón térmico [MTon] - CRU (2018 - 2035)
- Balance histórico (2008-2017) y proyección del mercado internacional (2018-2035) [MTon] - CRU
- Histórico de precios (2008-2017) y proyección de precios (2018-2035) del carbón térmico [USD\$] - CRU
- Proyección precios Energy & Metal Consensus Forecast - Fuente confidencial (2016 -2027)
- Histórico de precios de combustibles - UPME (2008 - 2017)
- Histórico de precios de petróleo - Indexmundi (2003-2018) [Cop\$/Barril]
- Precio FOB Bocamina (COP\$) - UPME (2000-2018)
- Costos de Transporte a Puerto (USD\$) - UPME (2000-2018)
- Costos de Puerto y Manejo (USD\$) - UPME (2000-2018)
- Histórico de precios (2015-2017) y proyección de precios (2018-2035) del carbón térmico [USD\$] - JTBOYD
- Proyección de oferta de carbón térmico - JTBOYD (2018-2035) - Escenario Línea Base
- Proyección de oferta de carbón térmico - JTBOYD (2018-2035) - Escenario Divergencia
- Proyección de oferta de carbón térmico - JTBOYD (2018-2035) - Escenario Coexistencia
- Oferta MARÍTIMA histórica internacional y proyectada [MTon] - Fuente confidencial (2015 - 2035)

Escenario 1. Continuidad**Variables modelo de continuidad**

Para la construcción del modelo, se consideraron específicamente las variables que se enuncian a continuación, dado que el índice de correlación de mayor de 0,4 como valor absoluto:

Producción:	Exportaciones:	Consumo intermedio:
<ul style="list-style-type: none"> • Exportaciones mundiales de carbón térmico - CRU • Histórico de precios de combustibles Diesel - UPME • Global Supply (mt) • Global Demand (mt) • Histórico y Proyección de Oferta Marítima Internacional - IHS Markit' 	<ul style="list-style-type: none"> • Exportaciones valor FOB - DANE • Histórico de precios de combustibles Diesel - UPME • Precios Carbón Térmico - CRU • Exportaciones mundiales de carbón térmico - CRU' 	<ul style="list-style-type: none"> • Promedio TRM - DANE', • Exportaciones valor FOB - DANE • Proyección de precios - Energy & Metal Consensus Forecast - Contract • Histórico de precios de combustibles Diesel – UPME • Histórico y Proyección de Oferta Marítima Internacional - IHS Markit • Precios Carbón Térmico - CRU (FOB Australia 6000 \$/t (real)) • Exportaciones valor FOB - DANE

Las proyecciones se realizaron a partir de 5 técnicas diferentes de machine learning con el fin de evaluar cuál de ellas se adapta mejor a los datos históricos que permiten el entrenamiento de los modelos.

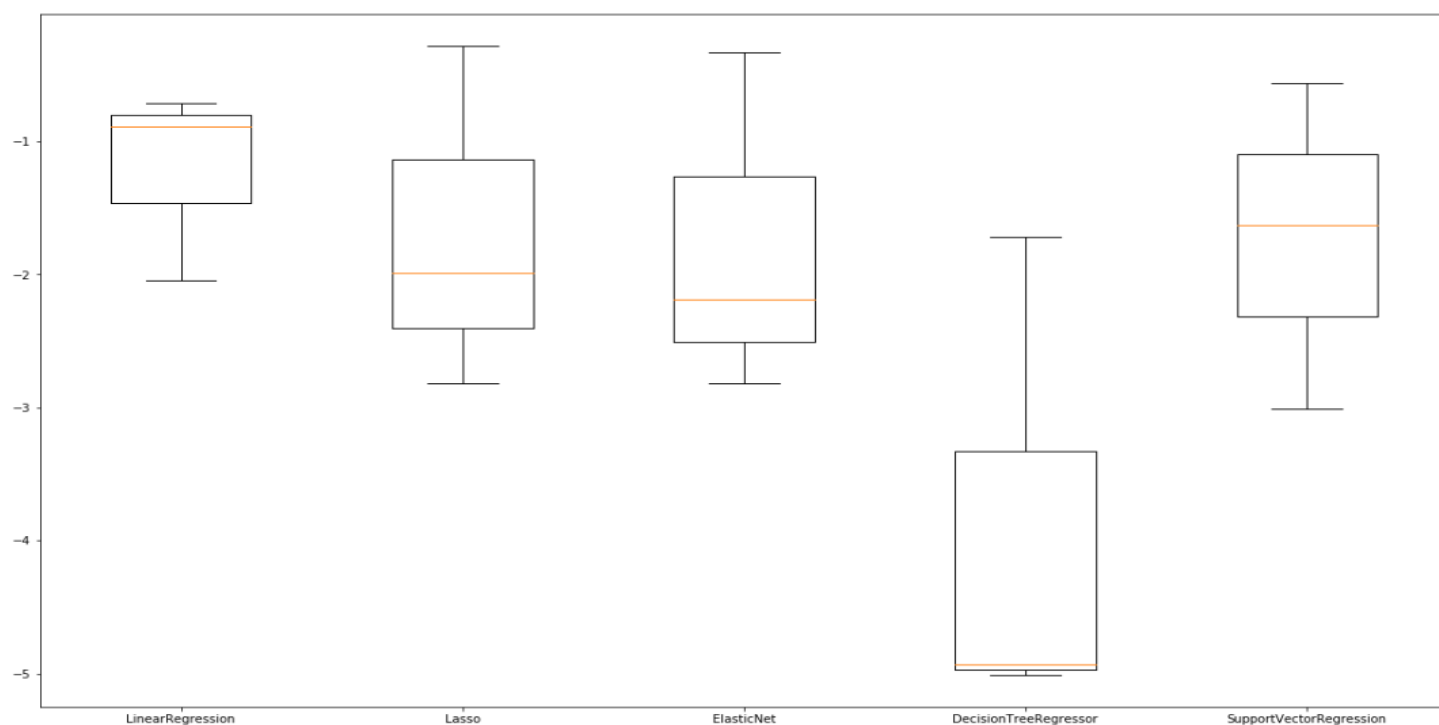
Adicionalmente, se implementaron técnicas de entrenamiento cruzado de modelos para aprovechar al máximo los datos de entrenamiento (series históricas). Como resultado del entrenamiento cruzado de los modelos, se obtienen diferentes métricas del error (Ej. MSE, RMSE, R^2 , AAE) las cuales son evaluadas con el fin de seleccionar el modelo que de un mejor ajuste hacia los datos.

La siguiente gráfica muestra el MSE obtenido para los 5 modelos en el entrenamiento cruzado, en ella se puede ver que los modelos Lasso, Elastic Net y Soporte Vectorial tienen MSE similares lo cual indica que son candidatos para realizar la proyección.

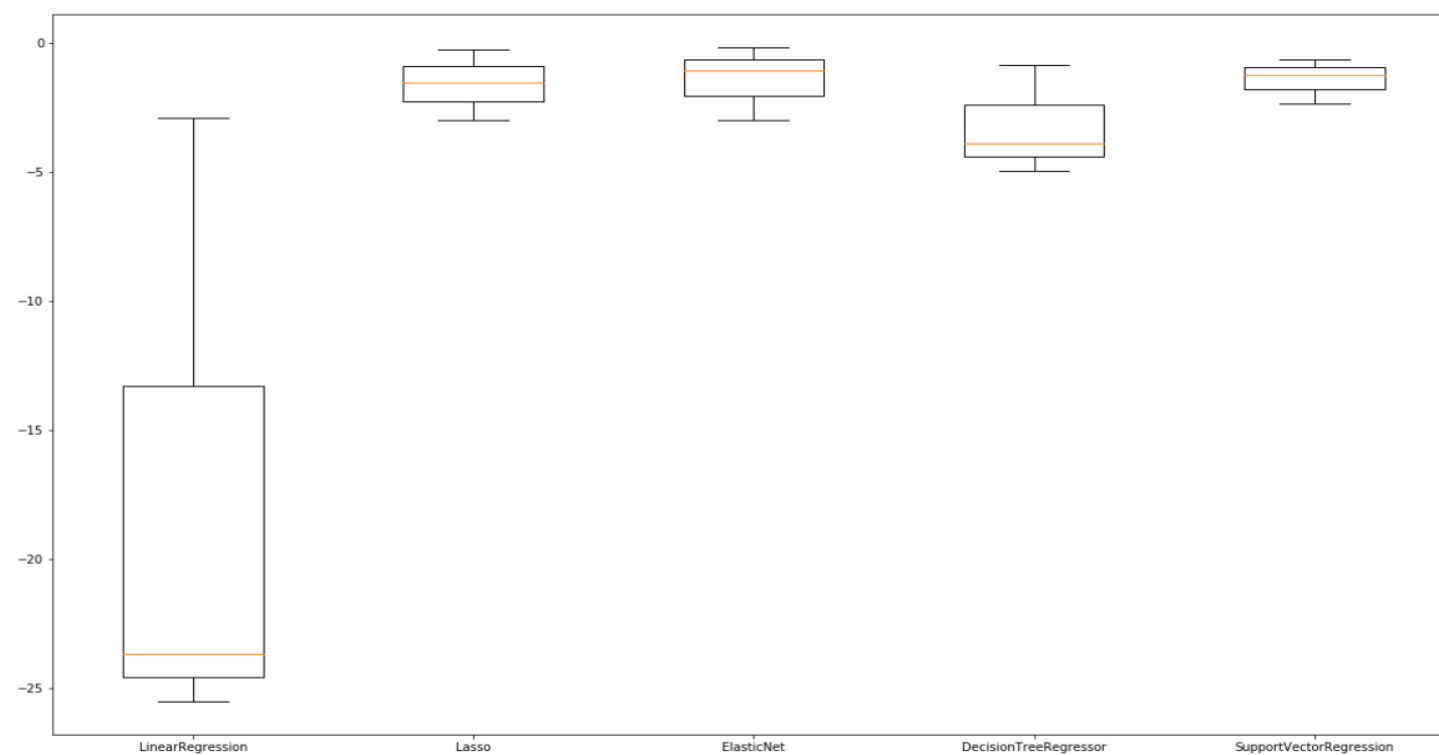
Escenario 1. Continuidad**Producción**

Escenario 1. Continuidad

Exportaciones



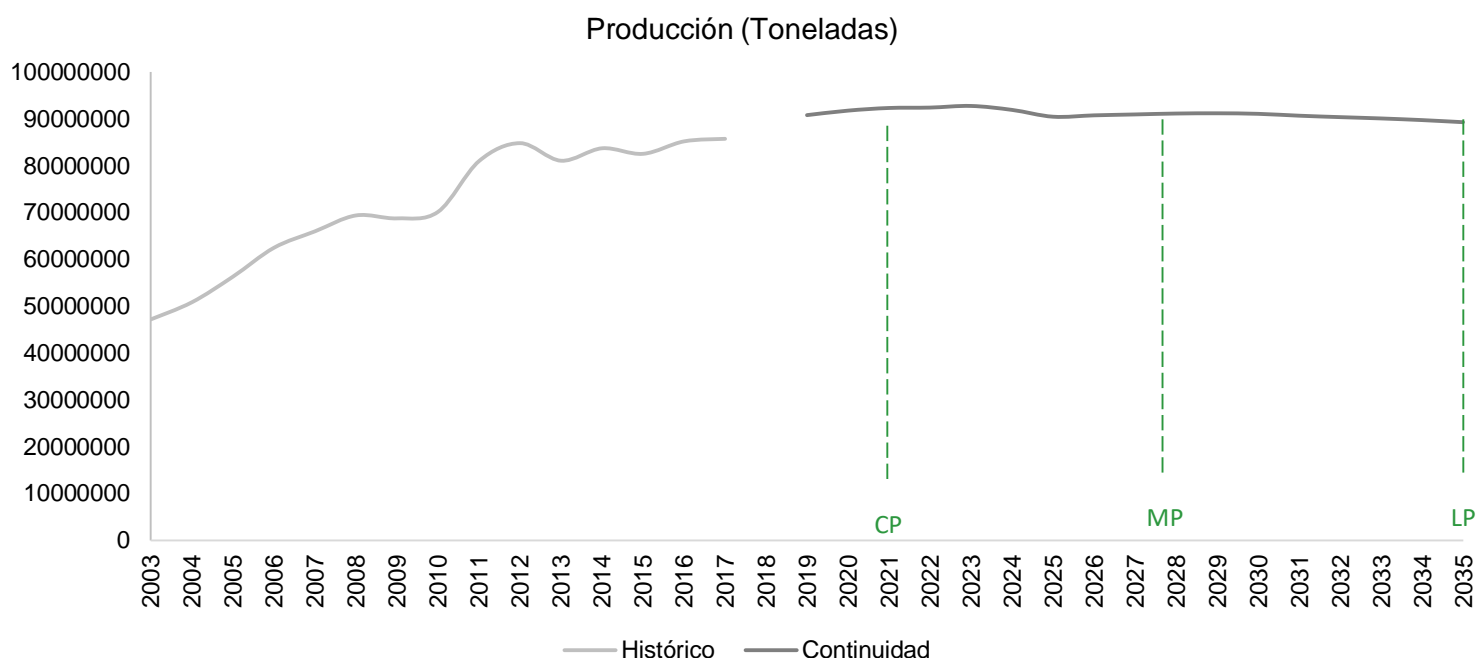
Consumo intermedio



Las medidas de error se presentan en los anexos asociados al mineral (ver anexo A)

Escenario 1. Continuidad

Las curvas resultantes, de acuerdo al modelo seleccionado para cada serie, son:

Modelo de oferta

La producción de carbón térmico en Colombia alcanzó durante 2017 una cifra cercana a 86 millones de toneladas de las cuales alrededor de 82 millones fueron producto de las actividades que se adelantan en los departamentos de Cesar y La Guajira y que se destinan en su totalidad a los mercados de exportación.

Las explotaciones del interior del país, en los departamentos de los Santanderes, Cundinamarca y Boyacá se destinan principalmente a la atención de la demanda interna ya que, aunque son de muy buenas condiciones de calidad, los costos de transporte hasta los puertos no permiten un precio competitivo. Carbones tanto metalúrgicos como térmicos procedentes de Santander y Norte de Santander han sido también exportados con éxito.

Los volúmenes históricos de producción desde 2011, cuando alcanzaron una cifra cercana a los 81 millones de toneladas, mostraron un comportamiento relativamente estable; su margen inferior fue la cifra mencionada y su margen más alto fue 85,5 millones de toneladas en 2017. Hubo oscilaciones entre estos límites, tanto hacia el alza como hacia la baja, con el resultado que se observa en la gráfica, un comportamiento estable que no presenta alteraciones relevantes.

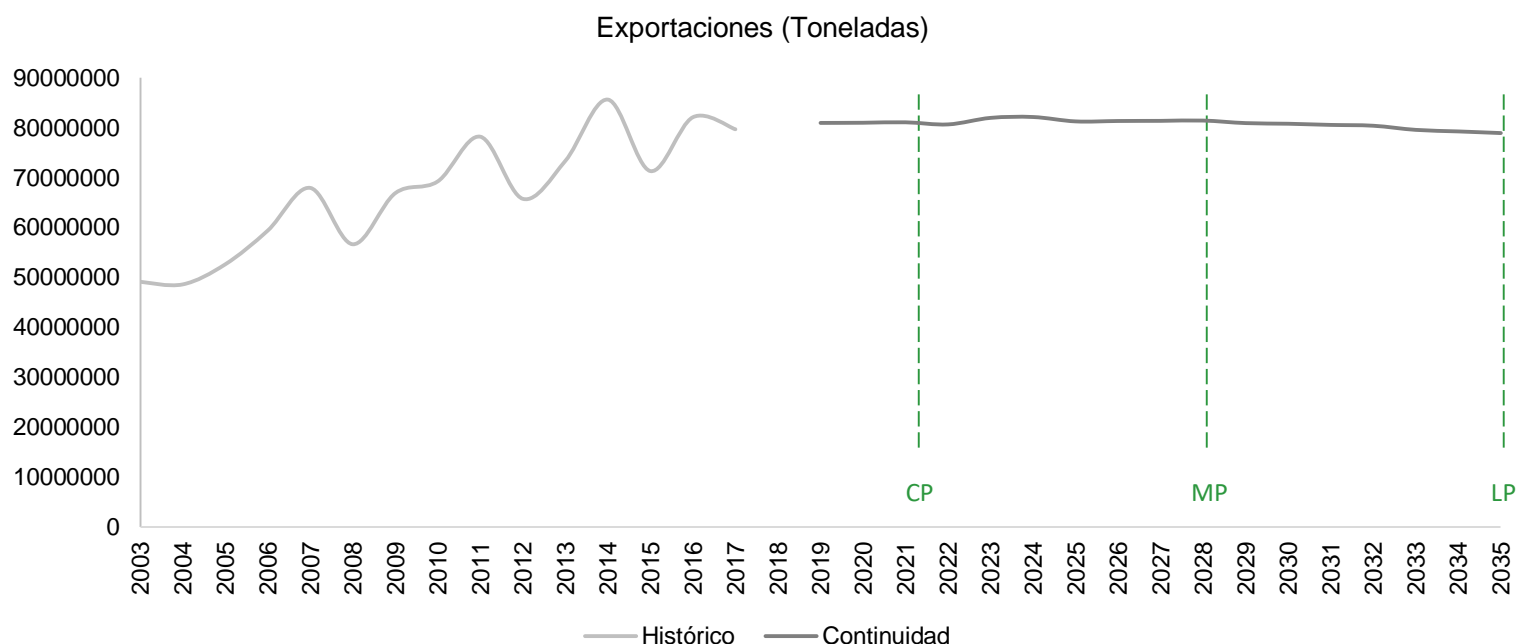
En el escenario de Continuidad el modelo asume que todas las condiciones determinantes de la oferta y la demanda que ocasionaron su comportamiento observado entre 2011 y 2017 se mantienen estables. El modelo tampoco incorpora en su predicción situaciones sobrevinientes que puedan alterar de forma alguna ese continuismo.

Como resultado de esta relativa estabilidad de los últimos 8 años, la proyección que hace el modelo para la producción de carbón térmico durante los próximos 17 años muestra una producción estable año tras año

Por otro lado, tampoco se esperan descubrimientos de dotación minera de carbón de dimensiones tan importantes como los que están siendo explotados que pudieran aportar notables alteraciones al mercado de productores actual. Las minas activas están operando en los niveles adecuados para que sus reservas permitan una expectativa de vida proporcional al interés de sus inversionistas, por lo que no habrá cambios importantes en su producción.

Escenario 1. Continuidad

Modelo de demanda

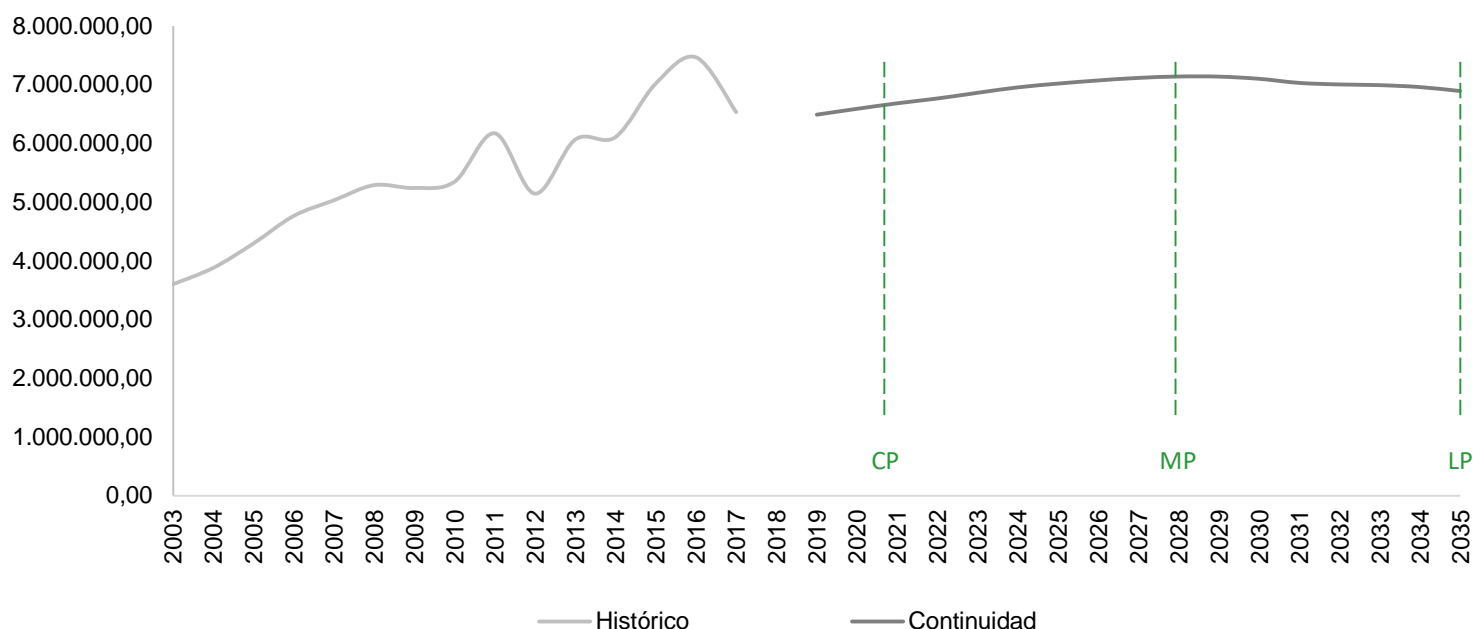


En el escenario de Continuidad, como en todos los escenarios de este estudio, la demanda internacional de carbón térmico estará siempre en condiciones de absorber la producción colombiana, independientemente de que dicha demanda oscile a la alza o a la baja. Ello es así porque más del 90% de la producción proviene de minas estructuradas para atender el mercado externo. En el mercado internacional de carbón, suponiendo que todos los requerimientos de calidad son iguales entre los diferentes actores, la decisión de compra generalmente se toma en favor del menor precio. Los productores colombianos de carbón de exportación se caracterizan por sus bajos costos de producción comparados con suministradores de otros países. Por esta razón este escenario considera que los exportadores colombianos podrán satisfacer la demanda internacional, siempre y cuando sus precios sean competitivos.

Esta es la principal razón para que la predicción de exportaciones que hace el modelo en este escenario, muestre un comportamiento paralelo al comportamiento de la producción pronosticada en el mismo. En los escenarios de Coexistencia y Divergencia se observará un comportamiento similar.

Escenario 1. Continuidad

Consumo Intermedio (Toneladas)



El consumo nacional de carbón térmico absorbe la producción de los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Norte de Santander, de donde obtiene los mayores volúmenes, aunque también absorbe las pequeñas cantidades extraídas en el Valle del Cauca y Santander. Estas regiones destinan preferentemente su producción al consumo nacional salvo Norte de Santander y Santander que venden algunos carbones térmicos y metalúrgicos para exportación.

Esta producción se distribuye entre dos grandes consumidores, por un lado la generación eléctrica a partir del mineral y por otro, la industria. Los sectores de la industria nacional incluidos como consumidores son: la industria del cemento, la industria papelera, la producción de ladrillo, la producción de alimentos y la elaboración de productos textiles, además de otros sectores productivos cuya demanda de calor es ya muy pequeña y no aparece diferenciada en los registros estadísticos.

La industria consume cerca del 70% del carbón térmico producido en el interior del país, mientras la generación de energía eléctrica en plantas que usan el carbón como fuente de calor, consume el 30% restante.

Históricamente se ha mantenido un consumo nacional relativamente constante de carbón sin grandes cambios y con algunas pequeñas oscilaciones, lo que coincide con la estabilidad del índice de producción real de la industria manufacturera publicado para el periodo por el DANE. Sin embargo, desde 2011 los volúmenes de carbón consumidos por la generación han presentado variaciones importantes año a año, modificando la tendencia observada.

La proyección calculada por el modelo de learning machine para este escenario de continuidad, no reconoce los cambios estacionales de los últimos años y predice un consumo interno estable sin modificaciones. No se esperan cambios ni en la producción real de la industria manufacturera ni en la generación eléctrica a partir de carbón.

Escenario 1. Continuidad

Cada una de las fuerzas motoras que definen los escenarios planteados actúa de forma que las condiciones que del negocio minero mantienen el status quo presente a 2018. El rol desempeñado por cada una durante el periodo de la proyección establecida en el modelo se describe en los siguiente párrafos:



Posición estatal de recursos
mineros y ambientales
(Un Estado activo)

**No hay cambios en el Government Take (Impuestos,
tasas, contribuciones y contraprestaciones reales del
sector minero)**

- Se renuevan los títulos mineros y las licencias ambientales los proyectos activos
- Se mantiene la tendencia de otorgamiento (pausado) de nuevos títulos y lento para otorgamiento de licencias ambientales.



Gobernanza y
Gobernabilidad
(Un Estado confiable)



Grupos sociales
(Un ciudadano
que exige)

Las comunidades de las zonas mineras de carbón mantienen una posición de apoyo al desarrollo de la actividad



Aspectos
ambientales
(Un bien común)

Los consumidores exigen la protección del medio ambiente, pero delegan toda la responsabilidad solamente sobre el Estado.



Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y
competidores)

- La industria minera mantiene su tendencia histórica sin cambios significativos positivos o negativos.
- No entran a producción nuevos proyectos PINES pero tampoco se detienen los activos
- Se mantienen las termoeléctricas actuales



Dotación minera y su
conocimiento
(Un conocimiento de todos)

El amplio conocimiento de los recursos y las reservas de carbón del país hace que tanto los intereses local como el internacional pretendan mantener las tendencias actuales de la industria

Escenario 1. Continuidad**Las cifras de la proyección y su evolución:**

Como resultado de la continuidad en el tiempo de las circunstancias que rodean y afectan a la oferta y a la demanda de carbón térmico, premisa básica del escenario denominado continuidad, según el cual se mantendrán durante los 17 años próximos tales condiciones, el modelo de predicción aplicado que se basó en estructuras de machine learning, pronostica el comportamiento de la producción (oferta) y del consumo intermedio y las exportaciones (demanda) que vio en las gráficas incluidas en las páginas precedentes, cuyas cifras se muestran en la tabla que se presenta al final de este capítulo.

Los volúmenes que se muestran en las tablas que se incluyen en las páginas 318, 319 y 320, son resultado de las premisas establecidas previamente para el escenario, especialmente de las premisas específicas. El análisis de las cifras nos muestra lo siguiente:

- La producción de carbón térmico en Colombia no crecerá durante el periodo 2019 – 2035, alcanzando un escaso 1% de diferencia positiva entre la producción de 2035 y la de 2018. Hacia el final del periodo tendrá ligeros, pero constantes descensos.
- El destino principal de esta producción seguirá siendo el mercado externo, hacia donde se dirigirá el 92,5% de la producción total obtenida durante el periodo proyectado 2018 a 2035. En cualesquiera condiciones del mercado mundial, la producción colombiana será vendida a los países compradores, tanto tradicionales como nuevos. Es la naturaleza de las compañías productoras.
- Como consecuencia de lo anterior, los índices de crecimiento o disminución del volumen de exportaciones sigue, uno a uno, la tendencia de la producción. Si se trazaran las gráficas de los índices de variación de la producción y de las exportaciones se obtendrían dos líneas paralelas.
- Dada la premisa de que el balance de oferta y utilización se mantiene equilibrado en cualquier condición de mercado, el total del consumo intermedio durante el periodo 2018 - 2035 representa el 7,5% de la producción total obtenida en el periodo, alcanzando entre 2019 y 2035 un volumen total consumido de 117,77 millones de toneladas frente a un total de 1.547,34 millones de toneladas producidas. (ver tablas en la página 319).
- Las variaciones del consumo intermedio presentan un repunte de menor significancia en los años intermedios del periodo proyectado, llegando a subir desde 6,2 millones de toneladas en 2018 hasta 7,13 millones en 2028, cuando nuevamente entra en una fase de deceso.
- Es notorio el incremento que muestra la proyección al inicio, especialmente entre los años 2018 y 2019, cambio que seguramente el modelo aplica como reconocimiento de las fuertes fluctuaciones históricas de los años inmediatamente anteriores. Esta variación es del orden del 4,4% entre estos dos años y no vuelve a repetirse en la proyección.
- No sobra recordar que en el escenario de Continuidad las fuerzas motoras críticas, no tienen influencia en el comportamiento de las condiciones de oferta y demanda. Recuérdese que su carácter crítico corresponde a tener un alto impacto sobre el mercado y tener una alta incertidumbre sobre su rumbo futuro. En Continuidad, desaparece completamente la incertidumbre ya que se asume el supuesto de continuar su condición del momento de la predicción. El modelo proyecta con base en la información numérica de las series exclusivamente.

Escenario 2. Coexistencia

Colombia 2035: Coexistencia

Febrero, 2035

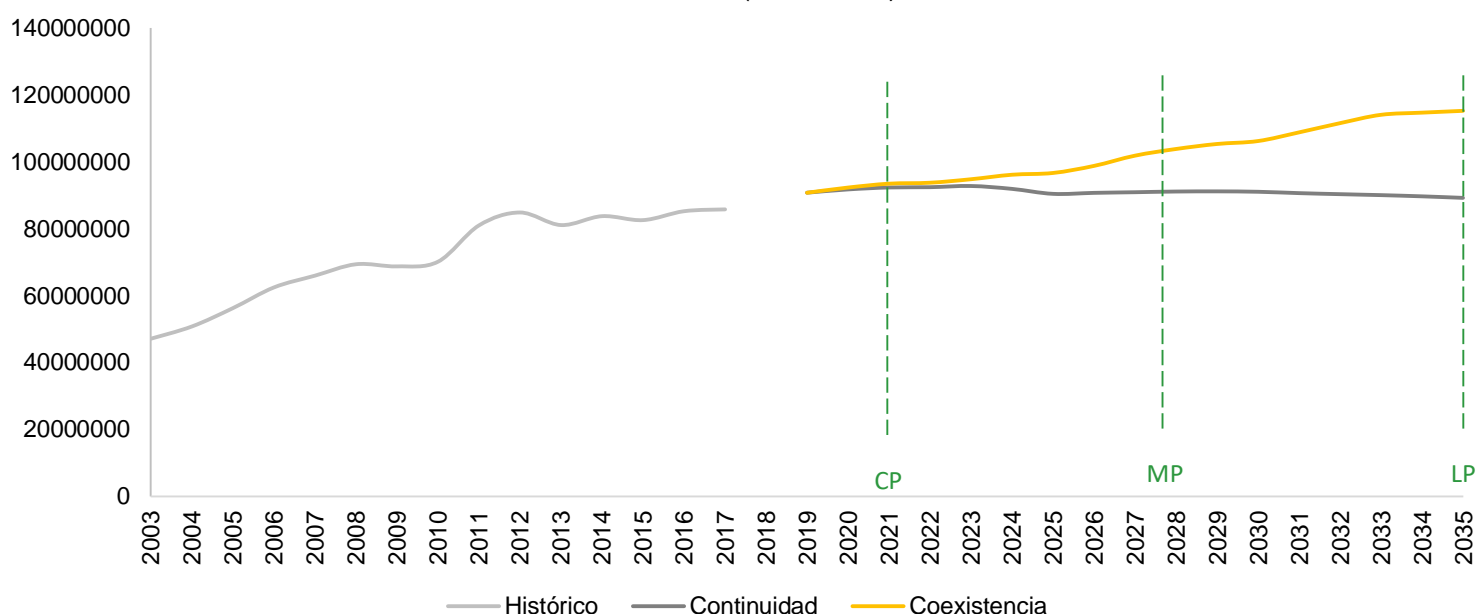
“La mejor forma de predecir el futuro es crearlo”

Peter Drucker

Colombia comprende que la riqueza está en aquello que nos complementa y que la minería responsable con el medio ambiente, las comunidades y con otras actividades que utilicen el suelo, es un instrumento de prosperidad. El equilibrio entre el impulso Estatal, una comunidad constructiva, activa y participante, y una minería apalancada en el conocimiento de su potencial, le permitieron a Colombia avanzar en espirales ascendentes de creación de valor compartido.

Modelo de oferta

Producción (Toneladas)



El comportamiento de la producción proyectada de carbón térmico en el escenario de Coexistencia, con apoyo en los factores positivos que estimulan la demanda, muestra una clara tendencia al alza y claro, los volúmenes proyectados son superiores a los del escenario de Continuidad. Aunque pueden verse en detalle a partir de la página 303, algunos factores que definen el crecimiento de la producción son:

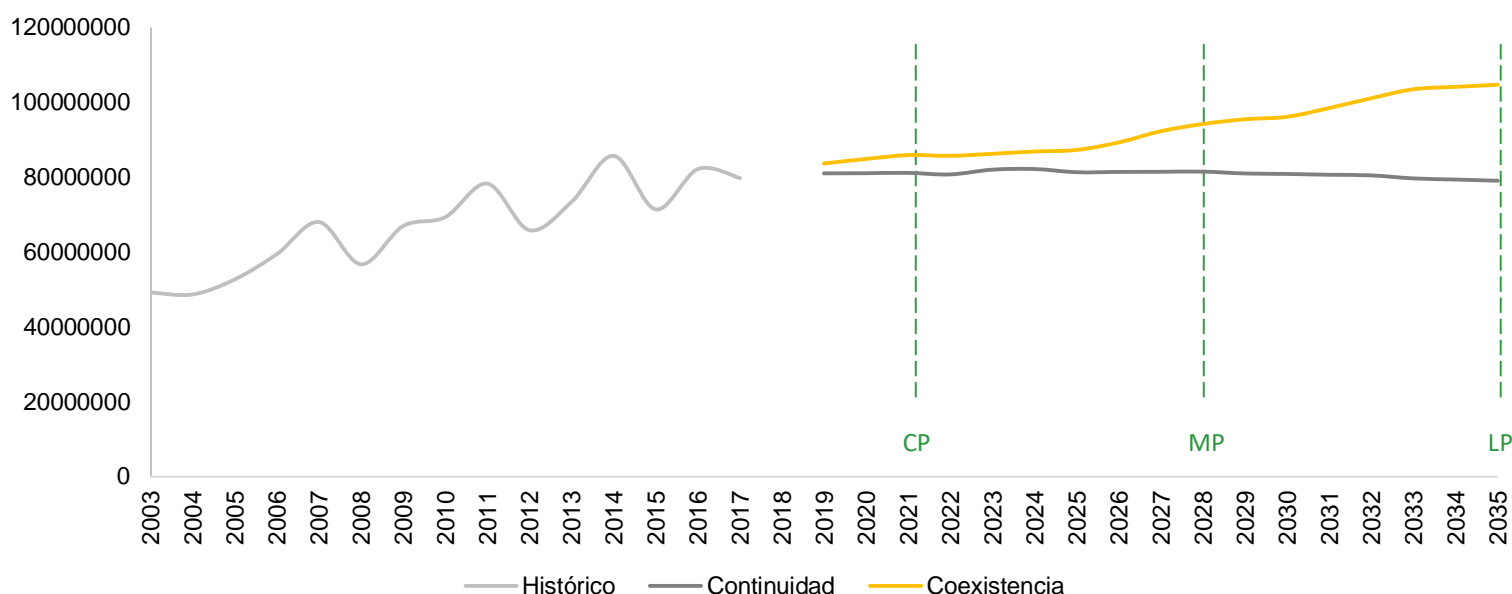
- La entrada en operación de los nuevos proyectos mineros
- Los grupos de presión sienten los beneficios de la actividad minera, especialmente en minas del interior.
- El Estado, que entiende la importancia tanto de la protección del medio ambiente como del desarrollo de una actividad minera respetuosa y restaurativa del entorno y al mismo tiempo generadora de recursos para sí mismo, adopta políticas que favorecen su adecuado desarrollo.
- La periodicidad regular del Fenómeno del Niño como causante de clima seco impulsa la generación termoeléctrica para suplir la disminución de la generación hidráulica
- Aunque el desarrollo de tecnologías de generación por medios alternativos como la generación eólica, solar o geotérmica, avanza de manera consolidada, sus altos costos solo pueden ser cubiertos en países con un alto nivel de desarrollo en donde, aun así, no forman una porción importante de sus matrices energéticas.
- Coexisten las plantas termoeléctricas a gas y carbón con los desarrollos de tecnologías alternativas de generación de energía.
- Los países en desarrollo y las economías emergentes mantienen una importante dependencia del carbón para la generación de energía.

Escenario 2. Coexistencia

- Se disminuye la oferta de gas natural por agotamiento de los recursos existentes y la prohibición del fracking, por lo cual la demanda creciente de energía se suple en parte, mediante el uso de carbón.(Plan de Expansión Referencia Generación Transmisión 2017-2031)
- Se ajusta el Government Take (Impuestos, tasas, contribuciones y contraprestaciones reales del sector minero), atendiendo las recomendaciones de documentos como "Estrategia para consolidar el atractivo de Colombia como destino de inversión minera. UPME 2015"; "Colombian mining sector development 2018 – 2022 (Asociación Colombiana de Minera 2018)".

Modelo de demanda

Exportaciones (Toneladas)



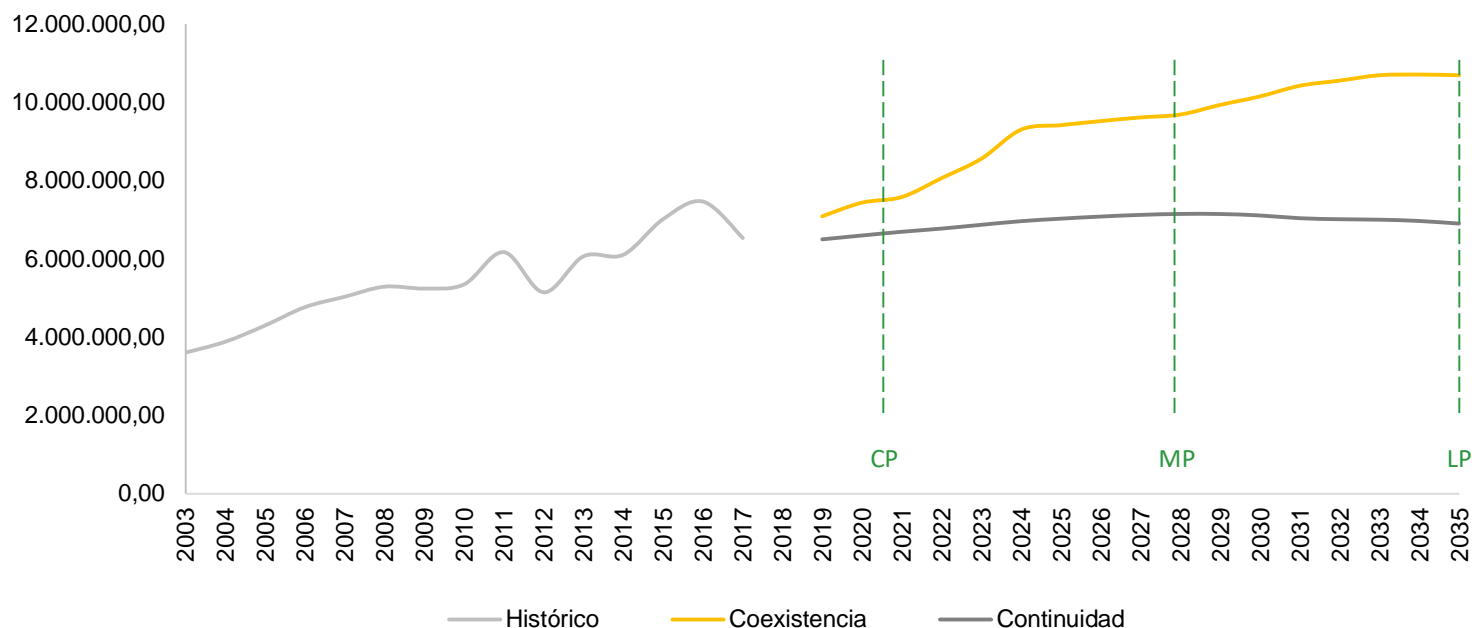
A partir de la página 303 se describen en detalle los eventos que determinan el comportamiento de los componentes del balance y en la página 307 se analizan con detenimiento las tasas de crecimiento y el comportamiento de la producción, el consumo intermedio y las exportaciones. Por lo pronto, se incluyen a continuación las suposiciones para el crecimiento de las exportaciones:

- Las empresas exportadoras expanden su producción (93% de la producción nacional) por las razones explicadas en el análisis correspondiente y como lo han hecho a lo largo de su historia, colocan su producción en el mercado mundial al margen de las tendencias en él observadas.
- Aunque el carbón ha sido sustituido en alguna proporción por otras tecnologías para la generación de energía en los países desarrollados, sigue siendo el combustible de carga base en la generación eléctrica a nivel mundial; los países en desarrollo y las economías emergentes aportan una demanda adicional de manera que éste mantiene una importante participación en las canastas energéticas de muchos países.
- El desarrollo de proyectos de infraestructura mediante inversión de las regalías generadas por la minería, facilitan el acceso al mercado internacional de zonas productoras que previamente se hallaban excluidas de este por los costos de transporte.
- La construcción de centrales de generación a carbón con tecnologías supercríticas de alta eficiencia con mecanismos de control de emisión de partículas y de CO₂, y la reconversión de muchas plantas existentes implementando "el uso limpio del carbón" permite su continuidad en el mercado y la aparición de demanda adicional de carbón.

Escenario 2. Coexistencia

Modelo de demanda

Consumo Intermedio (Toneladas)



A diferencia de lo que ocurre con otros productos minerales y manufacturados, Colombia explota carbón con el propósito fundamental de exportarlo; esto es, las exportaciones no están constituidas por excedentes de la producción local. Por otro lado, como se explicó en otros apartes de este análisis, la generación de energía representa el 30% del consumo intermedio de carbón, mientras la industria quema el 70% restante.

Con el peso que tiene el sector de generación eléctrica en la demanda de carbón, se constituye en el determinante de las tendencias que se observan en el pronóstico que hace el modelo de proyección sobre el consumo interno.

El comportamiento de la predicción surge particularmente de los siguientes factores:

- El cambio climático potencia el Fenómeno del Niño ocasionando una mayor demanda de generación térmica de energía. Su aparición surge con mayor regularidad. (www.minambiente.gov.co – cambio climático)
- Por el contrario, el Fenómeno de la Niña se presenta con menor intensidad.
- Las inversiones necesarias para migrar a tecnologías alternativas (renovables) para generación de potencia harían necesario subsidiar las tarifas a los consumidores y tanto el Estado como los particulares se abstienen de adelantar este

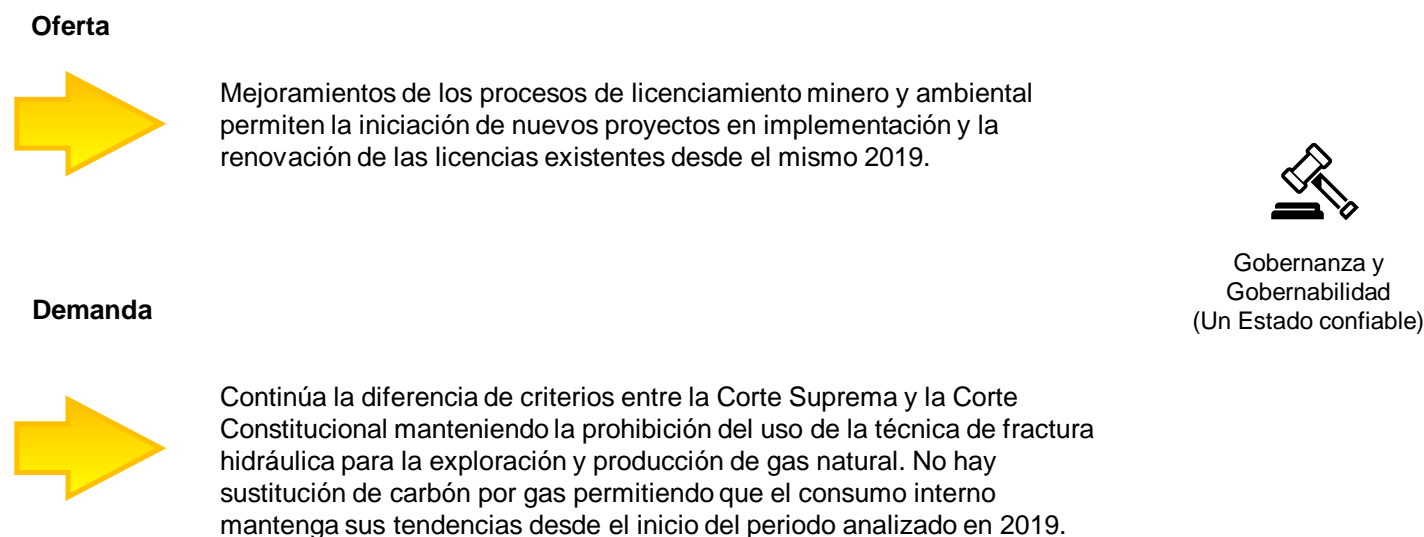
tipo de proyectos. Ver "Projected Costs of Generating Electricity - 2015 Edition" IEA & Nuclear Energy Agency.

- La disponibilidad de gas natural como fuente alternativa de calor para la industria se disminuye por la no autorización del fracking, de manera que los recursos disponibles se acercan a su agotamiento en plazos relativamente cortos. Su uso es sustituido por el carbón, que utiliza tecnologías limpias para su combustión.
- La implementación de tecnologías limpias en la quema de carbón permite la ampliación de capacidad generadora en plantas existentes y el establecimiento de nuevas.

Escenario 2. Coexistencia

Fuerzas Motoras y sus hitos en la proyección:

Las proyecciones de la oferta y la demanda en el escenario de Coexistencia se ven afectadas por hechos que tendrán alta probabilidad de ocurrencia en medio de un ambiente de mercado en el que las premisas generales y específicas propuestas para el escenario se cumplan. A continuación indicamos cuales son tales hechos y la fuerza motora crítica que lo determina



Escenario 2. Coexistencia

Oferta



Grupos sociales
(Un ciudadano que exige)



Los grupos sociales sienten los beneficios de la actividad minera, y las consultas a las comunidades fluyen de mejor manera. Esto permite mantener niveles paulatinos de crecimiento de la producción de carbón desde 2020 hasta la finalización del periodo objeto de proyección. (ANM-Plan de Gestión Social Proyectos Mineros, 2018)

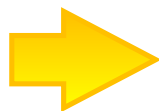


La presión de los grupos sociales logra mantener las diferencias conceptuales que llevan al poder judicial a mantener la prohibición preventiva del uso de la técnica del fracking, en beneficio de las tendencias del uso del carbón. Es una situación presente desde 2018 que se mantiene durante todo el periodo de la proyección impidiendo que la demanda tenga reducciones por este concepto. (www.minambiente.gov.co)



Se avanza en la solución de los problemas con las comunidades en la Guajira, lo que permite un incremento de la producción a partir del año 2020 cercano a 2,5 millones de toneladas anuales. (www.minminas.gov.co – Pines Guajira)

Demanda



La implementación de estándares ambientales para el control de emisiones de partículas y de CO₂ en la quema de carbón por la industria, ante la disminución de oferta de gas, permite mantener las tendencias de uso del combustible sólido por este sector. Sus efectos se esperan a partir de 2025 y de forma continua durante el periodo de análisis (www.minambiente.gov.co – Acuerdo de París)



Aspectos ambientales
(Un bien común)



La regularidad del Fenómeno del Niño (Ciclo ENOS), aumentada por el cambio climático, tiene como efecto la disminución de la generación eléctrica mediante reservas hidráulicas y fomenta el mayor uso de la generación térmica a carbón, con apoyo en el uso de tecnologías limpias de emisiones. Por su carácter cíclico se espera su aparición en 2019 y desde ese año en periodos de entre 3 y 4 años. (UPME, Plan de Expansión Referencia Generación Transmisión 2017-2031)

Escenario 2. Coexistencia

Oferta



Los proyectos de la Guajira aumentan su producción en alrededor de 2 millones de toneladas como resultado de los acuerdos alcanzados con las comunidades en el año 2020. (www.minminas.gov.co – Pine Guajira)



Para el año 2021 entrará en producción la primera etapa de la mina La Luna, aportando volúmenes del orden de 300.000 toneladas en esta fase. (Proyecto La Luna, SLOAN, julio 5 de 2018 en Portafolio)



A partir de 2022 los proyectos actualmente en producción en el Cesar estarán produciendo un volumen adicional de 800,000 toneladas frente a la producción alcanzada en 2017. Ver "Colombia Mining Vision by 2025. Norton Rose Fulbright (Octubre 2016)" y "Minería moderna para el progreso de Colombia (ANDI Cámara de Asomneros, Camara Colombiana de Minería, Fenalcarbon, Sector de la Minería de Gran Escala) 2014"



Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y competidores)



El proyecto de (Best Coal) Yildirim en la Guajira iniciará producción en 2023, con un aporte total a la producción nacional de carbón, del orden de un millón de toneladas anuales. (<http://www.yildirimholding.com/Sunumlar/2016/files/basic-html/page28.html>)



Con el fin de atender la demanda de las termoeléctricas, las minas del interior habrán aumentado su producción en por lo menos 800.000 toneladas para el año 2024. (Fenalcarbón, Noveno Foro Presente y Futuro del Carbón y el Coque Colombiano Paipa, Colombia, Septiembre 2018)



La producción de El Cerrejón en la Guajira, más la de Sator en Córdoba, aportarán un crecimiento cercano a 4.5 millones de toneladas anuales, incrementándose progresivamente desde 2024 hasta 2027. (www.minmias.gov.co – Pine Guajira. IHS Markit 25th Coal Conference of the Americas Cartagena, Marzo 2018)

Escenario 2. Coexistencia

Oferta



Las minas del interior aumentarán su producción en 450.000 toneladas adicionales para el año 2025. Se mantendrá una tendencia hacia el alza hasta por lo menos 2032. Ver (Fenalcarbón, Noveno Foro Presente y Futuro del Carbón y el Coque Colombiano Paipa, Colombia, Septiembre 2018)

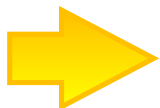


Los aumentos de producción de proyectos del Cesar, en particular Drummond y Sloane, representarán un total de 2 millones de toneladas adicionales en 2028. (www.minminas.gov.co – Pine Cesar)



Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y competidores)

Demanda



El retraso en la entrada de Hidroituango mantiene vigente la demanda de carbón para generación termoeléctrica, por lo que desde 2019 y sin definir la fecha definitiva de entrada, se mantendrá el consumo con las tendencias históricas en generación. (UPME, Plan de Expansión Referencia Generación Transmisión 2017-2031)



Para el año 2027 entrará en operación una ampliación de la capacidad de generación Termotasajero o de Gecelca en 150 MW. Ver (Fenalcarbón, Noveno Foro Presente y Futuro del Carbón y el Coque Colombiano Paipa, Colombia, Septiembre 2018).



A partir de 2028 la segunda unidad de generación del proyecto La Luna reforzará la demanda de carbón para producir 375 MW. (www.minminas.gov.co – Pine Cesar)

Escenario 2. Coexistencia**Las cifras de la proyección y su evolución:**

Como resultado de la combinación de fuerzas motoras y los hitos que se describieron en este escenario en que hay una mayor prevalencia de las condiciones que impulsan el crecimiento de la industria, los volúmenes de producción, consumo intermedio y exportaciones de carbones térmicos alcanzarán las cifras que se muestran a continuación. Estas cifras conforman las gráficas incluidas anteriormente.

Para la revisión y análisis de los volúmenes pronosticados que se muestran en la tabla precedente es necesario tener en cuenta que:

- El efecto de algunas fuerzas motoras que inciden de manera notable en el comportamiento de los componentes del balance no es cuantificable, genera una tendencia en el comportamiento que el modelo de proyección aplica, en el largo plazo, a los valores resultantes.
- El efecto de los hitos cuantificados y descritos en la sección anterior no es puntual, de manera que no genera una modificación inmediata de las cifras. Este se revela durante los años posteriores a la ocurrencia del evento reportado, como resultado de una necesaria implementación progresiva de toda actividad productora.
- Como confluencia de las dos circunstancias descritas, cuando el modelo calcula la proyección no introduce cada hito como una variación única en un momento determinado del periodo en consideración, sino que distribuye su efecto en un plazo de unos años, dando como resultado una variación progresiva.

Las principales consideraciones sobre la evolución de las cifras resultantes de la predicción realizada por el modelo para las condiciones específicas de este escenario de Coexistencia, si dichas condiciones se cumplen en el futuro, son:

- La producción de carbón térmico en Colombia crecerá de manera constante durante el periodo 2019 – 2035, a unas tasas que no superarán un máximo cercano al 3% para cada periodo interanual, acumulando un incremento total aproximado del 30%, esto es un crecimiento promedio anual del 1,55%.
- El mayor incremento de la producción se presentará en la transición de 2026 a 2027 cuando se sentirá el mayor efecto del crecimiento de producción de El Cerrejón en conjunto con la de Sator en Córdoba.
- El destino principal de esta producción seguirá siendo el mercado externo; las mayores empresas productoras fueron concebidas, constituidas y estructuradas para producir exclusivamente con destino a la exportación. Su experiencia permite asegurar que tienen la capacidad de colocar en dicho mercado toda su producción, al margen de cualesquiera que sean las condiciones de la demanda, alta o baja.
- Las exportaciones serán el destino del 91% de la producción obtenida en el periodo, lo que no representa una variación mayor frente al promedio del porcentaje exportado históricamente.
- Si se observan las tasas de crecimiento interanual de las exportaciones mostradas en la tabla, se notará que son muy cercanas a la tasas de crecimiento de la producción para cada periodo; ello es resultado de la vocación exportadora de esta industria.

Escenario 2. Coexistencia

- Por su parte, el consumo intermedio absorberá el 9% restante. Su comportamiento coincide también con los promedios históricos.
- Durante los 17 años proyectados el consumo intermedio crece un total del 61,63%, esto es un crecimiento promedio anual del 2,86% anual.
- Se observan algunos años en que el crecimiento resulta especialmente mayor; esto ocurre en los años 2019 y 2020, 2023 y 2024, que se corresponden con la presencia del Fenómeno del Niño como se ilustró en la descripción de los hitos del escenario.
- Aunque no se muestran los componentes desagregados por sector de la industria, el crecimiento del consumo intermedio corresponde en su mayor parte al crecimiento del consumo para generación eléctrica a partir del carbón. EL consumo atribuible a otros sectores es de menor magnitud y los análisis del comportamiento de la oferta y la demanda de carbón térmico se concentra en la producción para exportación.
- El consumo de carbón en la industria en general (cemento, ladrillo, papel, alimentos y textiles) se ve favorecido por el uso de tecnologías que disminuyen la carga contaminante de las emisiones, tales como la separación de sulfuros, la gasificación (lecho fluido), la combustión con bajo NO_x , la combustión catalítica, la inyección de sorbentes, etc., permiten aprovechar el uso del combustible sólido con menor precio por unidad de calor producida que su más cercano competidor (Gas= US\$6 por MBTU; Carbon= US\$2,3 por MBTU [UPME, 2016, Proyección de precios de combustibles]).

Escenario 3. Divergencia

Breve descripción del escenario

Colombia 2035: Divergencia

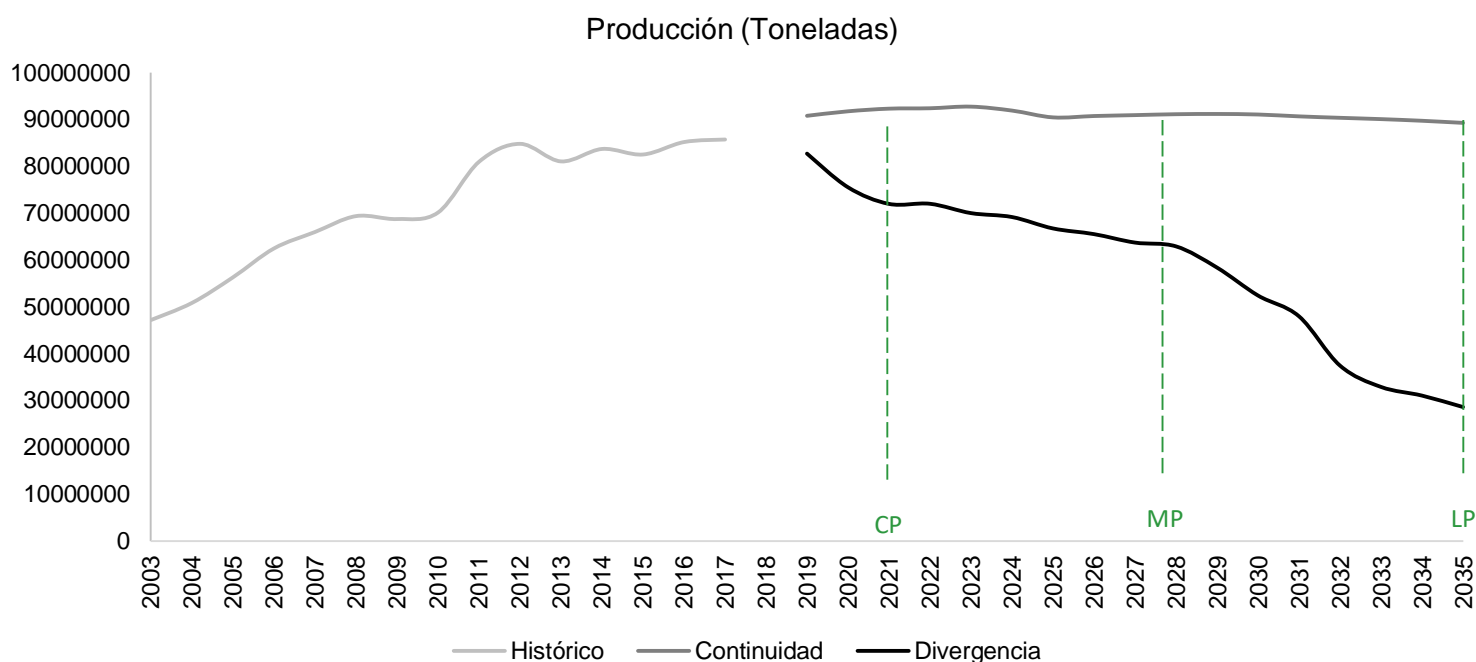
Febrero, 2035

“Si el ritmo de cambio de afuera excede el ritmo de cambio al interior, el fin esta cerca ”

Jack Welch

La perspectiva de futuro donde la actividad minería era boyante y aportaba los recursos necesarios para apalancar el progreso del País, se disolvió entre actores de integridad cuestionable y el aire insalubre que ahoga al mundo. Fracasaron los esfuerzos en pro del desarrollo sostenible y se materializa la distopía. Algunos piensan que perdieron los mineros, pero la verdad es que todos perdimos un poco... o todo.

Modelo de oferta



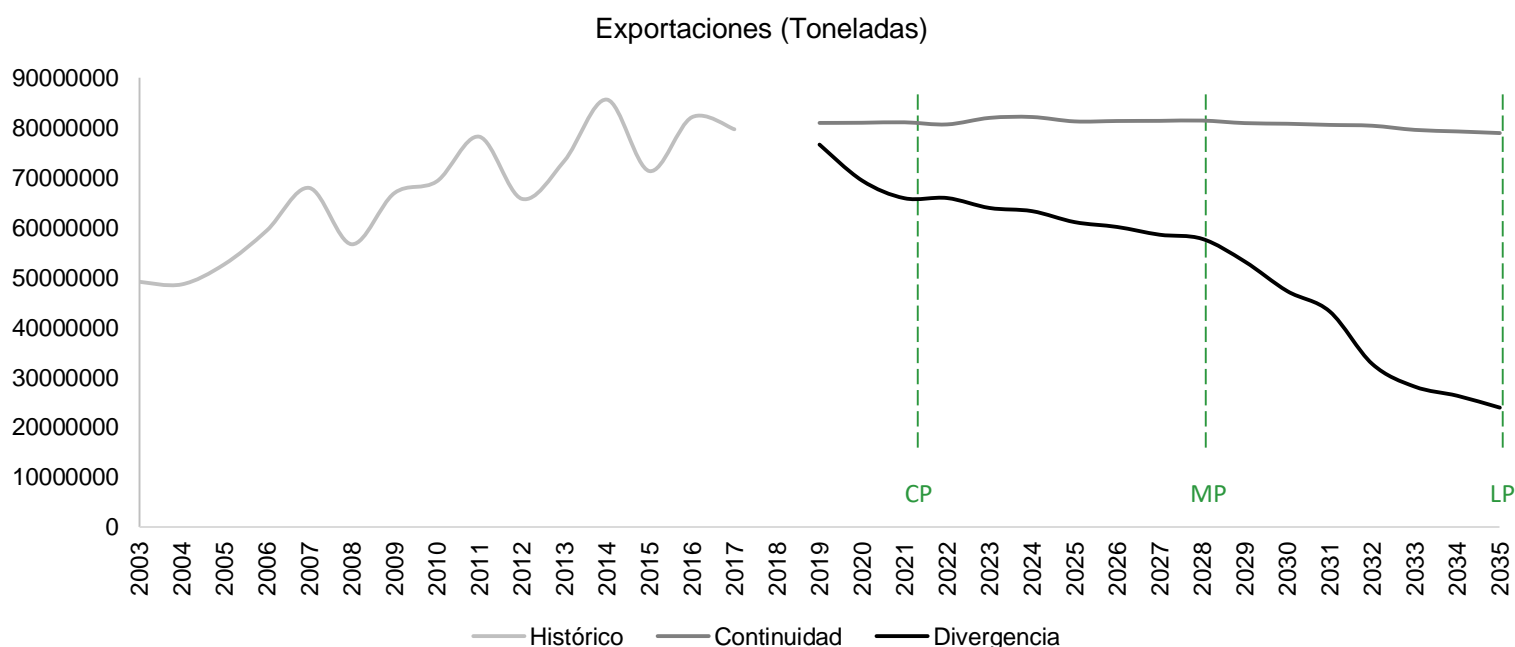
Siendo el escenario de Divergencia un supuesto predictivo en el que las fuerzas motoras generan de forma prevalente condiciones que resultan adversas para el desarrollo del mercado del carbón térmico, el comportamiento proyectado de la oferta y la demanda del combustible en este escenario evidencian una continua contracción. Su evolución durante el periodo de la proyección elaborada muestra una clara depresión del mercado caracterizada por disminución de la producción. Las principales causas de este comportamiento se describen así:

Escenario 3. Divergencia

- Vencimiento de contratos y/o títulos mineros que no son renovados por la autoridad minera, aun desde el inicio del periodo proyectado debido a la terminación del contrato de La Loma, evento que causa una disminución de casi 14 millones de toneladas a partir de 2019, el vencimiento del contrato “Oreganal” en 2022 que causará una caída de producción del orden de 6 millones de toneladas, del contrato La Francia en 2023 provocará una disminución de 3 millones, del contrato de El Descanso en 2029, del contrato Patilla en la Guajira para 2031, de Cerrejón Zona Norte en 2033, etc. cifras que dejan de hacer parte de la matriz de producción hasta el final del plazo proyectado.
- Una institucionalidad en desorden y con total ausencia de coordinación entre entidades que lleva a la no renovación de títulos ni otorgamiento de licencias ambientales tampoco muestra mayor interés en el mantenimiento de las centrales de generación térmica públicas como Gecelca y complica burocráticamente la gestión de las privadas, llevándolas a sacrificar su capacidad, cada vez mas reducida, con la consecuente baja en la demanda del mineral.
- Hay mayor disponibilidad de gas natural para generación de calor y algunas industrias y generadoras termoelectricas, consolidan su uso. Debido al fracking se han aumentado las reservas de gas natural. El uso de carbón tiende a desaparecer.

Es importante resaltar como la principal causa de la caída de la producción que se observa en la proyección es la terminación de los contratos de concesión, mientras la influencia de las otras circunstancias sobrevinientes, tanto aquellas que le son adversas como aquellas que podrían interpretarse como promotoras, no logran impactar de manera importante los resultados. El gobierno no protege la biodiversidad ni las fuentes hídricas, pero no por ello la industria minera del carbón se desboca hacia una actividad depredadora, mas bien mantiene una actitud respetuosa y restaurativa como parte de su responsabilidad con el medioambiente y las comunidades.

Modelo de demanda

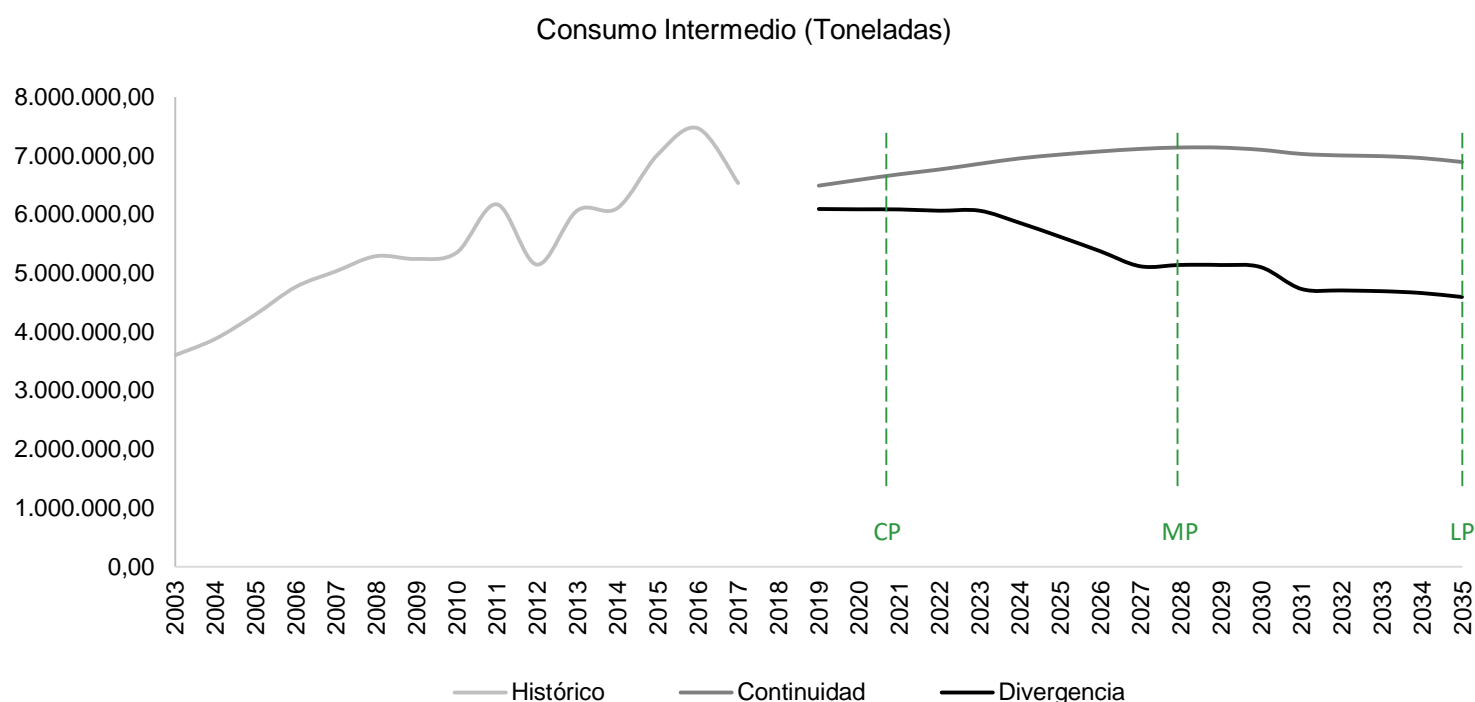


Escenario 3. Divergencia

Las exportaciones de carbón proyectadas en el escenario de divergencia son el reflejo de las circunstancias que rodean la proyección de la producción. Al no disponer de carbón por la disminución de la producción, no hay carbón disponible para exportación. Las razones de la caída del volumen de exportaciones son las mismas que explican la disminución de los volúmenes de producción.

Las circunstancias internas que no permiten mantener o aumentar producción son independientes de las condiciones del mercado internacional que resulta imposible de atender ante los cierres de las unidades de producción minera.

Modelo de demanda



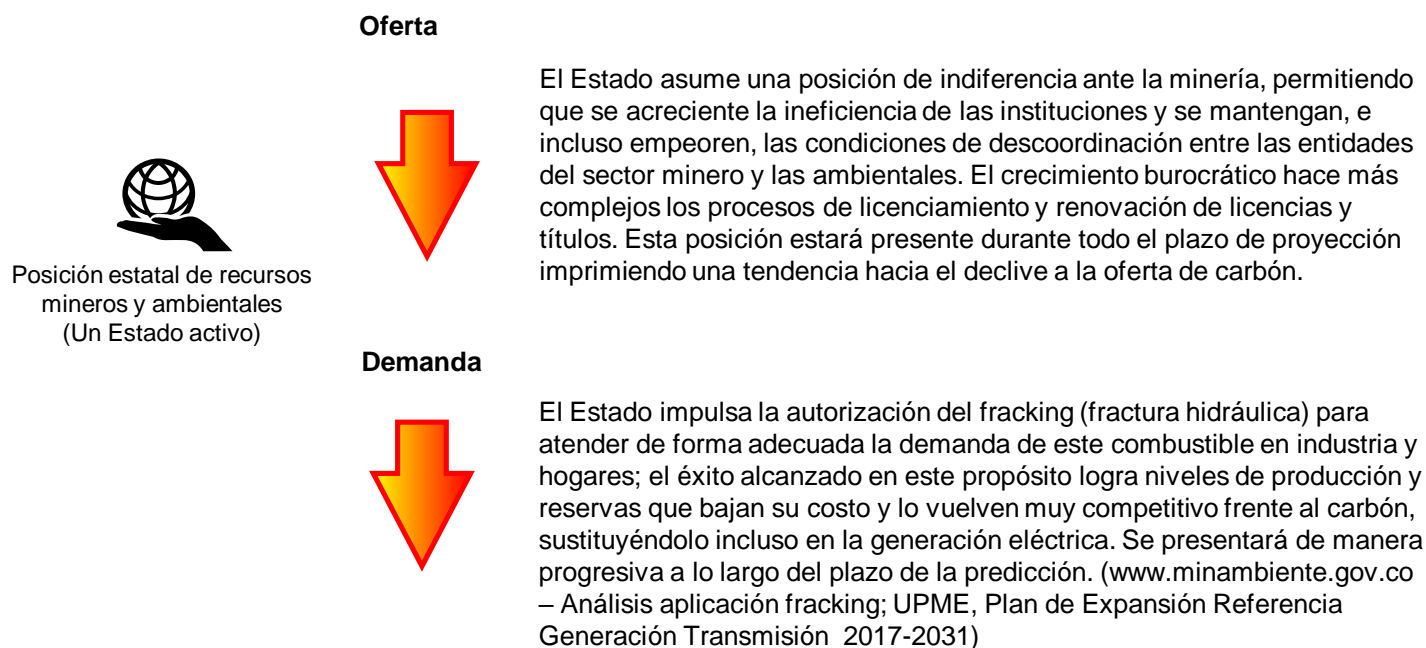
Aunque parecería extraño que el consumo intermedio de carbón se precipitara a niveles mínimos como lo muestra la gráfica de la proyección realizada por el modelo, las condiciones que llegan a rodear la demanda del mineral en este escenario de divergencia se caracterizan por la desaparición casi total de su uso, al ser sustituido por el gas natural, ya que las reservas y producción del combustible sustituto se desarrollan de manera importante al aprobarse el uso de la tecnología de fracking para su exploración y producción; estos mismos hechos llevan el costo por MBTU de gas a niveles competitivos frente al costo por MBTU de carbón, circunstancia que se presenta en el mercado de combustibles energéticos al margen del desarrollo de las ERNC (Energías Renovables No Convencionales).

Escenario 3. Divergencia

Fuerzas Motoras y sus hitos en la proyección:

Como se ha planteado en los dos escenarios ya descritos, la evolución de la oferta y la demanda es la respuesta del mercado a diversos eventos que con su ocurrencia moldean sus tendencias. Tales eventos tienen, dentro de las premisas generales y específicas diseñadas para su simulación, una alta probabilidad de ocurrencia. Se mantiene en este escenario la característica de un mercado de oferta, en el que la producción obtenida con propósitos de exportación será vendida cualquiera que sea la tendencia observada en las transacciones mundiales del mineral.

Las fuerzas motoras críticas y los hitos que ellas generan pueden verse descritas a continuación:



Oferta



La ineficiencia generada por un Estado no minero que debilitó la institucionalidad del sector provoca la disminución de la producción por la no renovación de las licencias existentes desde el mismo 2019.



Gobernanza y
Gobernabilidad
(Un Estado confiable)

Demanda



La Corte Suprema y la Corte Constitucional coinciden finalmente en sus criterios lo que permite el uso de la técnica de fractura hidráulica para la exploración y producción de gas natural, que muy rápidamente (2020) entra al mercado a sustituir el carbón.

Escenario 3. Divergencia



Grupos sociales
(Un ciudadano que exige)

Oferta



La oposición de las comunidades, desinformadas sobre la industria minera, logra triunfos importantes en contra de ampliaciones de producción de las minas del norte del país, especialmente. Sus logros del 2020 se mantienen en el tiempo y de nuevo se hacen sentir en 2029. (Corte Constitucional, SENTENCIA SU-698/17, 2017)

Demanda



La autorización del fracking y la consecuente oferta a bajo costo de cantidades adicionales de gas natural obtenido por esta técnica se constituye en un sustituto del carbón, disminuyendo su uso. La autorización ocurre en 2019. (www.minambiente.gov.co – Análisis Fracking)



Aspectos ambientales
(Un bien común)

Oferta



Vencimiento del contrato "La Loma" y no renovación en el 2019 causa disminución en la producción del Cesar que puede llegar a ser de 13.7 millones de toneladas. (www.minminas.gov.co – Pine Cesar)



Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y competidores)



Vencimiento del contrato "Oreganal" y no renovación en el 2022 causa disminución de la producción en la Guajira que puede llegar a ser de 6 millones. (www.minminas.gov.co – Pine Guajira)



Vencimiento del contrato "La Francia" y no renovación en el 2023 causa una disminución de la producción del Cesar que puede llegar a ser de 3 millones; (www.minminas.gov.co – Pine Cesar)



Estancamiento de la producción en las concesiones existentes en la Guajira. (www.minminas.gov.co – Pine Guajira)

Escenario 3. Divergencia**Oferta**

Terminación de la Concesión El Descanso. Vencimiento del contrato: 2029. Puede causar una caída de la producción cercana a 10 millones de toneladas al año. . (www.minminas.gov.co – Pine Cesar)



En 2029 las minas del interior disminuyen producción por la baja demanda de la industria. El efecto total será de alrededor de 600.000 toneladas



Terminación de la Concesión Consorcio Minero Unido en el Cesar. Vencimiento del contrato: 2031. El efecto de disminución de oferta puede alcanzar los 5 millones de toneladas al año. . (www.minminas.gov.co – Pine Cesar)



Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y competidores)



Terminación de la Concesión Patilla en La Guajira. Vencimiento del contrato: 2031. La producción disminuirá en cerca de 4,5 millones de toneladas la año. . (www.minminas.gov.co – Pine Guajira)



Terminación de la Concesión de Cerrejón Zona Norte en La Guajira. Vencimiento del contrato: 2033. Disminución cercana a 17 millones de toneladas .

Demanda

Entrada de Hidroituango en la matriz energética; no hay aumento de demanda termoeléctrica.

Escenario 3. Divergencia**Las cifras de la proyección y su evolución:**

En el escenario de divergencia las fuerzas motoras llevan la dirección opuesta a que deberían llevar para impulsar el crecimiento de la industria del carbón térmico y, en consecuencia, producen el efecto contrario forzando a la oferta y a la demanda a circunstancias propias de un mercado deprimido. Ya se mostró antes en este análisis la gráfica correspondiente y ahora se presentan las cifras para su evaluación.

Para la revisión y análisis de los volúmenes pronosticados que se muestran en la tabla precedente es necesario tener en cuenta que:

- El efecto de algunas fuerzas motoras que inciden de manera notable en el comportamiento de los componentes del balance no es cuantificable, genera una tendencia en el comportamiento que el modelo de proyección aplica a los valores resultantes.
- El efecto de los hitos cuantificados y descritos en la sección anterior no es puntual, de manera que no genera una modificación inmediata de las cifras. Su efecto se revela durante los años posteriores al del evento reportado, como resultado de una necesaria implementación progresiva del evento incluido en la predicción.
- Como confluencia de las dos circunstancias descritas, cuando el modelo calcula la proyección no introduce cada hito como una variación única en un momento determinado del periodo en consideración, si no que distribuye su efecto en un plazo de unos años, dando como resultado una variación progresiva.

Las cifras incluidas en la tabla reflejan un comportamiento del mercado que se puede resumir esquemáticamente en las siguientes observaciones, que serán resultado de que, en el futuro se cumplan los supuestos establecidos para el escenario de Divergencia.

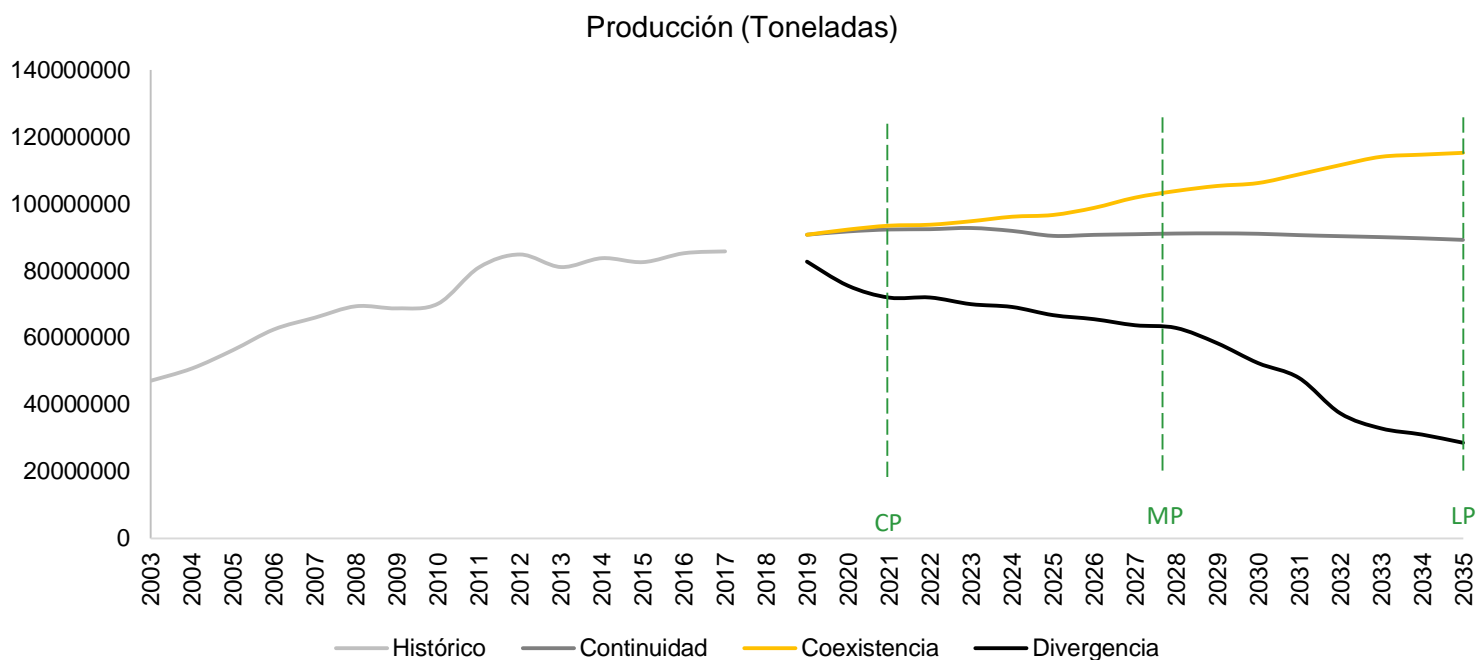
- La producción de carbón térmico en Colombia caerá definitivamente desde un volumen en 2018 de 88,5 millones de toneladas a un volumen en 2035 de 28,5 millones. Esto representa que al final del periodo sólo se producirá un 32% de lo que se producía al inicio del mismo.
- La caída de la producción no tiene lugar de forma paulatina y en cada periodo interanual el volumen disminuido depende de la magnitud del, o de los, proyectos que no continúan operando, siendo el mayor decenso el que ocurrirá entre 2030 y 2032 cuando confluyen las salidas de El Descanso, La Patilla y Consorcio Minero Unido, sacando del mercado una cantidad de carbón cercana a 20 millones de toneladas.
- El destino principal de esta producción seguirá siendo el mercado externo; las mayores empresas productoras fueron concebidas, constituidas y estructuradas para producir exclusivamente con destino a la exportación. Su experiencia permite asegurar que tienen la capacidad de colocar en dicho mercado toda su producción, al margen de cualesquiera que sean las condiciones de la demanda, alta o baja.
- Las exportaciones serán el destino del 91% de la producción obtenida en el periodo, lo que no representa una variación mayor frente al promedio del porcentaje exportado históricamente y coincidiendo con el porcentaje resultante en otros escenarios de predicción..

Escenario 3 Divergencia

- De manera similar a lo observado en el escenario de coexistencia las tasas a las que decae la producción son paralelas a las tasas a las que decrecen las exportaciones. La predicción nuevamente recoge dos de las premisas propuestas en el supuesto predictivo, primero, que la producción se orienta principalmente a la exportación y segundo, que la porción exportada depende completamente de la capacidad de producción independientemente de las condiciones de oferta y demanda en que se halle el mercado externo.
- Por su parte, el consumo intermedio absorberá el 9% restante. Este comportamiento coincide también con los promedios históricos.
- Durante los 17 años proyectados el consumo intermedio disminuye desde 6,21 millones de toneladas en 2018 hasta 4,59 millones de toneladas en 2035, lo que representa que al final del periodo se consumirá solo el 74% de lo que se consumía al inicio del período en estudio.
- Aunque no se muestran los componentes desagregados por sector de la industria, la caída del consumo intermedio proviene principalmente de los sectores industriales que disminuyen de forma progresiva y constante su consumo carbón que representan apenas el 50% de lo que quemaban al inicio y lo reemplazan por gas natural, que estará a precios más competitivos.
- Por su parte, la generación termoeléctrica mantiene sus niveles de consumo durante el periodo de la proyección.

Síntesis

Modelo de Oferta



Cifras proyección de producción (cifras en toneladas) – Tabla 1/2

Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	90.779.966	92.333.182	93.492.833	93.776.292	94.821.534	96.170.488	96.702.763	98.811.469
Continuidad	90.779.966	91.733.182	92.292.833	92.376.292	92.721.534	91.882.988	90.449.263	90.733.969
Divergencia	82.741.966	75.543.182	71.992.833	72.016.292	70.021.534	69.182.988	66.749.263	65.533.969

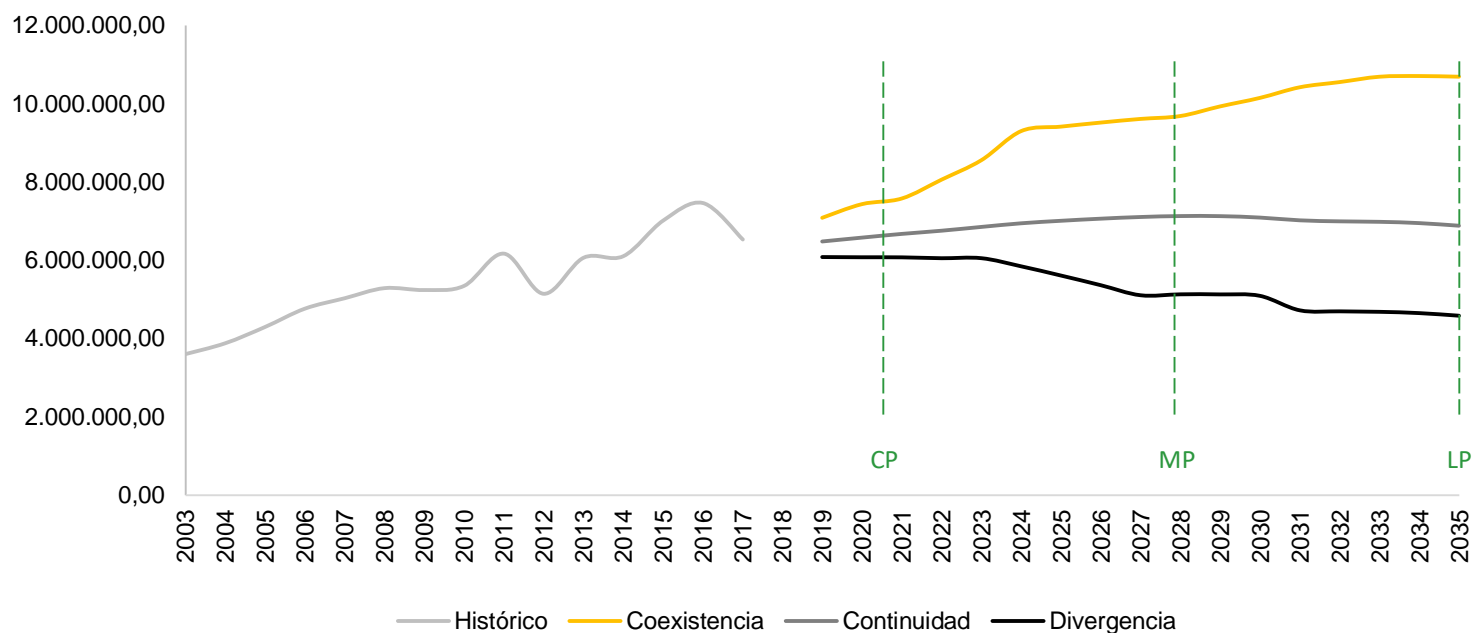
Cifras proyección de producción (cifras en toneladas) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	101.877.309	103.867.967	105.366.294	106.245.001	108.837.566	111.596.287	114.099.793	114.740.185	115.285.246
Continuidad	90.924.809	91.117.967	91.166.294	91.055.001	90.659.566	90.356.287	90.079.793	89.730.185	89.285.246
Divergencia	63.724.809	62.917.967	58.386.294	52.415.001	47.969.566	37.436.287	32.879.793	31.030.185	28.585.246

Síntesis

Modelo de Demanda

Consumo Intermedio (Toneladas)



Cifras proyección de consumo intermedio (cifras en toneladas) – Tabla 1/2

Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	7.089.233	7.437.984	7.581.963	8.063.657	8.560.277	9.302.542	9.416.517	9.520.282
Continuidad	6.489.233	6.587.984	6.681.963	6.763.657	6.860.277	6.952.542	7.016.517	7.070.282
Divergencia	6.089.233	6.083.984	6.081.963	6.059.657	6.060.277	5.852.542	5.616.517	5.370.282

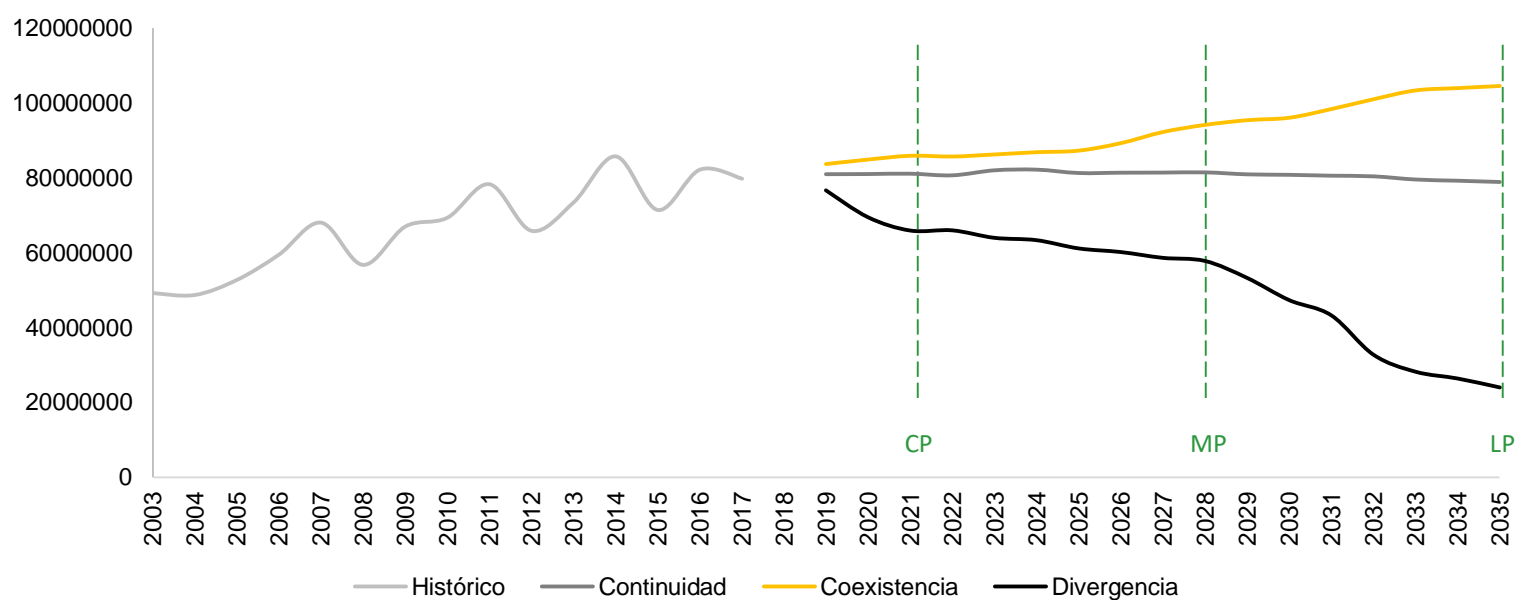
Cifras proyección de consumo intermedio (cifras en toneladas) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	9.613.421	9.687.192	9.933.244	10.150.084	10.421.270	10.553.160	10.690.271	10.707.673	10.690.630
Continuidad	7.113.421	7.137.192	7.135.244	7.098.084	7.028.270	7.002.160	6.990.271	6.957.673	6.890.630
Divergencia	5.113.421	5.137.192	5.135.244	5.098.084	4.728.270	4.702.160	4.690.271	4.657.673	4.590.630

Síntesis

Modelo de Demanda

Exportaciones (Toneladas)



Cifras proyección de exportaciones (cifras en toneladas) – Tabla 1/2

Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	83.690.734	84.895.198	85.910.870	85.712.636	86.261.256	86.867.947	87.286.247	89.291.187
Continuidad	81.005.350	81.034.940	81.126.180	80.706.730	82.005.440	82.177.030	81.304.100	81.387.390
Divergencia	76.652.734	69.459.198	65.910.870	65.956.636	63.961.256	63.330.447	61.132.747	60.163.687

Cifras proyección de exportaciones (cifras en toneladas) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	92.263.887	94.180.775	95.433.050	96.094.917	98.416.297	101.043.126	103.409.522	104.032.511	104.594.615
Continuidad	81.413.930	81.469.380	80.963.890	80.836.380	80.606.170	80.441.470	79.618.830	79.308.820	78.979.430
Divergencia	58.611.387	57.780.775	53.251.050	47.316.917	43.241.297	32.734.126	28.189.522	26.372.511	23.994.615

Carbón Metalúrgico



Escenario 1. Continuidad**Descripción breve del escenario****Colombia 2035: Continuidad**

Febrero, 2035

“Solamente aquel que construye el futuro tiene derecho a juzgar el pasado.”

Friedrich Nietzsche

Las expectativas prometían cambios radicales que impulsarían al Estado hacia una sólida visión; sin embargo, al llegar el 2035, las amenazas no materializadas y las oportunidades no aprovechadas en el sector minero, son las que determinan su realidad. El País es administrado a través de entidades públicas que siguen sin lograr una óptima sincronización, lo que lleva a que en ocasiones las reglas de juego no sean claras y justas para todos.

Premisas modelo de continuidad

El comportamiento histórico de la oferta y la demanda del mineral incluye o muestra el efecto que las fuerzas motoras han tenido a la fecha sobre el mismo. Por ejemplo los niveles de producción históricos de un mineral acogen el efecto de las fuerzas motoras, desde la perspectiva de la fuerza de condiciones de mercado, si estas han sido buenas para un mineral la producción de este históricamente captura un aumento de la producción para dicho periodo.

El carbón metalúrgico logra avances significativos desde la década de los años 90, tanto por la estructura empresarial que logra posicionamientos en el mercado, aumentando las exportaciones, pudiendo optimizar el aprovechamiento y rentabilidad de los carbones con excelente calidad para fabricación de coque, así como cuando en los momentos de baja demanda, eran usados como térmicos.

Si adicional a las buenas condiciones de mercado, se tiene que los grupos sociales han tenido un rechazo hacia la explotación de un mineral, y este rechazo ha alcanzado el punto de cierre o parada temporal de una operación, la producción mostrará el correspondiente comportamiento de la producción de dicho mineral.

Teniendo en cuenta lo anterior, y considerando que el escenario de Continuidad establece que las fuerzas y el comportamiento actual siguen la misma tendencia actual, los modelos de demanda y oferta para este escenario sólo se basan en los modelos matemáticos de proyección de series futuras.

Modelo de proyección de oferta y demanda para Carbón Metalúrgico

Para la construcción del modelo para la proyección de oferta y demanda de este mineral, se consideraron las variables relacionadas con el esquema de Oferta / Utilización, soportadas en las series de datos que se presentan a continuación, con la estructura que se muestra en el siguiente esquema:

[Tipo de dato]	[fuente]	(serie de tiempo)
Consumo Intermedio	DANE	(2012 - 2016)

Series de datos relativos a DEMANDA

- Exportaciones carbón Metalúrgico [kTon] - DANE (2000-2018)
- Demanda histórica de carbón (2008 - 2017) y Proyección 2018-2035 [MTon] - CRU
- Reservas totales de carbón [miles de millones de toneladas] - CRU (209 - 2017)
- Importaciones mundiales de carbón metalúrgico [MTon] - CRU (2008 - 2017)
- Oferta histórica (2008 - 2017) y proyección de la producción (2018 - 2035) [MTon] - CRU
- Balance histórico (2008-2017) y proyección del mercado (2018-2035) del carbón metalúrgico (Mton) - CRU
- Histórico de precios (2008-2017) y proyección de precios (2018-2035) internacionales (USD\$) - CRU
- Exportaciones Coque (kTon) - DANE (2000 -2017)
- Histórico de la demanda interna (2011-2017) y proyección del consumo (2018-2035) (Mton) - JTBOYD
- Producción de Magnetita - Fuente confidencial (2014 - 2018)
- Histórico de consumo nacional aparente de Acero (Ton) - Acerías Paz del Río (2005-2017)

Series de datos relativos a OFERTA

- Producción General Carbón (kTon) - ANM (2000-2017)
- Valor FOB exportaciones [MUSD\$] - DANE (2000-2017)
- Valor FOB exportaciones [MCOP\$] - DANE (2000-2017)
- Promedio TRM [Cop/USD] - DANE ((2000 - 2017)
- Reservas totales de carbón (miles de millones de toneladas) - CRU (2009 - 2017)
- Exportaciones mundiales de carbón metalúrgico (MTon) - CRU (2008 - 2017)
- Oferta histórica (2008 - 2017) y proyección de la producción de carbón metalúrgico (2018 - 2035) (Mton) - CRU
- Balance histórico (2008-2017) y proyección del mercado (2018-2035) del carbón metalúrgico (Mton) - CRU
- Histórico de precios (2008-2017) y proyección de precios (2018-2035) del carbón metalúrgico (USD\$) - CRU
- Valor FOB Coque (MUSD\$) - DANE (2000 - 2017)
- Valor FOB Coque (MCOP\$) - DANE (2000-2017)
- Precio FOB Bocamina (COP\$/Ton) - UPME (2000-2018)
- Costos de Transporte a Puerto (USD\$) - UPME (2000-2018)
- Costos de Puerto y Manejo (USD\$) - UPME (2000-2018)
- Proyección de oferta (2018-2035) del carbón metalúrgico (kTon) - Escenario Línea Base
- Proyección de oferta (2018-2035) del carbón metalúrgico [kTon] - Escenario Divergencia
- Proyección de oferta (2018-2035) del carbón metalúrgico [kTon] - Escenario Coexistencia

Escenario 1. Continuidad**Variables modelo de continuidad**

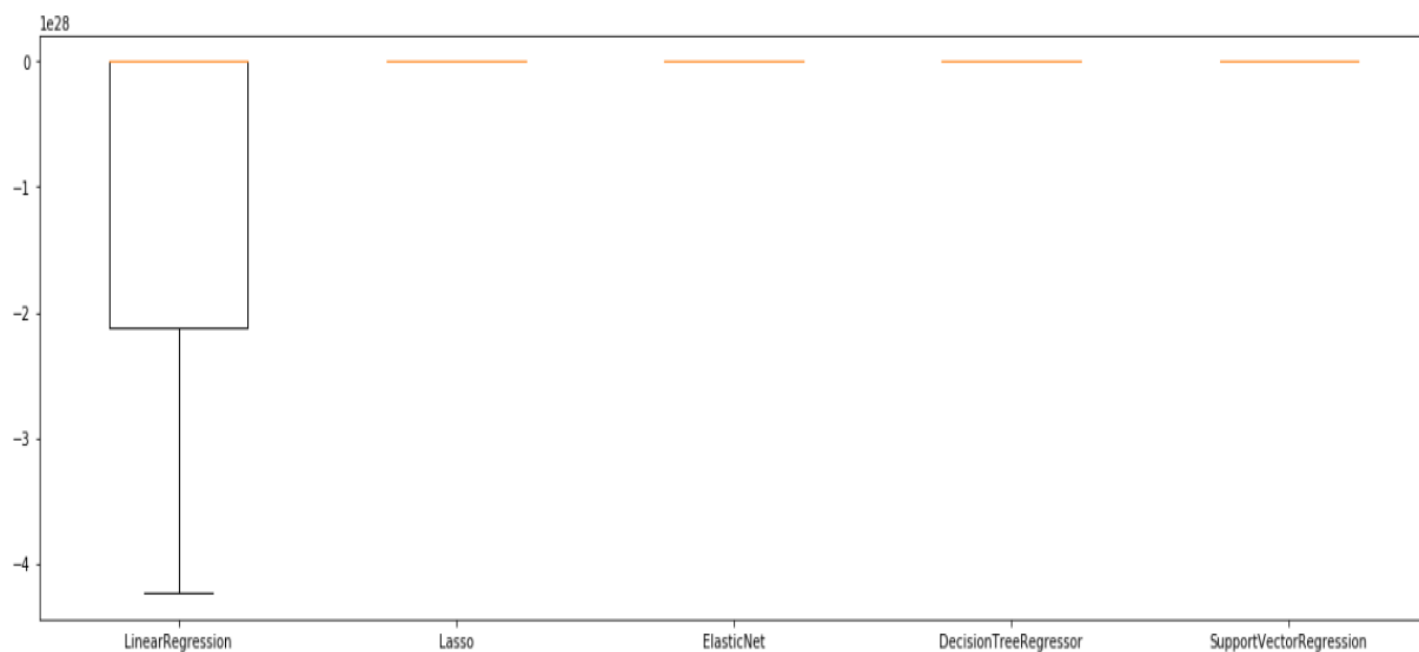
Para la construcción del modelo, se consideraron específicamente las variables que se enuncian a continuación, dado que presentan un índice de correlación mayor a 0,4 como valor absoluto.

Producción:	Exportaciones:	Consumo intermedio:
<ul style="list-style-type: none"> • Producción - DANE • Exportaciones mundiales de carbón térmico - CRU • Histórico de precios de combustibles Diesel - UPME • Global Supply (mt) • Global Demand (mt) • Histórico y Proyección de Oferta Marítima Internacional - IHS Markit 	<ul style="list-style-type: none"> • Exportaciones - DANE • Exportaciones valor FOB - DANE • Histórico de precios de combustibles Diésel - UPME • Precios Carbón Térmico - CRU (FOB Australia 6000 \$/t (real)) • Exportaciones mundiales de carbón térmico - CRU 	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo Intermedio - DANE • Promedio TRM - DANE • Exportaciones valor FOB - DANE • Proyección de precios - Energy & Metal Consensus Forecast - Contract • Histórico de precios de combustibles Diésel - UPME • Histórico y Proyección de Oferta Marítima Internacional - IHS Markit • Precios Carbón metalúrgico - CRU (FOB Australia 6000 \$/t (real)) • Exportaciones valor FOB - DANE

Las proyecciones se realizaron a partir de 5 técnicas diferentes de machine learning con el fin de evaluar cuál de ellas se adapta mejor a los datos históricos que permiten el entrenamiento de los modelos.

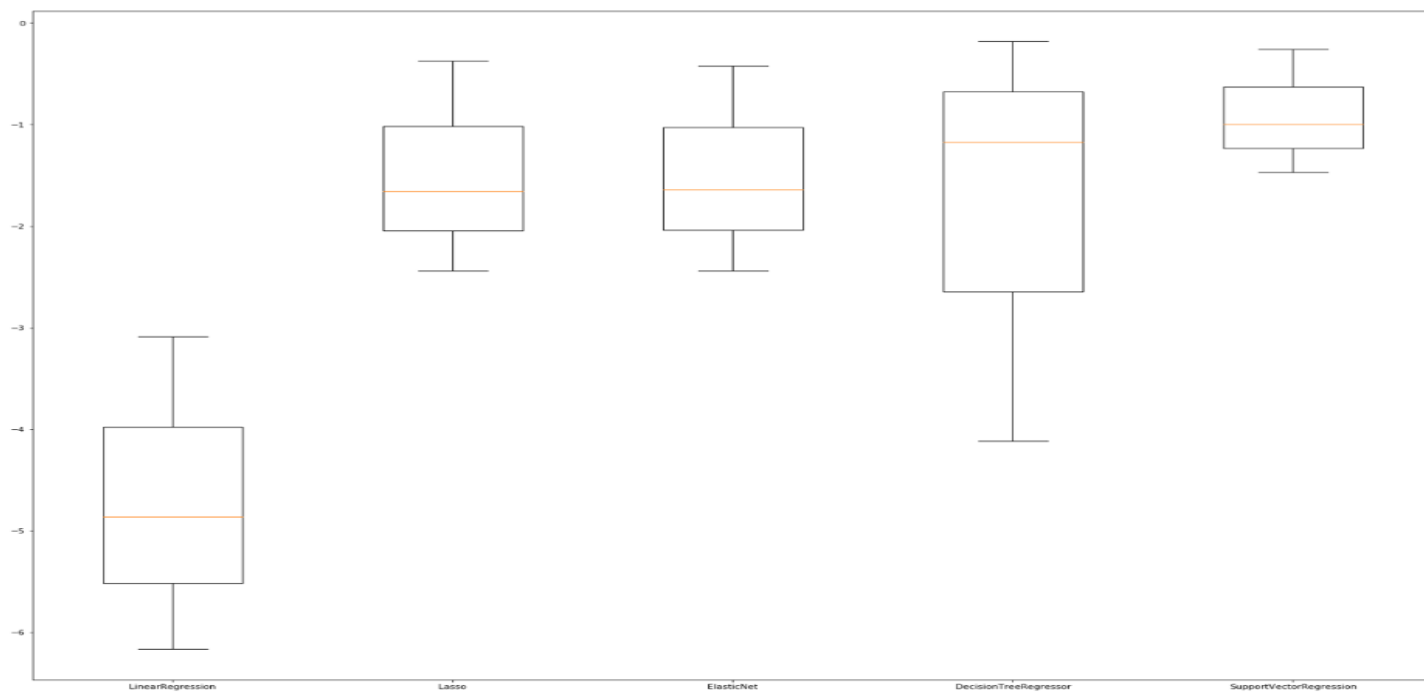
Adicionalmente, se implementaron técnicas de entrenamiento cruzado de modelos para aprovechar al máximo los datos de entrenamiento (series históricas). Como resultado del entrenamiento cruzado de los modelos, se obtienen diferentes métricas del error (Ej. MSE, RMSE, R^2 , AAE) las cuales son evaluadas con el fin de seleccionar el modelo que de un mejor ajuste hacia los datos.

La siguiente gráfica muestra el MSE obtenido para los 5 modelos en el entrenamiento cruzado, en ella se puede ver que los modelos Lasso, Elastic Net y Soporte Vectorial tienen MSE similares lo cual indica que son candidatos para realizar la proyección.

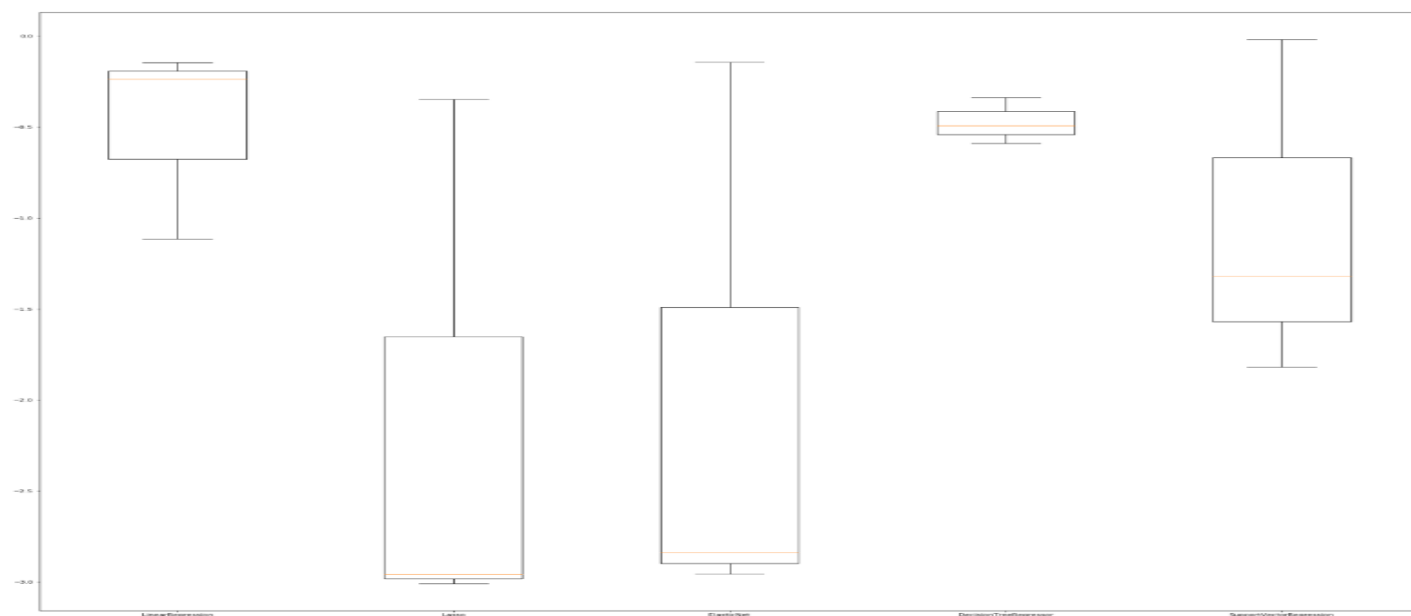
Escenario 1. Continuidad**Producción**

Escenario 1. Continuidad

Exportaciones



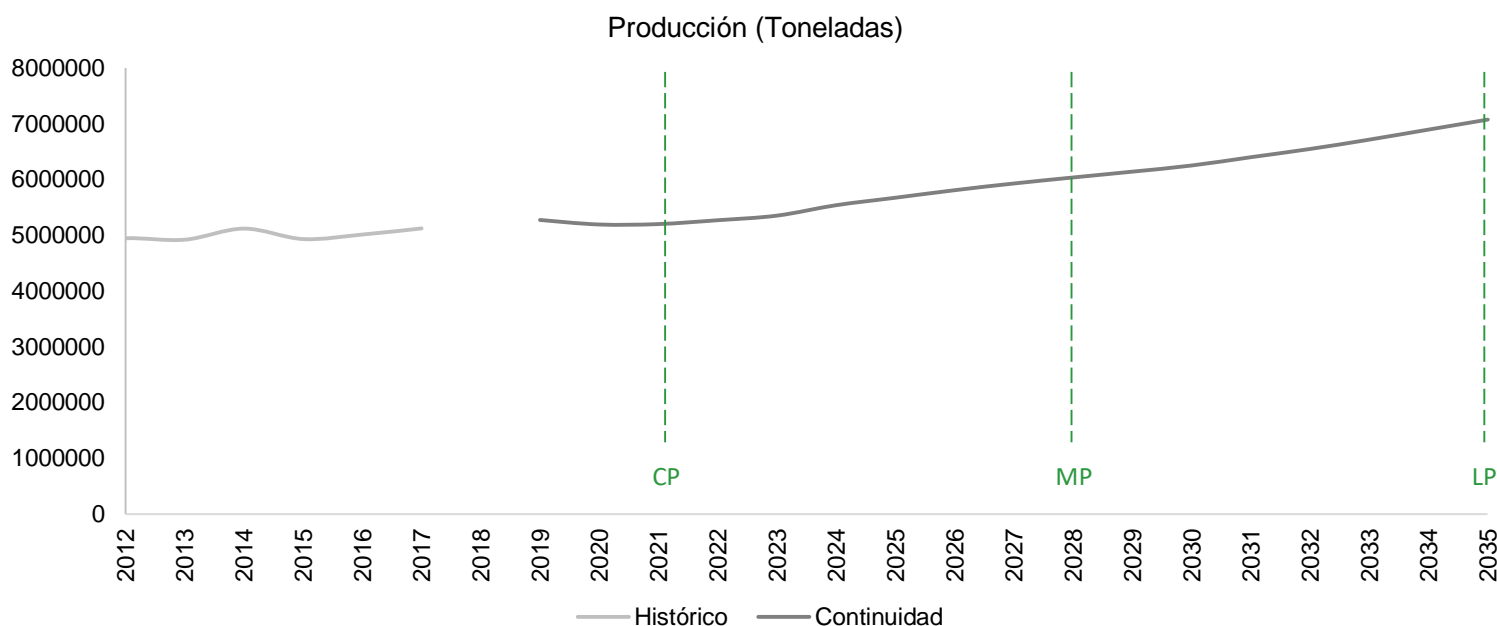
Consumo intermedio



Las medidas de error se presentan en los anexos asociados al mineral (ver anexo B)

Escenario 1. Continuidad

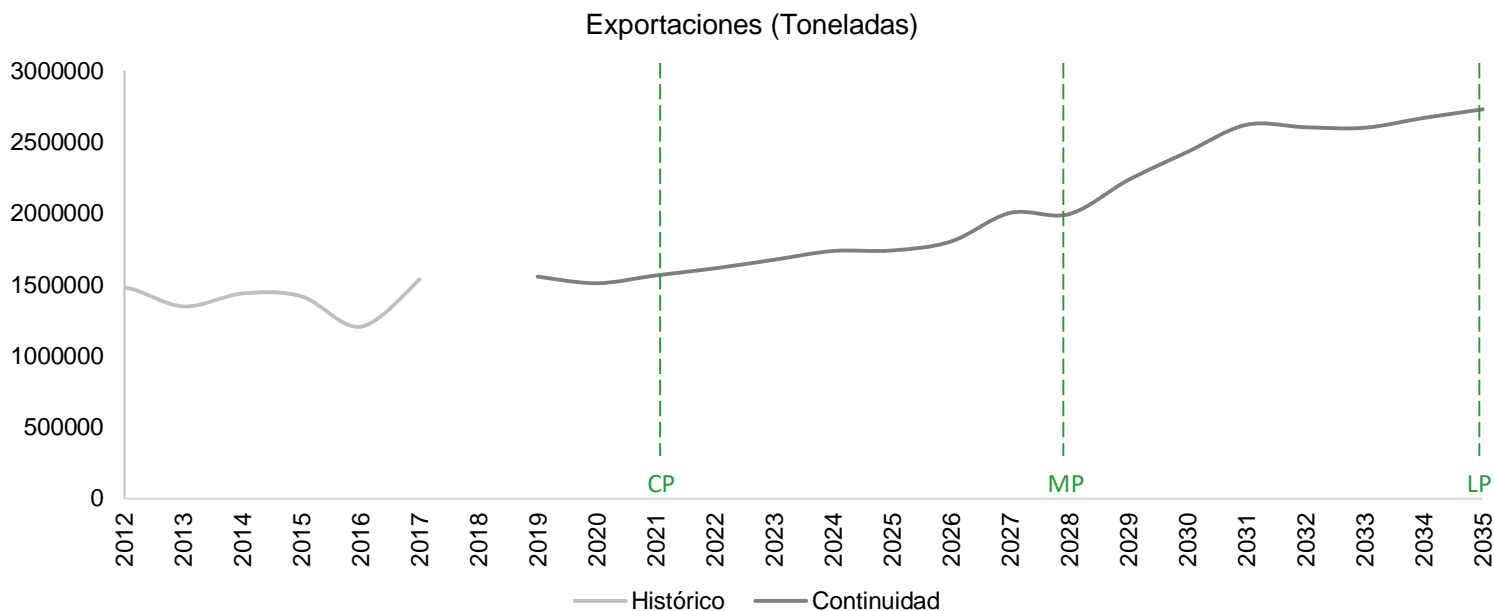
Las curvas resultantes, de acuerdo al modelo seleccionado para cada serie, son:

Modelo de oferta

- La producción de carbón metalúrgico en Colombia alcanzó durante 2017 una cifra cercana a los 5 millones de toneladas producto de la actividad extractiva de los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Norte de Santander.
- Esta producción se duplicó entre los años 2000 y el 2008, pasando de 2 millones de toneladas a 4. Durante los tres años (2008, 2009, 2010) siguientes mantuvo niveles de 4,1 millones para pasar en 2011 al nivel de 5 millones. Desde entonces ha mantenido el mismo nivel, ya por espacio de 7 años.
- El principal uso del carbón metalúrgico a nivel mundial está relacionado con la industria del acero, cuya producción requiere del coque como materia prima. El coque se obtiene de la transformación del carbón metalúrgico. Para producir 1 tonelada de coque se requieren en promedio 1,6 toneladas de carbón. (UPME, Estudio de Producción de Coque y Carbón Metalúrgico, uso y comercialización. Contrato 19547-43-2011, abril 2011)
- Una porción importante del carbón metalúrgico producido en Colombia es transformado localmente en coque que se destina a la exportación; una buena parte del remanente se exporta como carbón sin transformar y la porción restante es usada en la producción de acero local por Acerías Paz del Río.
- En el escenario de Continuidad las fuerzas motoras no influyen en la predicción que hace el modelo. Debe recordarse que de todas las fuerzas motoras que afectan los mercados, 6 fueron evaluadas como críticas y por eso son las empleadas para el diseño de los escenarios. Estas seis fuerzas, (alto impacto en el mercado, alto grado de incertidumbre) pierden su carácter de críticas en este escenario de Continuidad ya que se establece que “continúan” iguales durante el periodo de la predicción con lo que se elimina la incertidumbre.
- Con base en ello, el modelo asume como pronóstico mas probable, dentro de los parámetros de continuidad, que la producción mantendrá un ritmo de crecimiento como el observado en los últimos años de la serie histórica, pasando de algo más de 5 millones de toneladas en 2018 a un poco más de 7 en 2035, con niveles de crecimiento que se originan en las tendencias de los valores históricos.

Escenario 1. Continuidad

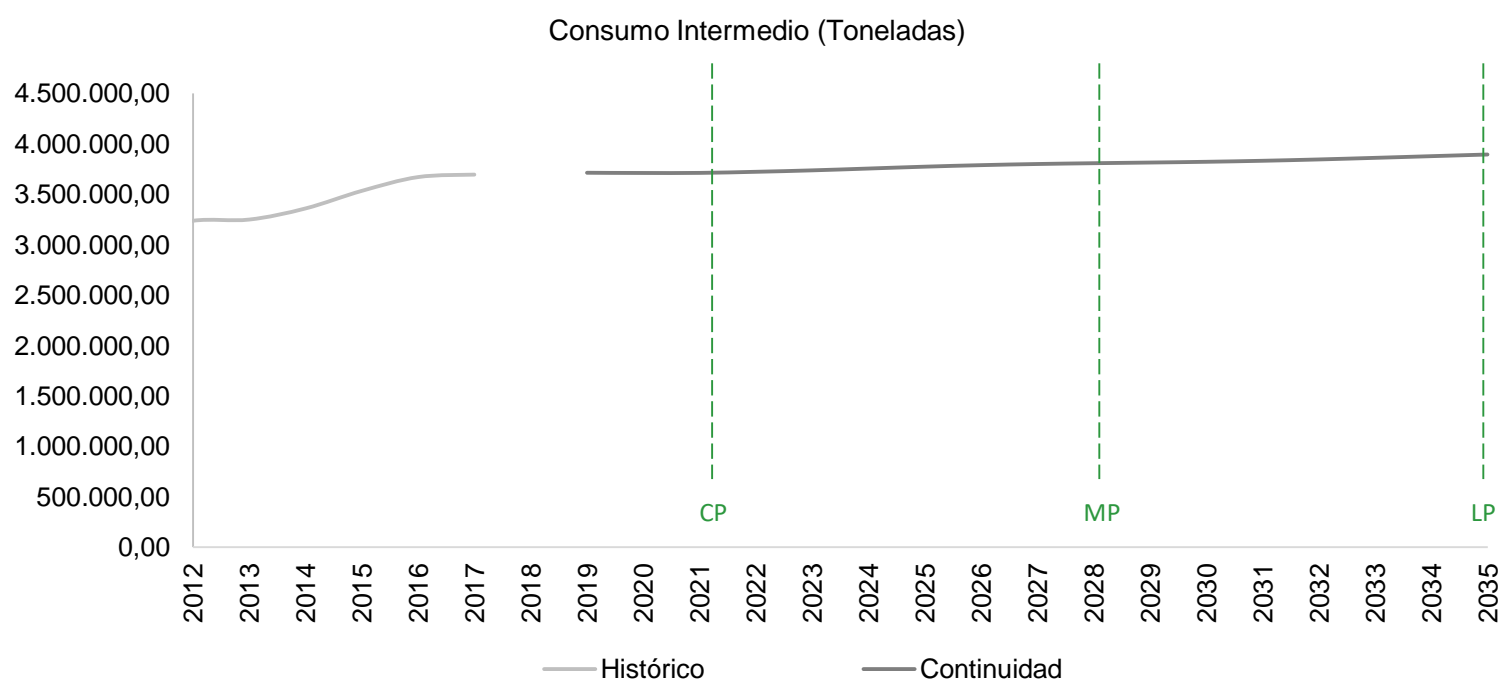
Modelo de demanda



- La exportación de carbón metalúrgico mostró fuertes oscilaciones entre los años 2000 y 2011 cuando en un periodo de sólo 4 años llegó a triplicar los volúmenes para caer de nuevo a los niveles iniciales en un periodo similar.
- Entre 2011 y 2017 las exportaciones muestran un comportamiento más estable en volumen oscilando sobre un promedio cercano a 1,4 millones de toneladas con desviaciones inferiores a 100.000 toneladas.
- El modelo parece tomar como base para su predicción el periodo de 2008 a 2017 durante el cual se observa una tendencia al alza cuya pendiente gráfica es similar a la de la proyección entregada al correr las variables.
- El modelo predice entonces un crecimiento que resulta porcentualmente importante al pasar de un valor cercano a 1,5 millones de toneladas en 2017 a casi 3,1 en 2035. Un análisis más detallado de las cifras se incluye más adelante.

Escenario 1. Continuidad

Modelo de demanda



- El consumo intermedio de carbón metalúrgico muestra un crecimiento constante durante el periodo que va desde 2003 hasta 2017, al cual corresponde la información histórica disponible tomada como base para generar la proyección correspondiente al periodo 2019 – 2035.
- A diferencia de las exportaciones que han tenido un comportamiento relativamente errático, el consumo intermedio ha mostrado cifras que crecen en la misma proporción que la producción. Esto demuestra que la producción responde más a la demanda interna que a la demanda internacional, circunstancia que es opuesta a la del carbón térmico en el que la producción responde a la demanda internacional
- Es importante precisar que el destino de esta demanda intermedia es la producción de coque que, a su vez, está destinado casi en su totalidad al mercado internacional.
- Tradicionalmente la exportación de coque resulta más rentable que la exportación del carbón metalúrgico circunstancia generada por el comportamiento de los precios internacionales de los dos productos.
- Estas circunstancias del mercado hace que la industria de coquización tenga un fuerte crecimiento.
- No obstante estas consideraciones, el modelo predice que el consumo intermedio en el escenario de Continuidad será muy estable en los próximos 17 años sin mayores fluctuaciones, manteniéndose en el orden de 3,7 millones de toneladas.

Escenario 1. Continuidad

Cada una de las fuerzas motoras que definen los escenarios planteados actúa de forma que las condiciones que del negocio minero mantienen el status quo presente a 2018. El rol desempeñado por cada una durante el periodo de la proyección establecida en el modelo se describe en los siguientes párrafos:



Posición estatal de recursos
mineros y ambientales
(Un Estado activo)

No hay cambios en el Government Take

- Se renuevan los títulos mineros y las licencias ambientales para los proyectos activos
- Se mantiene la tendencia de otorgamiento (pausado) de nuevos títulos y lento para otorgamiento de licencias ambientales.
- Se está avanzando en mejorar la infraestructura de transporte para conectar a puertos, se avanza con línea férrea, fluvial (navegabilidad del río Magdalena), pero las vías aún están en procesos constructivos.



Gobernanza y
Gobernabilidad
(Un Estado confiable)



Grupos sociales
(Un ciudadano
que exige)

Las comunidades de las zonas mineras de carbón mantienen una posición de apoyo al desarrollo de la actividad



Aspectos
ambientales
(Un bien común)

Los consumidores exigen la protección del medio ambiente, pero delegan toda la responsabilidad solamente sobre el Estado.



Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y
competidores)

- La industria minera mantiene su tendencia histórica sin cambios significativos positivos o negativos.
- No entran a producción nuevos proyectos PINES pero tampoco se detienen los activos.



Dotación minera y su
conocimiento
(Un conocimiento de todos)

El amplio conocimiento de los recursos y las reservas de carbón del país hacen que tanto los intereses local como el internacional pretendan mantener las tendencias actuales de la industria

Escenario 1. Continuidad**Las cifras de la proyección y su evolución:**

En el escenario de continuidad se mantienen a lo largo del tiempo de proyección las mismas condiciones observadas en el más reciente periodo histórico. No hay fuerzas motoras críticas, ya que por efecto de la continuidad propuesta como condición básica de este escenario, no hay incertidumbre sobre la orientación que otorgarán a la oferta y a la demanda. Las cifras que dieron origen a las gráficas ya consideradas antes se encuentran en la tabla que se presenta al final del capítulo.

Los volúmenes que se muestran en la tabla son resultado de las premisas establecidas previamente para el escenario, especialmente de las premisas específicas. El análisis de las cifras nos muestra los siguientes:

- La producción de carbón metalúrgico presentará un leve descenso en los primeros años del periodo, esto es de 2019 a 2021, año a partir del cual se incrementará de forma constante acelerando el crecimiento hacia el final de la proyección entre 2030 y 2035.
- A diferencia de lo que ocurre con el carbón térmico producido, en el caso del metalúrgico o coquizable, el destino principal de esta producción será el consumo intermedio. En plantas nacionales se procesará aproximadamente el 65% de la producción para transformarla en coque. (Noveno Foro Presente y Futuro del Carbón y el Coque Colombiano“ Paipa, Colombia, septiembre 2018)
- Un porcentaje muy alto, casi la totalidad del coque resultante es a su vez exportado y solo una pequeña cantidad es destinado al uso interno en la producción de acero. La cantidad destinada a otros fines tales como secamiento en la industria agropecuaria principalmente, son ínfimos, sin mayor efecto para fines evaluativos.
- Las variaciones del consumo intermedio calculado por el modelo de predicción muestran un ligero crecimiento durante todo el periodo proyectado, con un cambio casi imperceptible entre el inicio y el final del plazo de estudio, pasando de 3,7 millones de toneladas en 2018 a 3,9 en 2035.
- Dada la premisa de que el balance de oferta y utilización se mantiene equilibrado en cualquier condición de mercado, el volumen de exportaciones está constituido por el 35% de la producción.
- En este caso de las exportaciones, el modelo pronostica un crecimiento progresivo y notorio de los volúmenes con este destino. Pasan de 1,5 millones de toneladas a 3,1 millones.
- Téngase presente que estas variaciones son asumidas por el modelo matemático con base en la evolución conjunta de las muchas variables con que se alimenta el modelo, más allá de las fuerzas motoras, por lo que en muchos casos no resultan precisables las razones de las variaciones observadas en la proyección.

Escenario 2. Coexistencia

Colombia 2035: Coexistencia

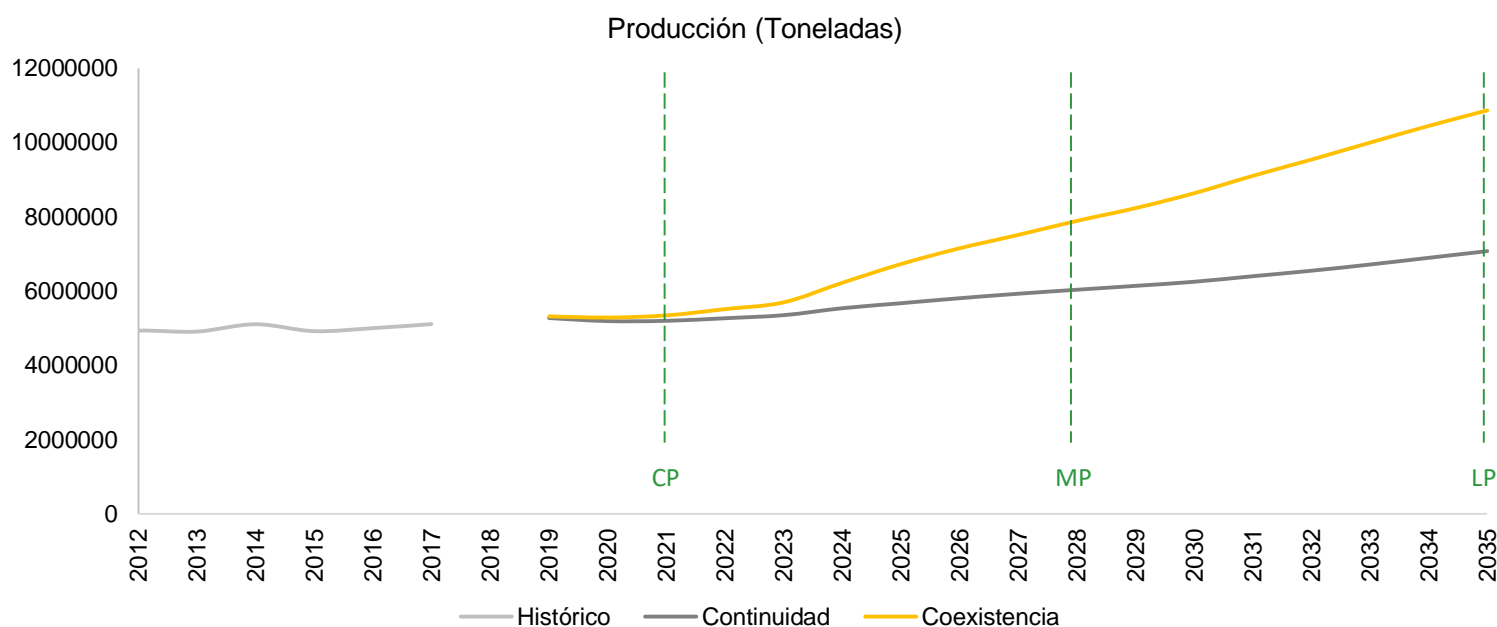
Febrero, 2035

“La mejor forma de predecir el futuro es crearlo”

Peter Drucker

Colombia comprende que la riqueza está en aquello que nos complementa y que la minería responsable con el medio ambiente, las comunidades y con otras actividades que utilicen el suelo, es un instrumento de prosperidad. El equilibrio entre el impulso Estatal, una comunidad constructiva, activa y participante, y una minería apalancada en el conocimiento de su potencial, le permitieron a Colombia avanzar en espirales ascendentes de creación de valor compartido.

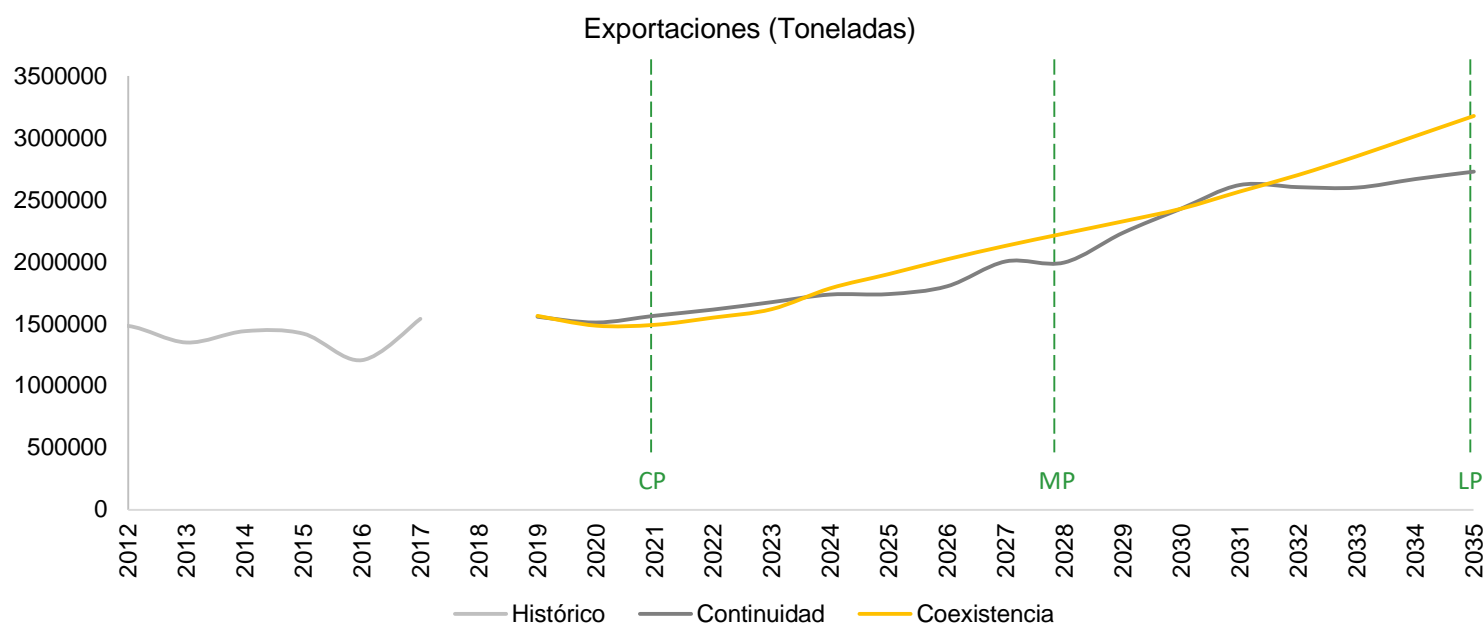
Modelo de oferta



- Según estimaciones del Ministerio de Minas y Energía, dadas a conocer en carta pública al Ministerio de Medio Ambiente en mayo de 2018, en el área delimitada como Páramo de Pisba hay 32 títulos mineros que producen carbones térmicos y metalúrgicos, “Estos títulos poseen cerca de 170 millones de toneladas de reservas de carbón”, reservas, en su mayoría de carbón metalúrgico, que quedarán congeladas con la aplicación de la Ley de Páramos tal como se encuentra formulada en 2018.
- En este escenario denominado Coexistencia, se asume la muy posible ocurrencia de que el cierre de las unidades de producción minera localizadas en los páramos se dará de manera progresiva, otorgando tiempo al establecimiento de planes de cierre y abandono, que permitan atender el mandato de la norma aliviando el fuerte impacto económico que tiene este cierre sobre las comunidades y los entes territoriales afectados por esta limitación.
- Aun así, la aplicación de la ley causa la desaceleración de la producción y hace que se mantenga constante hasta el año 2023; a partir de entonces, las actividades extractivas que se adelantan en áreas diferentes a los páramos, elevarán su producción para sustituir la producción excluida por la norma. El principal protagonista de este aumento es el PINE de Paz del Río.
- Los inversionistas conocedores del mercado responderán rápidamente ante la creciente demanda de carbón coquizable y coque para la producción de acero; tomarán rápidamente las decisiones necesarias para participar cada vez en mayor proporción en este mercado jalonado por el crecimiento de las economías emergentes, especialmente asiáticas..

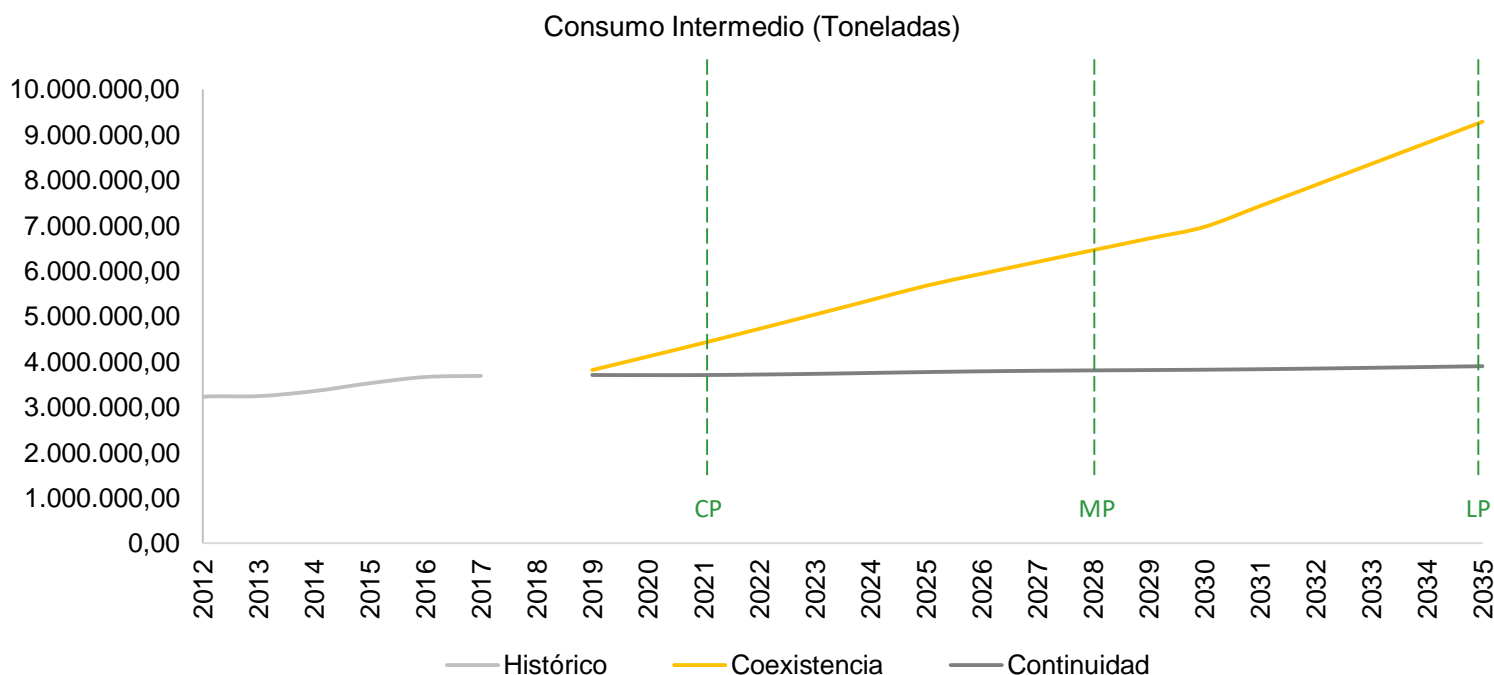
Escenario 2. Coexistencia

Modelo de demanda



- El carbón metalmecánico colombiano para exportación seguirá entrando a mercados nicho como el Escandinavo, y continuará siendo suministrado a los mercados naturales tales como el de Brasil, Turquía y algunos países asiáticos, en respuesta a la demanda internacional esperada por el crecimiento sostenido de la economía mundial.
- El cierre de minas de carbón metalmecánico en Estados Unidos (mercados que son competencia directa del carbón coquizable colombiano) abrirá un espacio importante para los destinos naturales de las exportaciones colombianas. (Información de John T Boyd Co e IHS Markit “Metallurgical Coal Quarterly”)
- En este escenario se espera con alta probabilidad que se haya completado el desarrollo de la infraestructura de transporte (férreo, carretero y fluvial) que une el interior del país con los puertos del Caribe; esto permite lograr precios FOB ventajosos para el carbón coquizable del interior y el coque que, comparados con los precios de otros proveedores, son más competitivos a nivel internacional.
- Las exportaciones colombianas de coque seguirán en crecimiento debido a que la calidad se ha mejorado y se ha vuelto más uniforme, gracias al cierre de hornos de colmena de bajas especificaciones y a la utilización de mejores tecnologías para coquización. (Información divulgada durante “Noveno Foro Presente y Futuro del Carbón y el Coque Colombiano” Paipa, Colombia, Septiembre 2018)
- Justamente este crecimiento de las exportaciones de coque, es responsable de la caída en los volúmenes de exportación de carbón que se evidencian en la gráfica para los años proyectados entre 2018 y 2023, cuando una mayor porción del carbón producido se destina a la producción de coque.
- A partir de 2023 se tendrá un crecimiento constante pero no superará, durante el periodo, los mejores volúmenes exportados en los años anteriores a este estudio, ya que su valor máximo seguirá siendo el alcanzado en 2018. (Información de John T Boyd Co e IHS Markit “Metallurgical Coal Quarterly”)

Escenario 2. Coexistencia

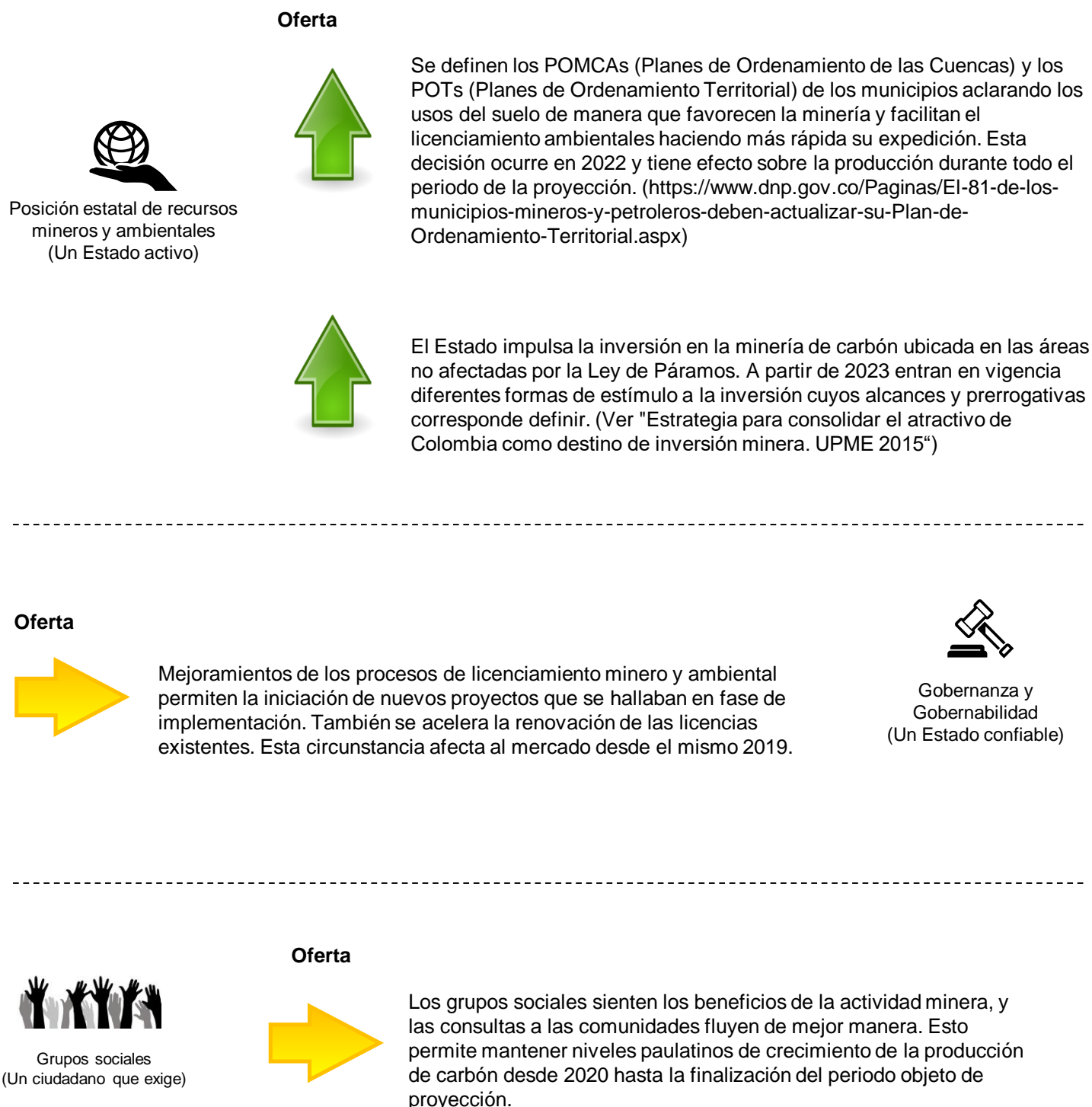


- Los procesadores de carbón coquizable (coquizadores) demandarán cada día mas carbón para transformar y exportar; coquizarán no solo el carbón directamente producido en sus minas, si no que seguirán comprando en el mercado nacional cada vez más carbón producido por otros mineros. Este es el principal factor que jalona la demanda de consumo interno.
- Para 2023 entrará en operación el proyecto de interés nacional (PINE) de Paz del Río para producción de carbón metalúrgico, con un crecimiento paulatino a partir del año mencionado. Como sin duda una buena parte de su producción se destinará a las plantas de coquización para la producción de acero, incrementará en proporciones similares las exportaciones y el consumo interno.
- Debido a la menor disponibilidad de gas para la industria, se incrementará la demanda de finos de coque para secamiento de cereales. Sin embargo, su efecto sobre las estimaciones es casi indetectable.

Escenario 2. Coexistencia

Fuerzas Motoras y sus hitos en la proyección:

Las proyecciones de la oferta y la demanda en el escenario de Coexistencia se ven afectadas por hechos que tendrán alta probabilidad de ocurrencia en medio de un ambiente de mercado en el que las premisas generales y específicas propuestas para el escenario se cumplan. A continuación indicamos cuales son tales hechos y la fuerza motora crítica que lo determina



Escenario 2. Coexistencia

Oferta



La Ley de Páramos y la delimitación de los mismos congela 170 millones de toneladas de reservas de carbón (la mayoría metalúrgico) ubicadas en este piso térmico.
(<https://www.elspectador.com/economia/minambiente-y-minminas-chocan-por-delimitacion-del-paramo-de-pisba-articulo-754250>)



Se establece la posibilidad de diseñar un plan de cierre de las minas afectadas por la Ley de Páramos de manera que se mitiga el efecto lesivo a la economía regional y la disminución de la oferta de carbón se convierte en un estancamiento de la producción que no crece pero no decae. (Ley 1753 de 2015 para la delimitación de las áreas de páramos)



Demanda



Para el año 2023 entra en vigencia una norma que fija parámetros de emisiones para los hornos de coquización que da como resultado el desmonte progresivo de los hornos de colmena usados en la producción de coque, disminuyendo la demanda de carbón para este uso. (Boletines Oficiales Corpoboyacá, 2018)

Aspectos ambientales
(Un bien común)



En el curso de 2023 entra en operación la mina del Proyecto de Interés Nacional Estratégico (PINE) de Paz del Río, el cual aportará con su crecimiento progresivo hasta un total de 2,5 millones de toneladas de carbón metalúrgico al año. (Paz del Río, Informe Anual Inversionistas, 2017)



Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y competidores)



Aun desde antes de iniciarse el periodo objeto de estudio, el crecimiento de la producción mundial de acero ha generado un incremento en la demanda mundial de carbón metalúrgico y de coque. El crecimiento de la producción de acero se mantendrá hasta el final del periodo de estudio, haciendo crecer la demanda de carbón. (John T Boyd e IHS Markit Metallurgical Coal Quarterly Ediciones Trimestrales # 51 al # 61 (fuentes confidenciales)



En respuesta al incremento de la demanda mundial de carbón coquizable y coque, los productores impulsarán la transformación del carbón, y se aumentará el consumo intermedio hasta copar la capacidad instalada de coquización que ronda los 10 millones de toneladas. La persistente demanda hace incluso ampliar el número de hornos hacia el final del periodo de análisis. (John T Boyd e IHS Markit Metallurgical Coal Quarterly Ediciones Trimestrales # 51 al # 61 (fuentes confidenciales)



Infraestructura



Aunque no se trata de una fuerza motora crítica, pues se ha considerado libre de incertidumbre, es importante resaltar que para el carbón metalúrgico y el coque, producidos en las zonas del interior del país resulta determinante una infraestructura que permita el transporte al más bajo costo posible. Se asume que para este escenario se han concluido obras que logran este efecto.
(<https://www.ani.gov.co/categorias/ferreo>)

Escenario 2. Coexistencia

Las cifras de la proyección y su evolución:

Como resultado de la combinación de fuerzas motoras y los hitos que se describieron en este escenario en que hay una mayor prevalencia de las condiciones que impulsan el crecimiento de la industria, los volúmenes de producción, consumo intermedio y exportaciones de carbones metalúrgicos alcanzarán las cifras que se muestran a continuación. Estas cifras conforman las gráficas incluidas anteriormente. Para la revisión y análisis de los volúmenes pronosticados que se muestran en la tabla precedente es necesario tener en cuenta que:

- El efecto de algunas fuerzas motoras que inciden de manera notable en el comportamiento de los componentes del balance no es cuantificable, genera una tendencia en el comportamiento que el modelo de proyección aplica, en el largo plazo, a los valores resultantes.
- El efecto de los hitos cuantificados y descritos en la sección anterior no es puntual, de manera que no genera una modificación inmediata de las cifras. Este se revela durante los años posteriores a la ocurrencia del evento reportado, como resultado de una necesaria implementación progresiva de toda actividad productora.
- Como confluencia de las dos circunstancias descritas, cuando el modelo calcula la proyección no introduce cada hito como una variación única en un momento determinado del periodo en consideración, sino que distribuye su efecto en un plazo de unos años, dando como resultado una variación progresiva.

Las principales consideraciones sobre la evolución de las cifras resultantes de la predicción realizada por el modelo para las condiciones específicas de este escenario de Coexistencia, si dichas condiciones se cumplen en el futuro, son:

- La producción de carbón coquizable en Colombia tendrá un declive no muy marcado en los primeros años del periodo 2018 – 2035 causado por los efectos de la aplicación de la Ley de Páramos. Los volúmenes producidos caerán un 2,2% en la transición a 2019 y un 1% adicional para 2020.
- A partir de 2021 se presenta un crecimiento sostenido que tiene su mayor impulso en 2024, 2025 y 2026, años que corresponden al desarrollo progresivo del PINE de Paz del Río que inició operación en 2023.
- Como se ha comentado antes, la mayor porción de la producción se destina al consumo interno o intermedio y en este escenario de Coexistencia, el 82% de toda la producción obtenida en los 17 años se procesa para la transformación a coque.
- El crecimiento del consumo interno tiene cifras importantes al pasar de 3,7 millones de toneladas en 2018 a 9,29 millones en 2035. La tasa de crecimiento calculada es del 147% para el periodo y su equivalente mensual compuesto es del 5,46%.
- Las exportaciones serán el destino del 18% de la producción obtenida en el periodo.
- Si se observan las tasas de crecimiento o contracción interanual de las exportaciones mostradas en la tabla, se notará que caen en proporciones de entre el 10% y el 20% de un año a otro durante el tiempo que corresponde al cierre de las minas de páramo, esto es 2019 a 2023.
- Estas cifras muestran la preferencia del productor por procesar el carbón y exportar el coque que resulta siendo una actividad más rentable que la de exportar el carbón mismo. Nótese que durante el mismo periodo el consumo intermedio mantiene tasas de crecimiento relativamente altas.
- A partir de 2024 las exportaciones tienen incrementos porcentualmente muy fuertes, coincidiendo con la consolidación de la operación de Paz del Río; muy probablemente estas cantidades que en volumen, no en porcentaje, no resultan tan grandes, resulten de los excedentes en el mercado provenientes de la nueva producción.

Escenario 3. Divergencia

Colombia 2035: Divergencia

Febrero, 2035

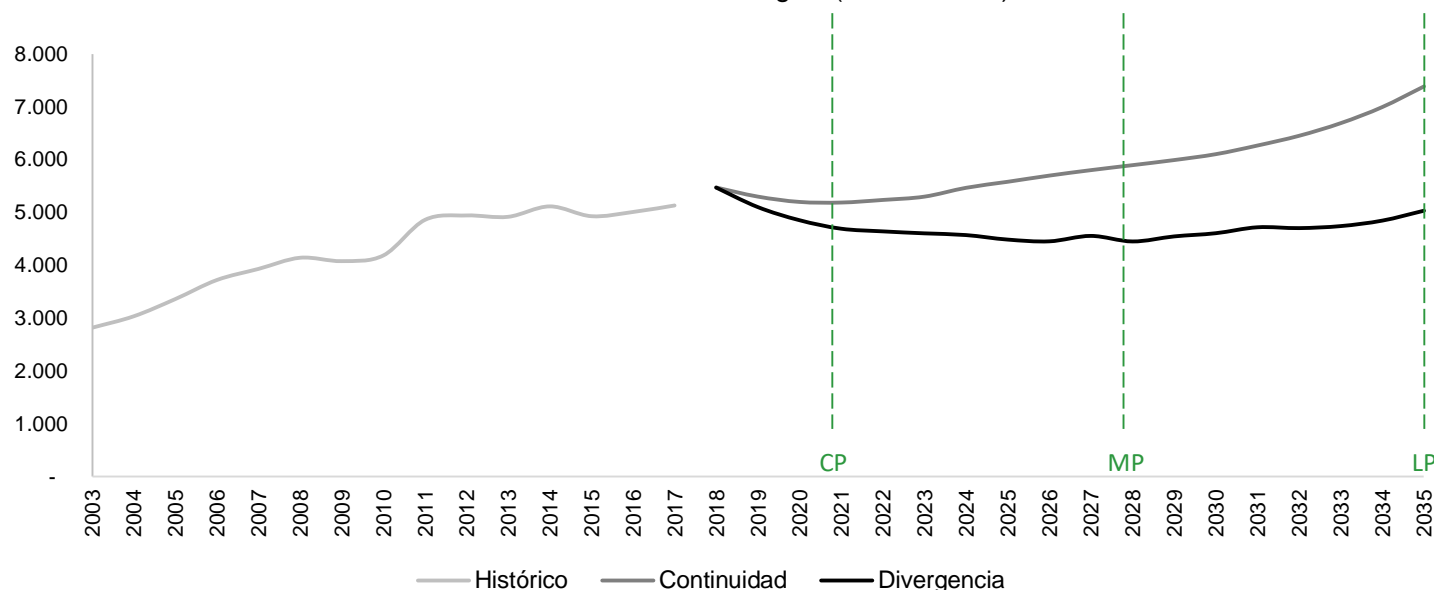
“Si el ritmo de cambio de afuera excede el ritmo de cambio al interior, el fin esta cerca ”

Jack Welch

La perspectiva de futuro donde la actividad minería era boyante y aportaba los recursos necesarios para apalancar el progreso del País, se disolvió. Fracasaron los esfuerzos en pro del desarrollo sostenible, materializándose la distopía. Algunos piensan que perdieron los mineros, pero la verdad es que todos perdimos un poco... o todo.

Modelo de oferta

Producción de carbón metalúrgico (en toneladas)



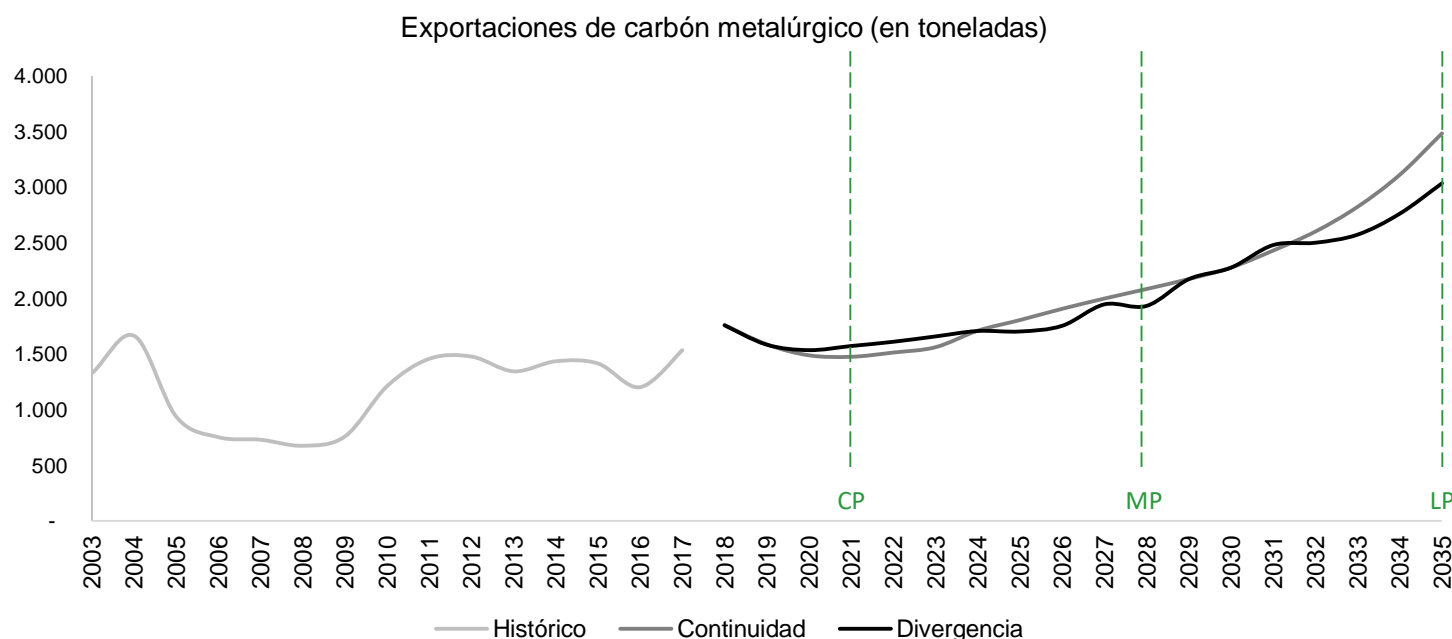
En el escenario de Divergencia, por la naturaleza misma de sus características, el comportamiento de la oferta y la demanda de carbón metalúrgico muestra un comportamiento de marcadas tendencias hacia presentar bajos volúmenes. Las causas de este comportamiento se describen así:

- La aplicación de la Ley de Páramos y los avances en la delimitación de estas áreas provoca el cierre de las unidades de producción minera ubicadas en tales pisos térmicos que en su mayoría corresponden a explotaciones de carbón coquizable. Esto implica la congelación de cerca de 170 millones de toneladas de reservas de carbón coquizable según los estudios que en tal sentido han realizado las asociaciones de productores.

Escenario 3. Divergencia

- No se presenta una reacción importante de los productores ubicados fuera de las áreas de restricción, ya que la industria de transformación del carbón metalúrgico en coque se ve seriamente limitada por las medidas de protección del medio ambiente que obligan a apagar los hornos tipo colmena, los más populares de la industria, por sus altos niveles de contaminación. Lastimosamente no hay reconversión tecnológica para emplear hornos de solera que aliviarían los niveles de contaminación. La probabilidad de que esta medida se concrete hacia 2023 es alta.
- Para el año 2024 se puede presentar, con una probabilidad media, el cierre de la actividad productora de acero por parte de Paz del Río, debido a una fuerte competencia de los aceros obtenidos en procesos de reciclaje de chatarra y la obsolescencia de las instalaciones del alto horno.
- No obstante estas circunstancias, la producción no muestra un fuerte descenso y se mantiene con una cierta tendencia de estabilidad reflejada en una muy baja pendiente de la curva. La producción de 2018 se proyectó en aproximadamente 5,4 millones de toneladas y baja de forma muy tendida hasta llegar a 5 millones en 2035.

Modelo de demanda

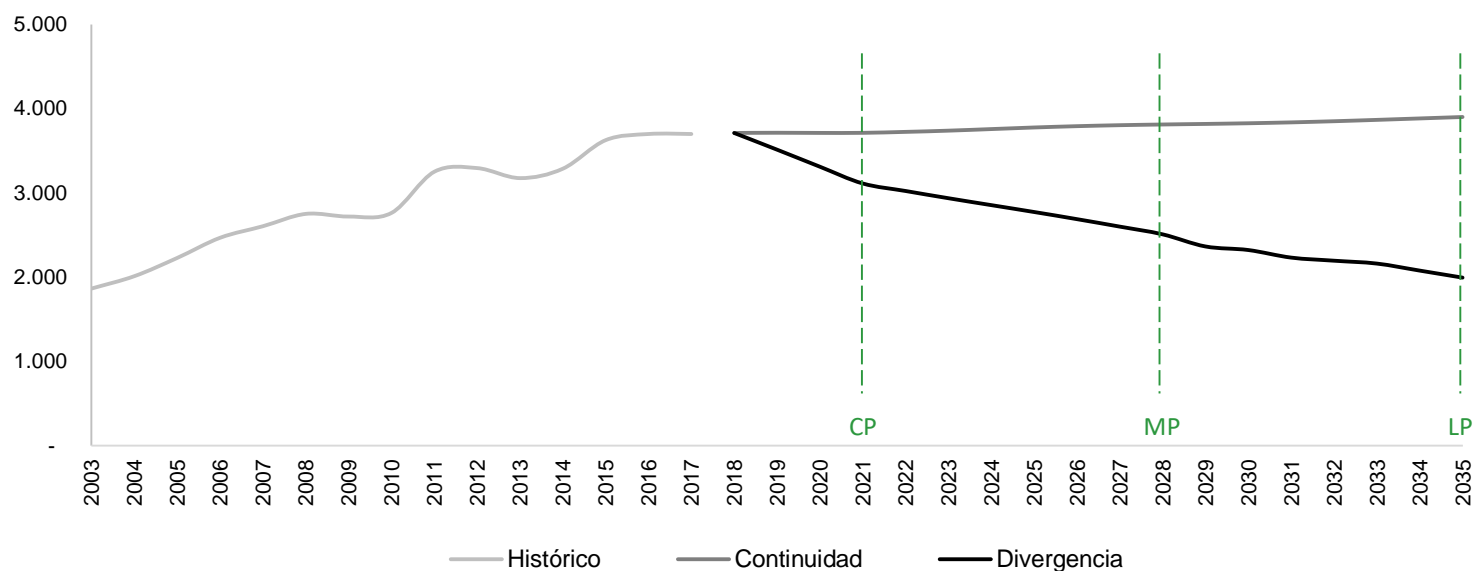


- Mientras se mantuvo casi constante la producción, que se redujo en menos del 10% durante los 17 años de estudio, las exportaciones presentan un comportamiento claramente alcista, pasando de 1,7 millones de toneladas en 2018 a 3 millones en 2035. Un crecimiento del 76% (3,38% anual).
- Esto es el resultado de que los hitos cuantificables y no cuantificables que se pudieron establecer con un buen nivel de probabilidad de ocurrencia, afectan directamente a la demanda en su componente de consumo intermedio o interno.
- En este entorno, el consumo interno se disminuye como veremos en la siguiente gráfica, dejando un volumen de carbón disponible para exportación que sus productores hubieran preferido, con seguridad, transformar en coque.

Escenario 3. Divergencia

Modelo de demanda

Consumo intermedio de carbón metalúrgico (en toneladas)



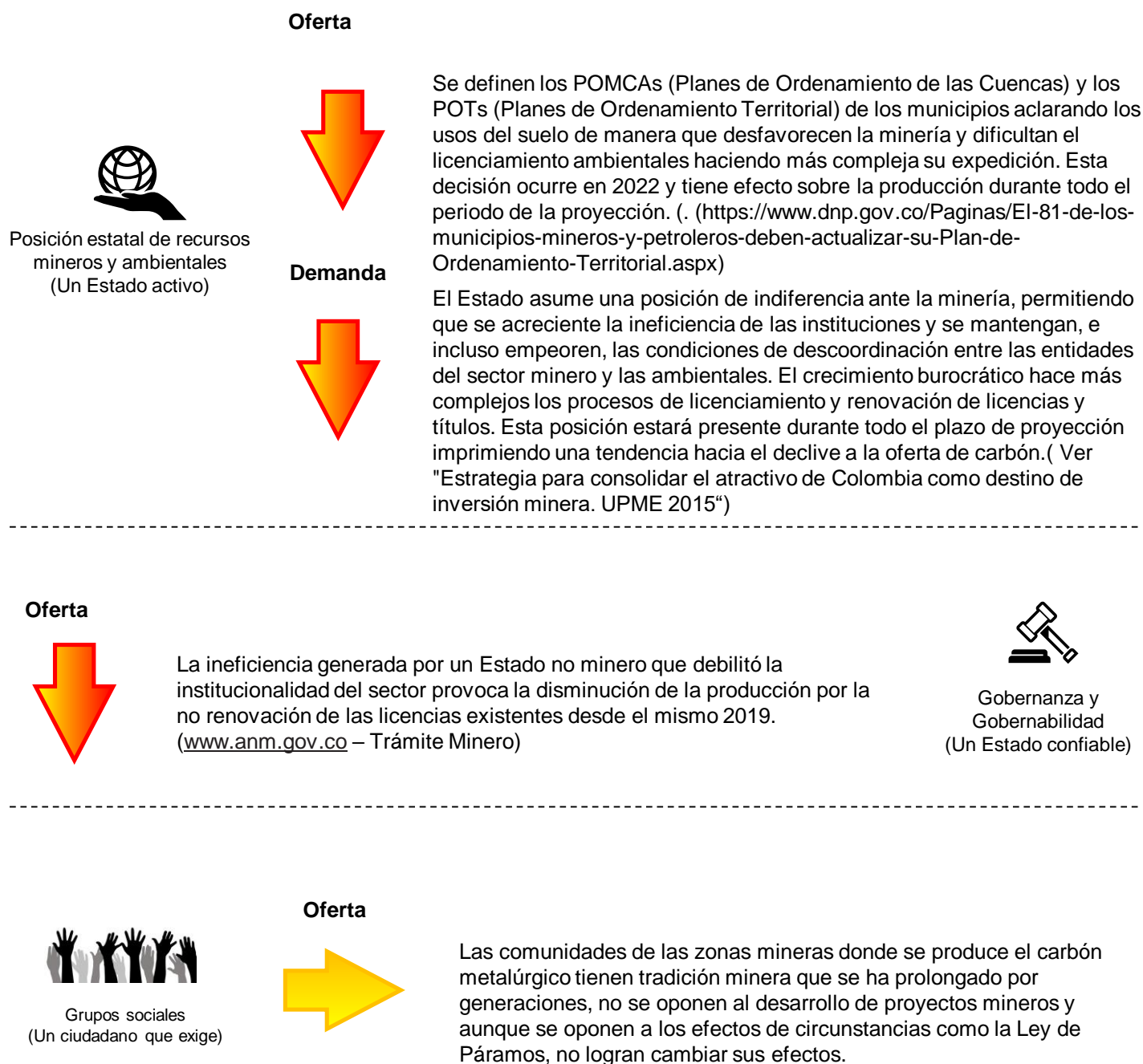
- Como se había anticipado, el consumo intermedio desciende pronunciadamente desde 3,7 millones de toneladas en 2028 hasta 1,99 millones en 2035, una caída del 47%.
- La producción de coque se ve afectada por una disminución de oferta de carbón metalúrgico por el cierre de las minas ubicadas en áreas de páramo, del las cuales la mayoría producía carbón coquizable.
- Por el cierre de los hornos de colmena que eran los más populares en la industria debido a sus altos niveles de contaminación. Este cierre se presenta durante el periodo de estudio, pero venía siendo debatido de tiempo atrás por los efectos negativos en todo sentido. El desinterés por la protección del ambiente no es total.

Escenario 3. Divergencia

Fuerzas Motoras y sus hitos en la proyección:

Como se ha planteado en los dos escenarios ya descritos, la evolución de la oferta y la demanda es la respuesta del mercado a diversos eventos que con su ocurrencia moldean sus tendencias. Tales eventos tienen, dentro de las premisas generales y específicas diseñadas para su simulación, una alta probabilidad de ocurrencia.

Las fuerzas motoras críticas y los hitos que ellas generan pueden verse descritas a continuación:



Escenario 3. Divergencia**Oferta**

La aplicación inmediata de la Ley de Páramos ocasionando el cierre de muchas minas de carbón metalúrgico que produce un descenso de la producción que puede llegar a ser del orden de 500 mil toneladas año durante 4 o 5 años. (Ley 1753 de 2015 para la delimitación de las áreas de páramos)

**Demanda**

En 2023 se produce el cierre de los hornos de colmena por sus implicaciones ambientales lo que ocasiona una disminución de la demanda hasta por lo menos 2028. El proceso venía siendo discutido de tiempo atrás. (Boletines Oficiales Corpoboyacá, 2018)

Aspectos ambientales
(Un bien común)

Demanda

Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y competidores)



Cierre de operaciones de producción de acero por parte de Paz del Río, debido, de una parte a obsolescencia de las instalaciones de alto horno y a la competencia fuerte de la producción de acero por reciclaje de chatarra de otra. (Paz del Río, Informe Anual Inversionistas, 2017)

Escenario 3. Divergencia**Las cifras de la proyección y su evolución:**

En el escenario de divergencia las fuerzas motoras llevan la dirección opuesta a aquella que deberían tener para impulsar el crecimiento de la industria del carbón coquizable y, en consecuencia, producen el efecto contrario forzando a la oferta y a la demanda a circunstancias propias de un mercado deprimido. Ya se mostró antes en este análisis la gráfica correspondiente y ahora se presentan las cifras para su evaluación.

Para la revisión y análisis de los volúmenes pronosticados que se muestran en la tabla precedente es necesario tener en cuenta que:

- El efecto de algunas fuerzas motoras que inciden de manera notable en el comportamiento de los componentes del balance no es cuantificable, genera una tendencia en el comportamiento que el modelo de proyección aplica a los valores resultantes.
- El efecto de los hitos cuantificados y descritos en la sección anterior no es puntual, de manera que no genera una modificación inmediata de las cifras. Su efecto se revela durante los años posteriores al del evento reportado, como resultado de una necesaria implementación progresiva del evento incluido en la predicción.
- Como confluencia de las dos circunstancias descritas, cuando el modelo calcula la proyección no introduce cada hito como una variación única en un momento determinado del periodo en consideración, si no que distribuye su efecto en un plazo de unos años, dando como resultado una variación progresiva.

Las cifras incluidas en la tabla reflejan un comportamiento del mercado que se puede resumir en las siguientes observaciones, que serán resultado de que en el futuro se cumplan los supuestos establecidos para el escenario de Divergencia.

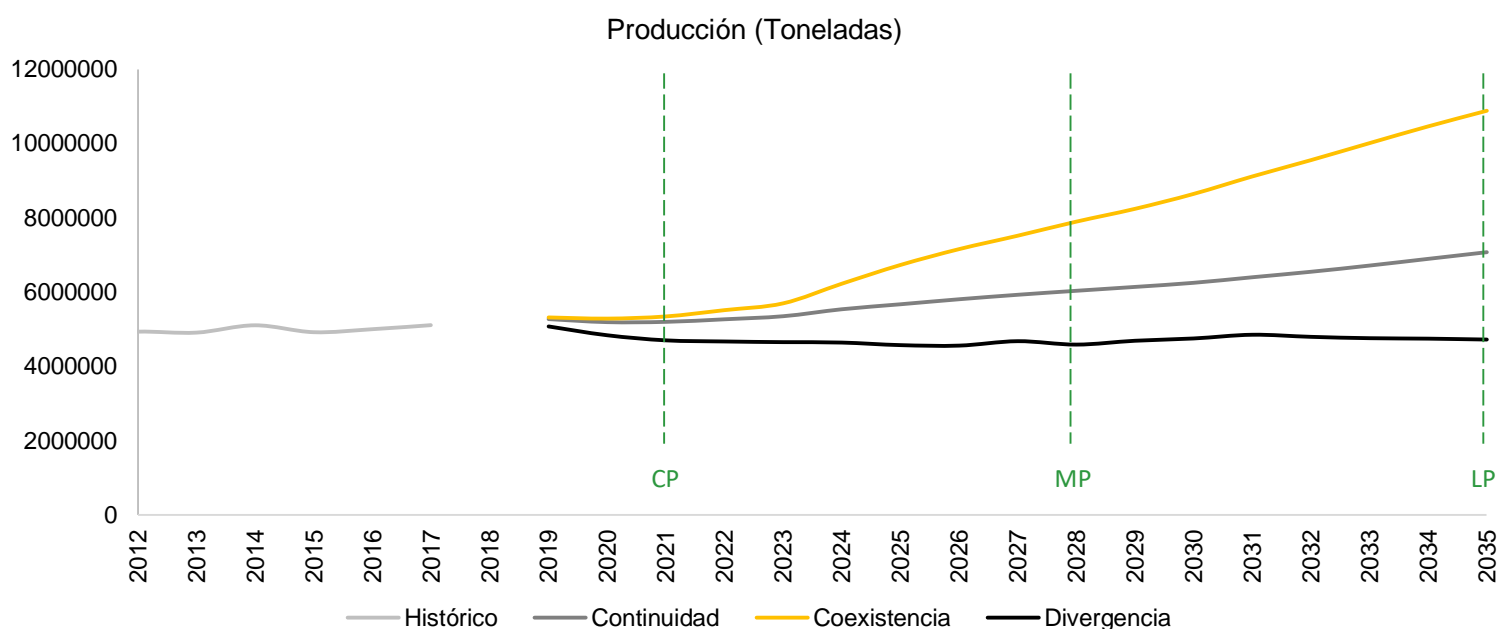
- La producción disminuirá en pequeñas proporciones año tras año desde el inicio del periodo de estudio hasta el año 2028; de allí en adelante recuperará igualmente pequeñas proporciones cada año para ubicarse en un volumen de 5,03 millones de toneladas en 2035; apenas un 9% por debajo de la producción de 2018.
- Las exportaciones finalmente alcanzan a ser el 43% de la producción, ocupando una porción más amplia que la que alcanza en el escenario de coexistencia, ocurriendo lo opuesto con la porción destinada al consumo intermedio que baja a ser el 57% de la producción.
- A su vez, mientras el consumo intermedio pasa de 3,7 millones de toneladas en 2018 a 1,99 millones en 2035, lo que representa una caída del 47%, las exportaciones pasan de 1,7 millones de toneladas a 3,03 millones de toneladas estos es, crecieron un 72% en el plazo del periodo de estudio.

Escenario 3 Divergencia**Comentarios finales**

- Una importante característica de la oferta de carbón metalúrgico es la gran número de productores de pequeñas cantidades que venden su producto en el país a procesadores o coquizadores que se encargan de la transformación a coque y su exportación. Esta producción atomizada hace que no se generen grandes hitos como resultado de cambios en la producción de alguna empresa, como si ocurre con el carbón térmico, en donde una sola empresa puede llegar a afectar la producción en proporciones del 20%, 25% o incluso más.
- El registro estadístico de la producción de carbón coquizable, su exportación y la exportación de coque parece no incluir muchas producciones no observadas que se generan por una de las siguientes razones:
 - La producción se reporta como de carbón térmico para aportar menor valor de regalías.
 - Se vende como térmico a las termoeléctricas cuando los precios internacionales no están en niveles atractivos.
 - Los niveles de eficiencia en la producción de coque causan bajos rendimientos en la relación carbón / coque lo que genera imprecisiones en el cálculo de la cantidad de carbón procesado en el país.
- No existe una diferenciación del mineral carbón metalúrgico en los títulos otorgados para su explotación, lo cual está justificado por el hecho de que un mismo título puede incluir mantos de carbón de los dos tipos, sin embargo, las diferencias de valor entre los dos tipos de carbón hacen necesario establecer un mecanismo que la permita.

Síntesis

Modelo de Oferta



Cifras proyección de producción (cifras en toneladas) – Tabla 1/2

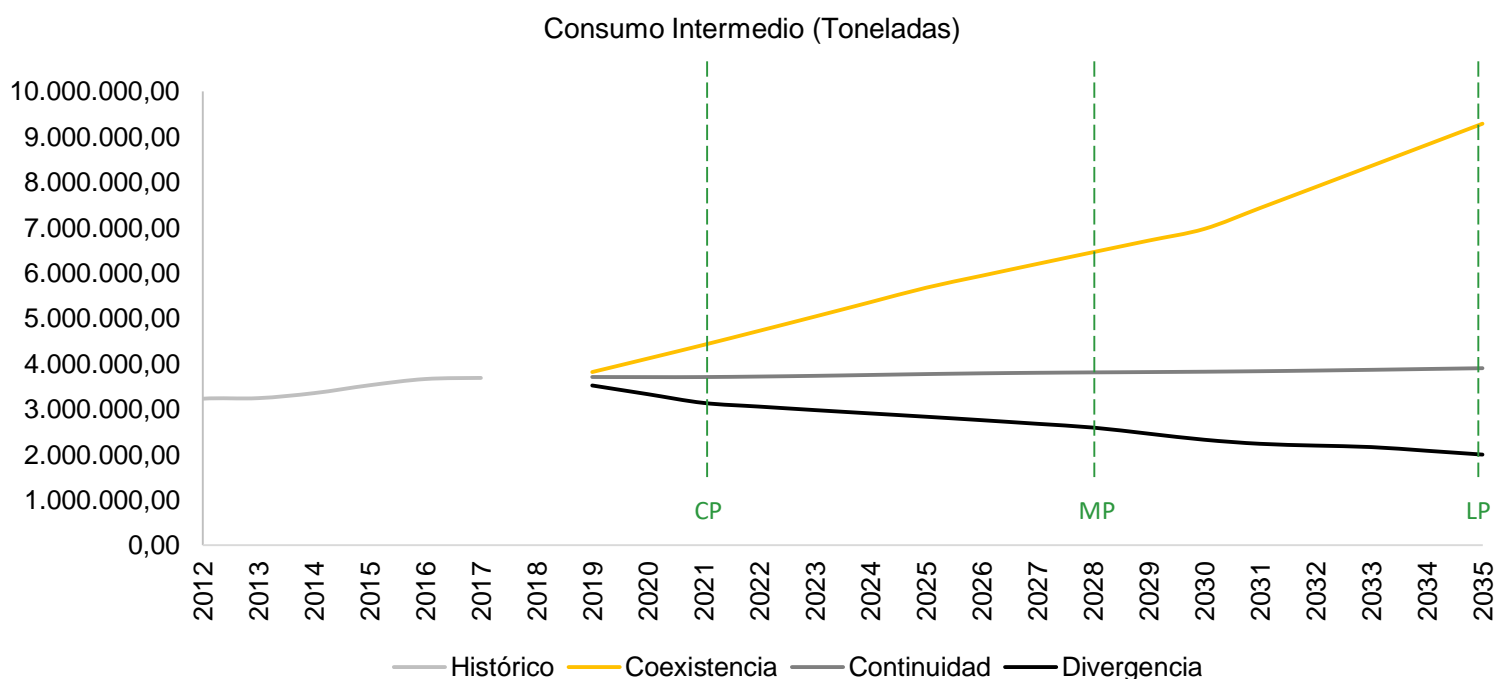
Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	5.329.524	5.298.135	5.355.918	5.524.897	5.707.337	6.233.996	6.737.641	7.162.632
Continuidad	5.279.524	5.198.135	5.205.918	5.274.897	5.357.337	5.543.996	5.677.641	5.812.632
Divergencia	5.083.524	4.844.135	4.705.918	4.674.897	4.657.337	4.645.496	4.576.141	4.562.632

Cifras proyección de producción (cifras en toneladas) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	7.522.930	7.900.555	8.244.595	8.644.960	9.113.545	9.550.979	10.008.156	10.457.759	10.876.943
Continuidad	5.932.930	6.040.555	6.144.595	6.254.960	6.403.545	6.550.979	6.718.156	6.897.759	7.076.943
Divergencia	4.682.930	4.590.555	4.694.595	4.756.960	4.857.545	4.800.979	4.764.156	4.751.759	4.726.943

Síntesis

Modelo de Demanda



Cifras proyección de consumo intermedio (cifras en toneladas) – Tabla 1/2

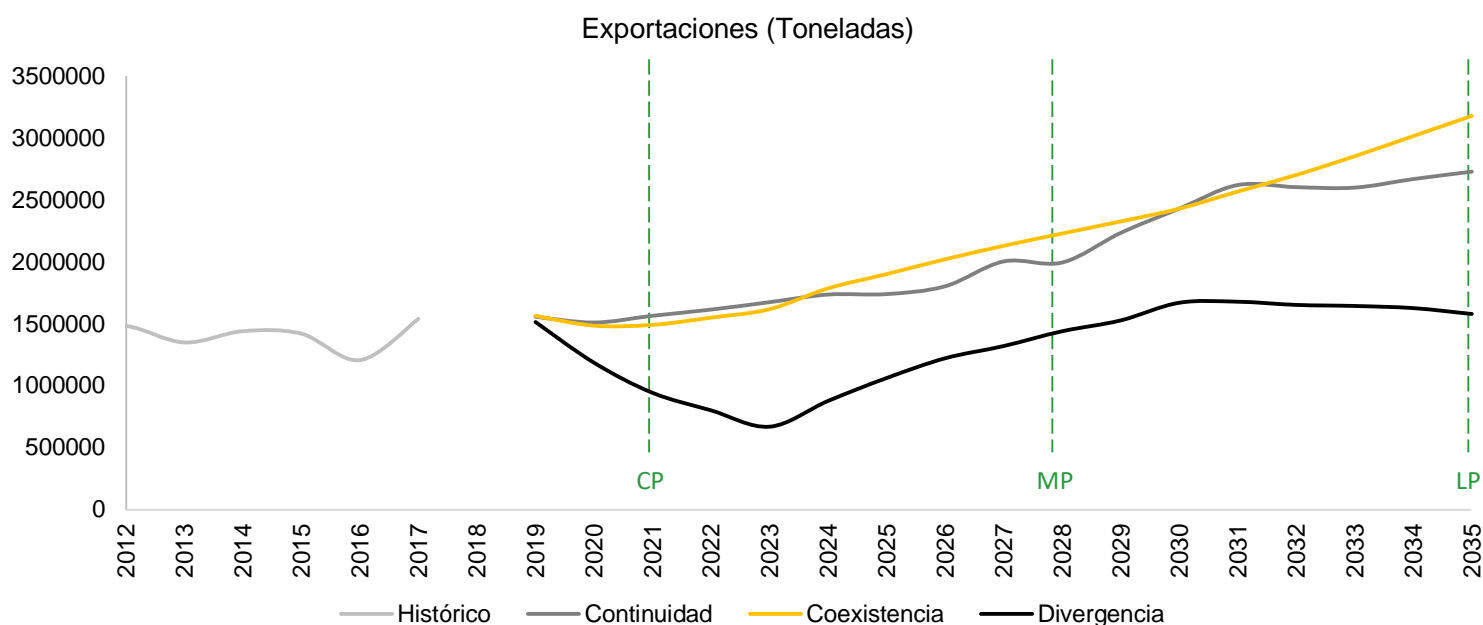
Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	3.816.839	4.114.636	4.415.680	4.726.511	5.040.795	5.359.050	5.677.674	5.942.916
Continuidad	3.716.839	3.714.636	3.715.680	3.726.511	3.740.795	3.759.050	3.777.674	3.792.916
Divergencia	3.526.173	3.333.303	3.140.680	3.059.844	2.982.461	2.909.050	2.836.007	2.759.583

Cifras proyección de consumo intermedio (cifras en toneladas) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	6.204.357	6.462.397	6.718.920	6.976.486	7.436.676	7.899.966	8.365.751	8.832.556	9.299.184
Continuidad	3.804.357	3.812.397	3.818.920	3.826.486	3.836.676	3.849.966	3.865.751	3.882.556	3.899.184
Divergencia	2.679.357	2.595.731	2.461.087	2.327.486	2.237.676	2.198.466	2.165.251	2.084.056	1.999.184

Síntesis

Modelo de Demanda



Cifras proyección de exportaciones (cifras en toneladas) – Tabla 1/2

Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	1.562.685	1.483.499	1.490.238	1.548.387	1.616.542	1.784.946	1.899.967	2.019.715
Continuidad	1.557.352	1.510.832	1.565.238	1.615.053	1.674.876	1.736.446	1.740.133	1.803.049
Divergencia	1.512.685	1.183.499	940.238	798.387	666.542	874.946	1.059.967	1.219.715

Cifras proyección de exportaciones (cifras en toneladas) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	2.128.572	2.228.158	2.325.675	2.428.474	2.566.869	2.701.013	2.852.405	3.015.203	3.177.760
Continuidad	2.003.572	1.994.825	2.233.508	2.429.474	2.619.869	2.602.513	2.598.905	2.667.703	2.727.760
Divergencia	1.318.572	1.438.158	1.525.675	1.668.474	1.676.869	1.651.013	1.642.405	1.625.203	1.577.760

Roca fosfórica



Escenario 1. Continuidad**Colombia 2035: Continuidad**

Febrero, 2035

“Solamente aquel que construye el futuro tiene derecho a juzgar el pasado.”

Friedrich Nietzsche

Las expectativas prometían cambios radicales que impulsarían al Estado hacia una sólida visión; sin embargo, al llegar el 2035, las amenazas no materializadas y las oportunidades no aprovechadas en el sector minero, son las que determinan su realidad. El País es administrado a través de entidades públicas que siguen sin lograr una óptima sincronización, lo que lleva a que en ocasiones las reglas de juego no sean claras y justas para todos.

Premisas modelo de continuidad

El comportamiento histórico de la oferta y la demanda del mineral incluye o muestra el efecto que las fuerzas motoras han tenido a la fecha sobre el mineral. Por ejemplo los niveles de producción históricos de un mineral acogen el efecto de las fuerzas motoras, desde la perspectiva de la fuerza de condiciones de mercado, si las condiciones del mercado han sido buenas para un mineral la producción de este históricamente captura un aumento de la producción para dicho periodo. Si adicional a las buenas condiciones de mercado, se tiene que los grupos sociales han tenido un rechazo hacia la explotación de un mineral, y este rechazo ha alcanzado el punto de cierre o parada temporal de una operación, la producción mostrará la correspondiente comportamiento de la producción de dicho mineral.

Teniendo en cuenta lo anterior, y considerando que el escenario de continuidad establece que las fuerzas y el comportamiento actual siguen la misma tendencia actual, los modelos de demanda y oferta para este escenario sólo se basan en los modelos matemáticos de proyección de series futuras.

Adicional, dependiendo de la cantidad de datos históricos que se tengan, se va a ver influenciado la precisión del modelo. Entre mayor sea el tiempo de la proyección, más datos se van a requerir para hacer la proyección, y menos preciso va a ser.

Los casos donde no se realizaron algunas proyecciones, ya sea de producción, importaciones, consumo intermedio o exportaciones es porque: 1) No existen datos: en la información del BOU las cifras son cero. 2) Los datos son marginales: cuando la magnitud de los datos no proporciona una gráfica que ofrezca información adecuada para análisis (dado que, en escala, el contraste con respecto a los otros datos disponibles los hace irrelevante).

Escenario 1. Continuidad

Modelo de proyección de oferta y demanda para Roca Fosfórica

Para la construcción del modelo para la proyección de oferta y demanda de Roca Fosfórica, se consideraron las mismas variables que corresponden al análisis de Balance Oferta / Utilización, es decir, las mismas empleadas por el DANE en el Sistema de Cuentas Nacionales, en el capítulo de Bienes y Servicios, y que están relacionadas con el entregable Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016 realizado en el marco del proyecto.

Para las realizar las proyecciones se utilizaron las fuentes de datos que se describen a continuación. Es esquema de la información que se presenta a continuación es:

[Tipo de dato]	[fuente]	(serie de tiempo)
Consumo Intermedio	DANE	(2012 - 2016)

Series de datos relativos a OFERTA

- Producción - DANE (2012 - 2016)
- Producción - UPME (1940 - 2018)
- Importaciones - DANE (2012 - 2016)
- Importaciones - UPME (1994 - 2017)
- Regalías - UPME (2012 - 2018)
- Regalías - ANM (2012 - 2018)
- Producción acero crudo Colombia - Comité Colombiano de Productores de Acero (2016 - 2018)
- Producción laminados largos Colombia - Comité Colombiano de Productores de Acero (2016 - 2018)
- Importaciones de aceros largos Colombia - Comité de Productores de Acero (2016 - 2018)
- Área potencial hierro en Colombia - SGC (2012)

Series de datos relativos a DEMANDA

- Consumo Intermedio - Dane (2012- 2016)
- Variación Existencias - Dane (2012 - 2016)
- Exportaciones - Dane (2012 - 2016)
- Valor de mercado de la agroindustria - BMI research (2017 - 2019)
- Producción Carne de Res - BMI Research (2016 - 2022)
- Consumo Carne de Res - BMI Research (2016 - 2022)
- Producción de Trigo - BMI Research (2016 - 2022)
- Consumo de Trigo - BMI Research (2013 - 2022)
- Producción de Maíz - BMI Research (2014 - 2022)
- Consumo de Maíz - BMI Research (2014 - 2022)

Escenario 1. Continuidad**Variables modelo de continuidad**

Para la construcción del modelo, se consideraron específicamente las variables que se enuncian a continuación, dado que el índice de correlación de mayor de 0,4 como valor absoluto:

Producción:	Exportaciones:	Consumo intermedio:
<ul style="list-style-type: none"> • Producción - DANE • Regalías - ANM • Oferta de roca fosfórica - CRU • Precio de roca fosfórica - CRU 	<ul style="list-style-type: none"> • Exportaciones - DANE 	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo Intermedio – DANE • Precio de roca fosfórica - CRU • Producción de Trigo – BMI

Para el modelo de producción, el índice de correlación para cada serie de datos fue el siguiente:

Producción

Producción – DANE: 1.000000 (parámetro)

Oferta de roca fosfórica – CRU: 0.847765

Regalías – ANM: 0.455257

Precio de roca fosfórica - CRU: -0.586456

Exportaciones

Exportaciones – DANE: 1.000000

Consumo intermedio

Consumo Intermedio – DANE: 1.000000

Precio de roca fosfórica – CRU: -0.535381

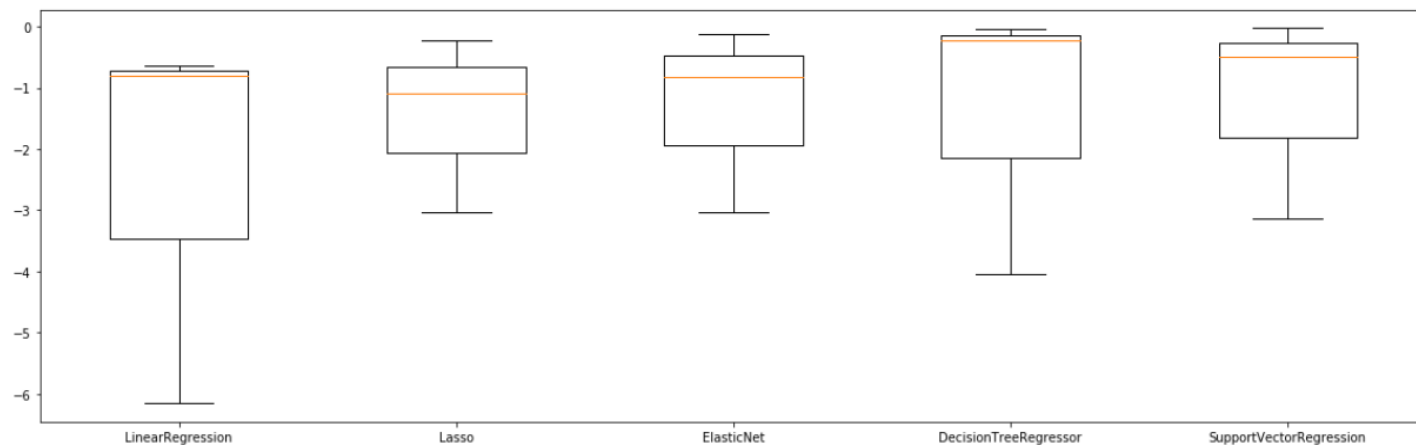
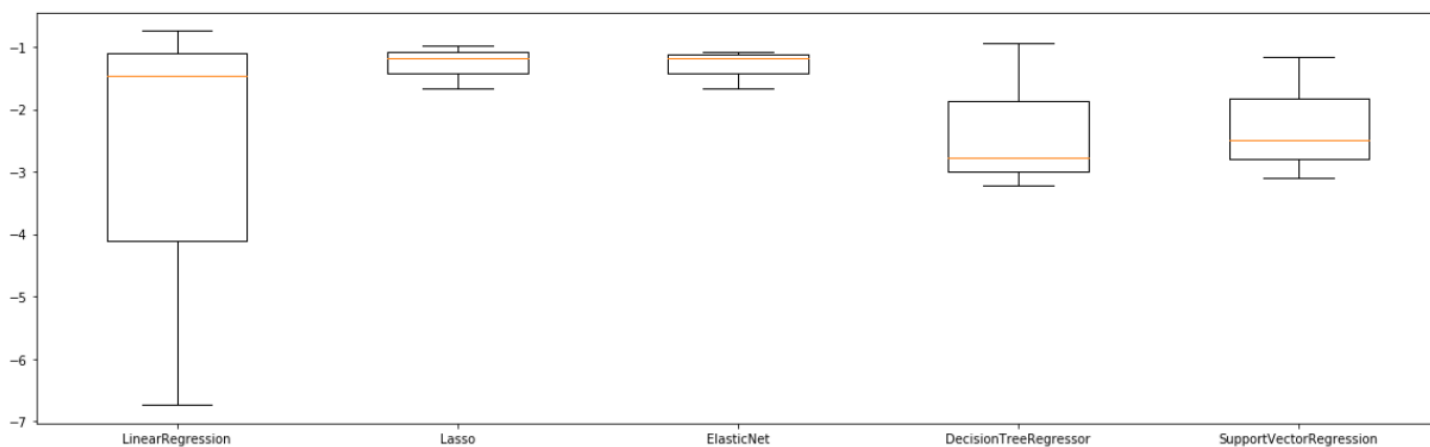
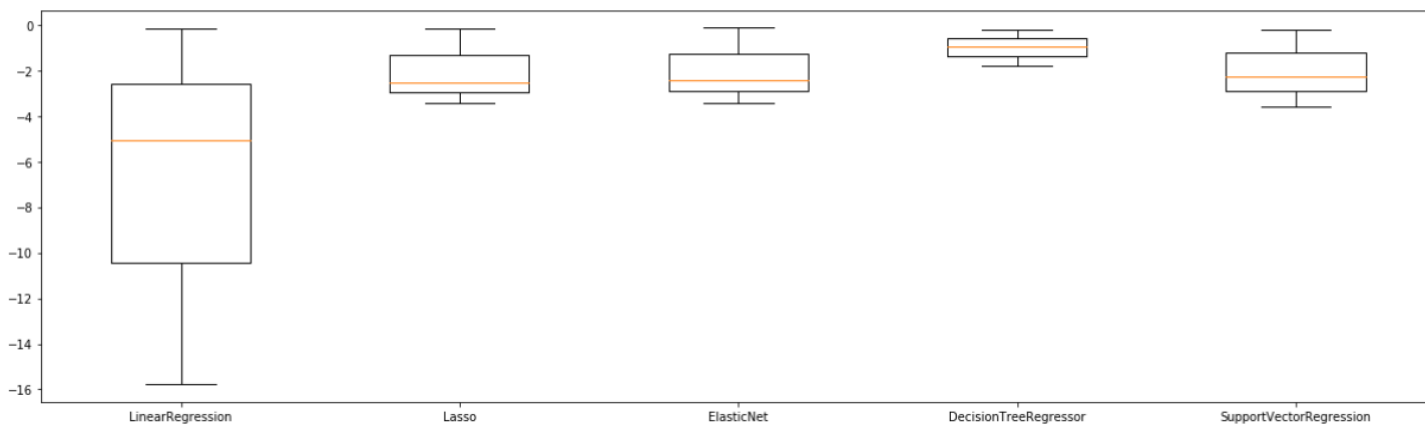
Producción de Trigo – BMI: -0.571953

Las proyecciones se realizaron a partir de 5 técnicas diferentes de machine learning con el fin de evaluar cuál de ellas se adapta mejor a los datos históricos que permiten el entrenamiento de los modelos.

Adicionalmente, se implementaron técnicas de entrenamiento cruzado de modelos para aprovechar al máximo los datos de entrenamiento (series históricas). Como resultado del entrenamiento cruzado de los modelos, se obtienen diferentes métricas del error (Ej. MSE, RMSE, R^2 , AAE) las cuales son evaluadas con el fin de seleccionar el modelo que de un mejor ajuste hacia los datos.

La siguiente gráfica muestra el MSE obtenido para los 5 modelos en el entrenamiento cruzado, en ella se puede ver que los modelos Lasso, Elastic Net y Soporte Vectorial tienen MSE similares lo cual indica que son candidatos para realizar la proyección.

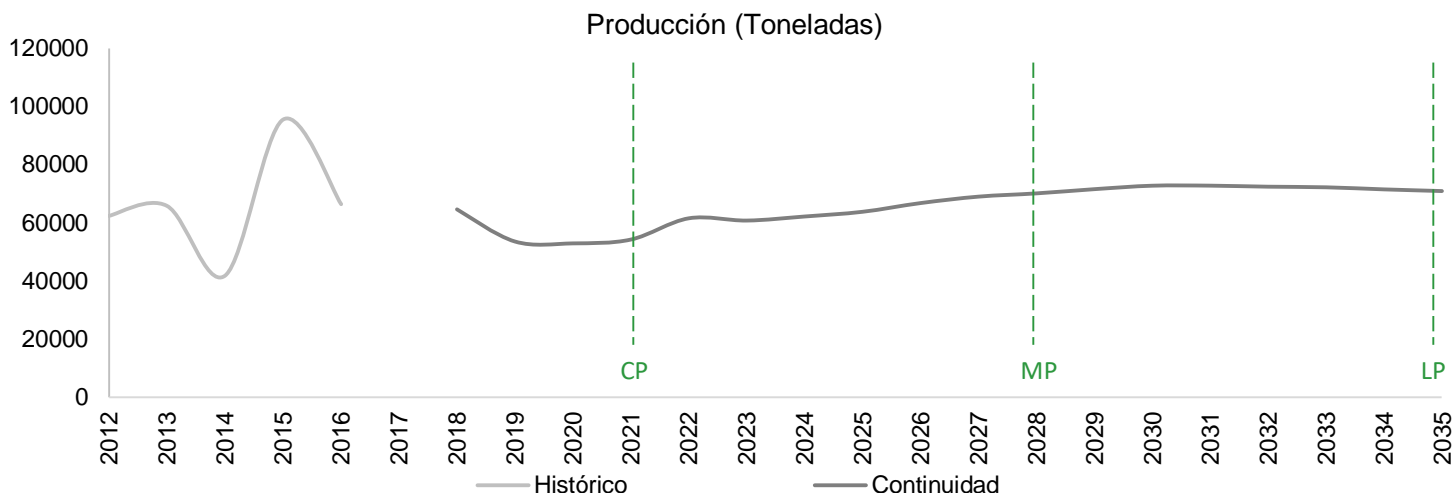
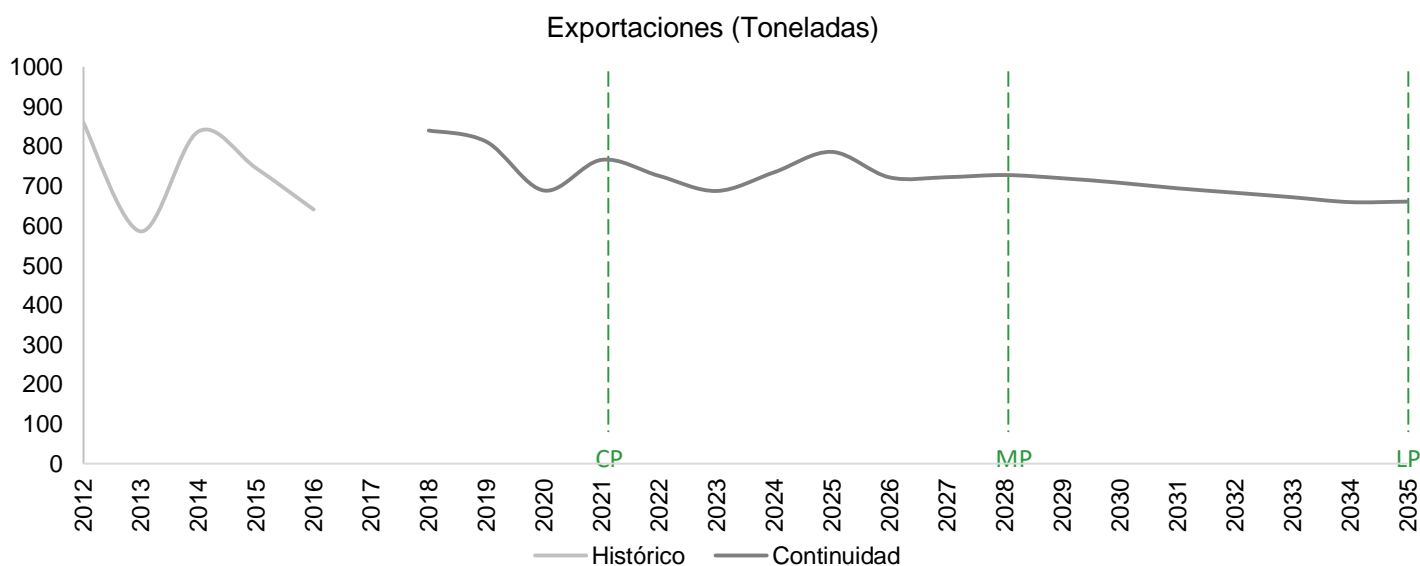
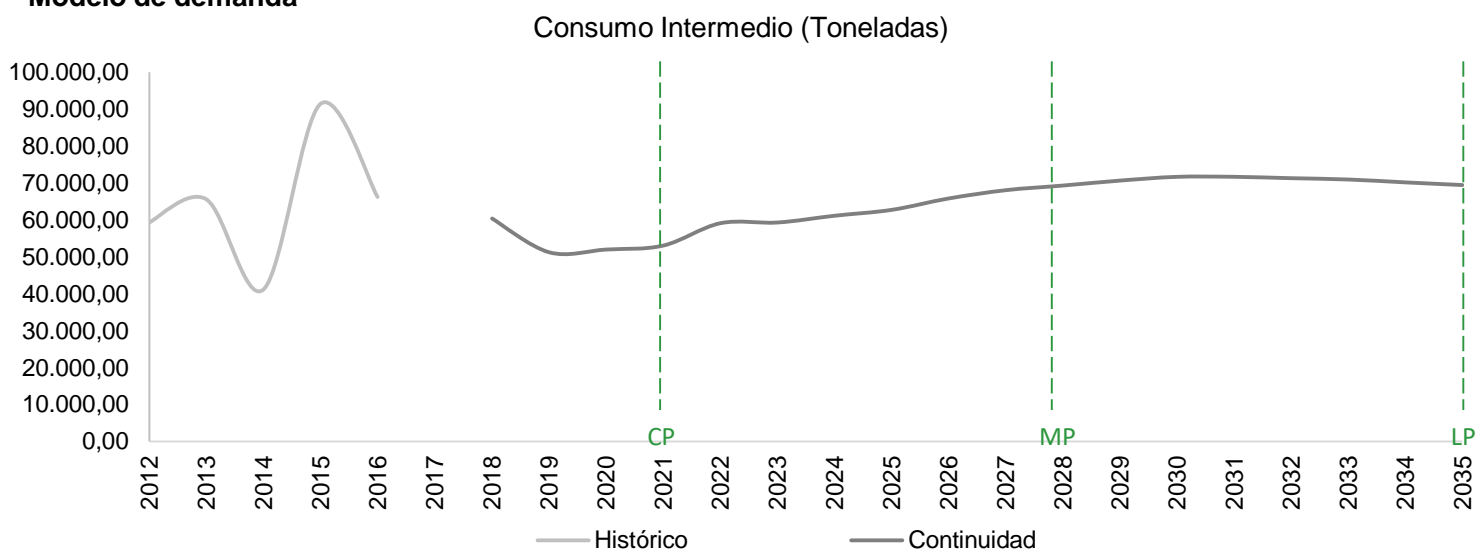
En cada uno de los gráficos se presenta una línea que indica el estado de las proyecciones a corto plazo (CP), calculado a 2021, mediano plazo (MP) calculado a 2028 y largo plazo (LP) calculado a 2035.

Escenario 1. Continuidad**Producción****Exportaciones****Consumo intermedio**

Las medidas de error se presentan en los anexos asociados al mineral (ver anexo C)

Escenario 1. Continuidad

Las curvas resultantes, de acuerdo al modelo seleccionado para cada serie, son:

Modelo de oferta**Modelo de demanda**

Escenario 1. Continuidad**Premisas para el análisis de la Roca Fosfórica:**

La producción de roca fosfórica en Colombia para 2016, según datos recopilados para el BOU fueron alrededor 66.324 toneladas al año, siendo Boyacá uno de los mayores de productores con 34.501 toneladas al año; en segundo lugar de mayor producción es el departamento de Huila con una producción de 20.615 toneladas año, y en tercer lugar, el departamento de Norte de Santander con una producción de 11.208 toneladas al año.

Las cantidades producidas de roca fosfática para la serie 2012-2016 fueron tomadas de los registros de la ANM de acuerdo a los reportes trimestrales que hacen los titulares mineros a esta entidad.

Si bien se muestra una tendencia positiva en términos de producción, y según las proyecciones de la ANM la producción de este mineral ha estado en aumento en los últimos años, se identifica que los niveles de producción han sido oscilantes, presentando el registro más bajo en el año 2014 y el más alto en el año inmediatamente posterior. Sin embargo, estos números han sido suficientes para cubrir la demanda interna para la fabricación de diferentes productos de uso industrial.

Dado que el mercado de la roca fosfórica está estrechamente relacionado con sector agrícola, se resalta que durante el 2014 el crecimiento de la agricultura colombiana fue inferior al de la economía (primer trimestre: 6,4% total vs. 6,1% del sector; segundo trimestre: 4,3% vs. 1,6%; tercer trimestre: 4,2% vs. 3,4%).

Entre enero y septiembre de 2014 la economía en general creció 5% mientras el sector agropecuario lo hizo en 3,6%. El buen comportamiento agrícola estuvo sustentado por crecimiento en la producción de café (10,5%), mientras otros cultivos crecieron 3,6% [13].

A diferencia de lo que ocurre con la oferta, la utilización de la roca fosfórica ha tenido un patrón de crecimiento, salvo en los años 2014 (el año más bajo en términos de utilización) y el año 2016. El año 2015 fue el de mejor comportamiento mostrando un aumento superior al 129% respecto al año inmediatamente anterior.

De este modo, 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 asociar un patrón de comportamiento en la utilización del mineral.

Las cantidades consumidas de roca fosfática por la industria de abonos y fertilizantes, fueron proyectadas de acuerdo a las cantidades producidas de abonos fosfatados. Según indica el DANE, el análisis del consumo intermedio se hizo a partir de la información de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) mediante un inventario demográfico de las unidades productivas que consumieron este mineral durante la serie.

Se evidencia que las empresas Fosfonorte (Norte de Santander) y Empresa de Fosfatos del Huila (Huila), que presentan integración vertical entre las actividades mineras e industriales, no se capturaron en la Encuesta Anual manufacturera EAM durante la serie en estudio. Estas dos empresas junto con la Empresa de Fosfatos de Boyacá representan más del 95% de la producción y consumo nacional.

Estas tres empresas cuentan con títulos mineros de extracción de roca fosfórica y producción industrial de abonos y fertilizantes fosfatados.

Según información de la UPME, la demanda del mineral se concentra en el departamento de Antioquia con un 30%, luego la ciudad de Bogotá D.C con un 28%, luego están Valle 15%, Atlántico 10% Santander 4%, Meta y Boyacá con 1% [1].

Como se observó en las gráficas anteriores, a corto plazo (CP), mediano plazo (MP) y largo plazo (LP) las proyecciones de producción, consumo intermedio y exportaciones presentan un comportamiento más o menos estable; la producción tiene una discreta inclinación positiva, mientras que el consumo intermedio y las exportaciones la tienen negativa (de acuerdo a las proyecciones de datos históricos).

[1] UPME (2016). Caracterización del mercado interno de minerales de uso industrial que permita identificar los encadenamientos productivos, comerciales y las características de uso de los mismos.

Escenario 2. Coexistencia

Colombia 2035: Coexistencia

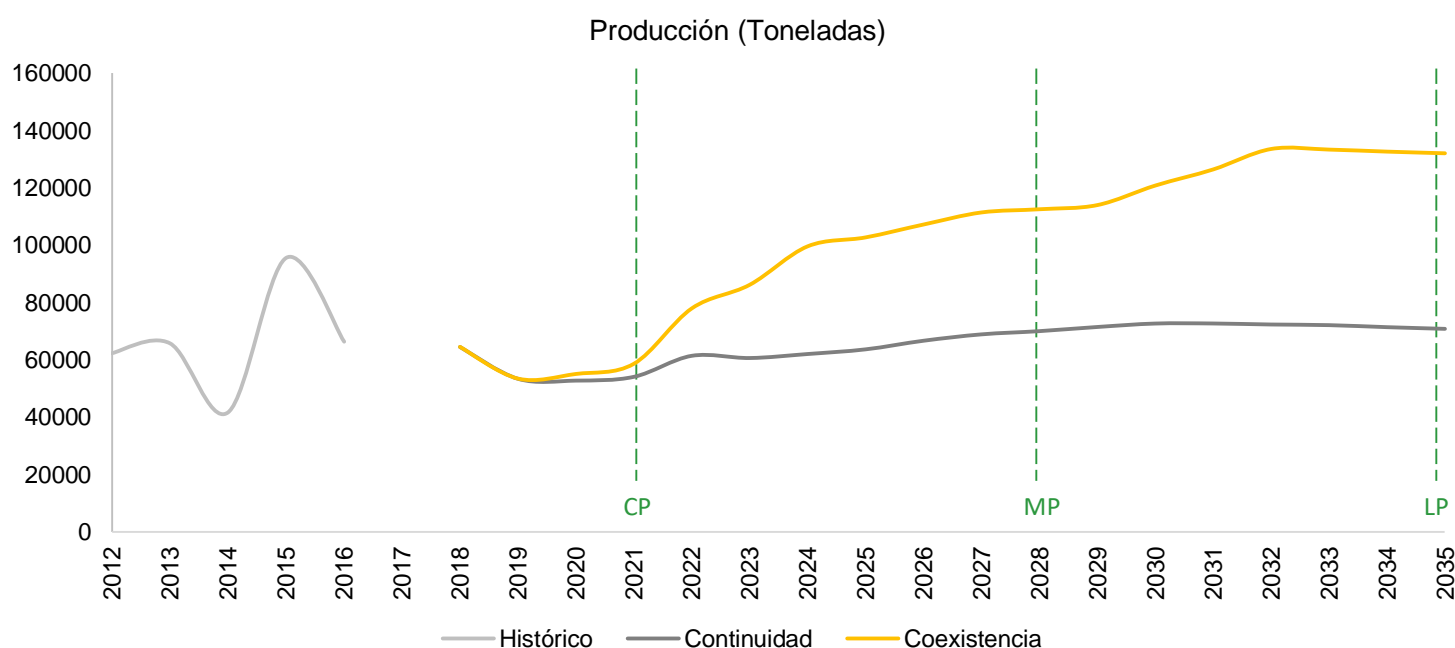
“La mejor forma de predecir el futuro es crearlo”

Peter Drucker

Febrero, 2035

Colombia comprende que la riqueza está en aquello que nos complementa y que la minería responsable con el medio ambiente, las comunidades y con otras actividades que utilicen el suelo, es un instrumento de prosperidad. El equilibrio entre el impulso Estatal, una comunidad constructiva, activa y participante, y una minería apalancada en el conocimiento de su potencial, le permitieron a Colombia avanzar en espirales ascendentes de creación de valor compartido.

Modelo de oferta



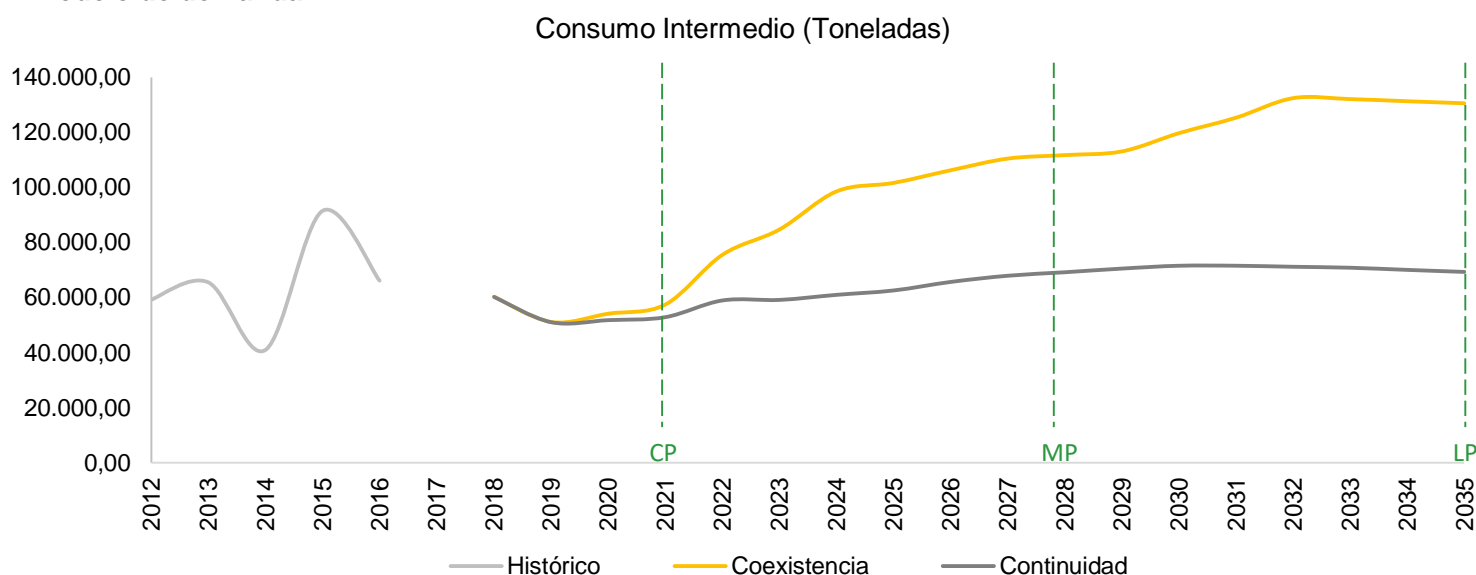
Los factores que influyen en el comportamiento del mineral en el escenario de coexistencia pueden ser:

- Entrada de nuevos productores:
Según el estado de los títulos mineros reportados por EITI, en el país existen 19 proyectos mineros asociados al mineral que actualmente se encuentran en etapa de construcción y montaje, y cuya activación en una etapa productiva de explotación se calcula entre los años de 2022 a 2024. Si bien se conoce la ubicación de los proyectos (74% en Boyacá y 26% en Norte de Santander).
- Margen de aumento potencial en la producción:
Tomando como punto de referencia la información histórica en la producción, y las perspectivas indicadas en el punto anterior, la producción de Roca Fosfórica podría aumentar 28 mil toneladas (aprox.) en los años de proyección indicados. No existe un factor de probabilidad verificable asociado a este supuesto, dado que no se cuenta con información de reservas comprobadas.

A corto plazo (CP) no se perciben grandes variaciones; sin embargo, en 2022 empieza un ascenso que alcanza su meseta a mediano plazo (MP), y que continúa una pendiente positiva a 2033, la cual se mantiene hasta el largo plazo (LP).

Escenario 2. Coexistencia

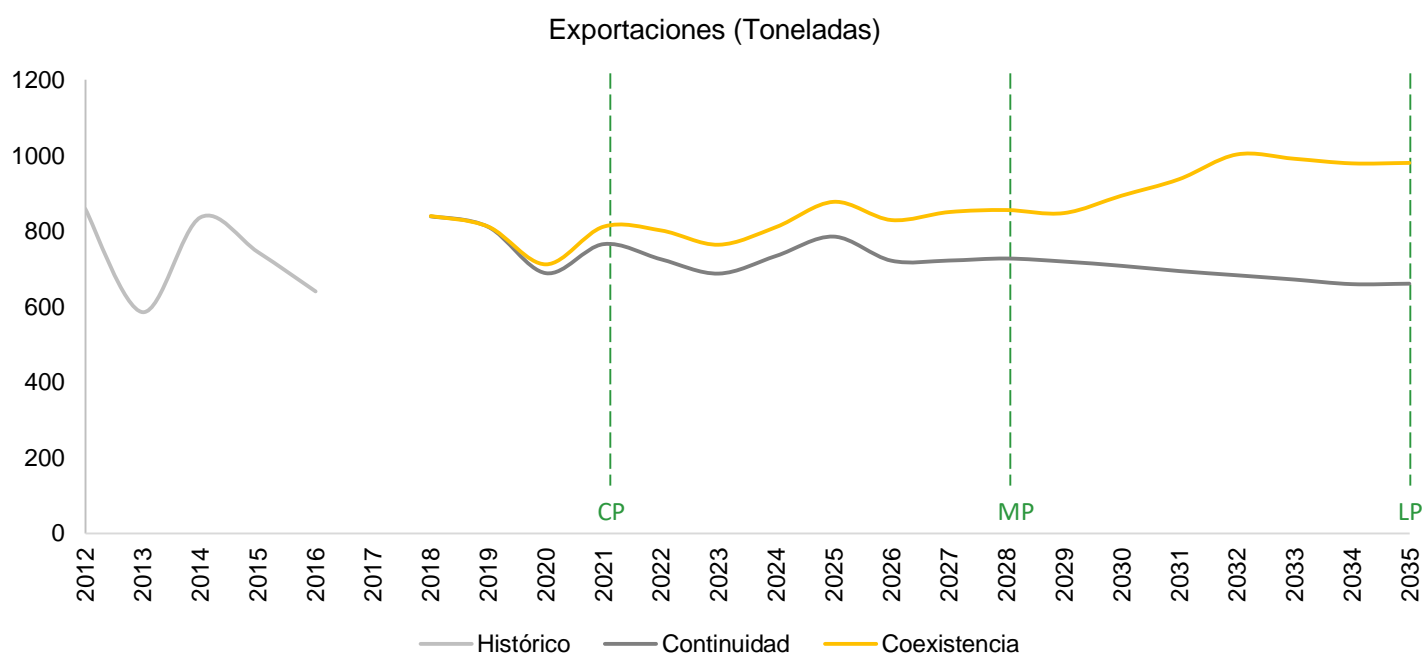
Modelo de demanda



Los factores que influyen en el comportamiento del mineral en el escenario de coexistencia pueden ser:

- Objetivos de Desarrollo Sostenible:
El ODS denominado Hambre Cero, plantea que para el año 2030 se doblar la capacidad de producción agropecuaria en el País, indicador que puede potencialmente afectar el consumo de Roca Fosfórica, dada la aplicación del mismo en el sector de referencia.
- Proyecciones de la FAO:
Asociado al punto anterior, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, pronostican que a 2050 Colombia debe aumentar sus producciones de arroz y trigo, lo cual también puede afectar de forma positiva el consumo intermedio del mineral.

Aumento en la producción de materia prima para biocombustibles (caña de azúcar, remolacha)



Escenario 2. Coexistencia

Impacto de las fuerzas para el escenario



Posición estatal ante
recursos mineros y
ambientales
(Un Estado activo)



La roca fosfórica es un mineral estratégico para el País, de acuerdo al Plan de Desarrollo Minero a 2025.

Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- Promoción del sector.
- Otorgamiento de licencias ambientales y de nuevos títulos.
- Incentivos para la competitividad.
- Incentivo a producción agrícola en nuevas áreas de la Orinoquia



Gobernanza y
Gobernabilidad
(Un Estado confiable)



Política Minera de Colombia 2016 "... en lo que hace referencia a los fosfatos, se deberán definir acciones para lograr que el país tenga una mayor participación en la producción de fertilizantes, lo que implicaría más demanda de estos minerales a nivel nacional" lo que anticipa un impulso al desarrollo del sector.

Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- Promoción del sector.
- Otorgamiento de licencias ambientales y de nuevos títulos.



Dotación minera y su
conocimiento
(Un conocimiento de todos)

NA

En 2012, el Gobierno a través del Servicio Geológico Colombiano clasificó unas 20 millones de hectáreas como 'Reserva Estratégica', de las cuales algunas podrían tener potencial del mineral. Según El Plan de Desarrollo Minero Colombia no ha hecho ninguna actualización de esta información.

Escenario 2. Coexistencia



Grupos sociales
(Un ciudadano
que exige)

NA

La producción y el uso de la roca fosfórica como fertilizante en Colombia empezaron en la década de 1970. El sector agrícola en el País se ubica cerca de los ríos principales, condición que comparten con los principales depósitos de roca fosfórica. Sin embargo, a la fecha no tiene registro de reclamos sociales relacionados con la explotación de este mineral. La relación de roca fosfórica cercana a ríos es cierta en muy pocos casos y dicha relación no genera problemas sociales. Los reclamos sociales asociados a esta minería no están documentados en ningún caso.



Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y
competidores)



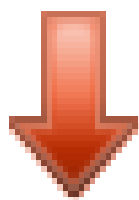
El consumo del mineral generalmente se da donde se produce, con lo cual los productores integrados verticalmente aprovechan la ventaja de menores costos operativos. Las barreras de entrada para este negocio son mínimas, dado que los costos de capital requeridos son relativamente bajos, comparados con el sector minero general.

Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- Entrada de nuevos productores
- Aumento potencial en la producción



Asuntos
ambientales
(Un bien común)



Se refiere a la posición que adoptan y acciones para el cuidado y protección del medio ambiente. Desde la ciudadanía, se pueden observar iniciativas que reflejan cambios en los hábitos de consumo, y que impactarán de manera directa o indirecta el mercado de algunos minerales; En el caso de la Roca Fosfórica, la comunidad puede propender por agricultura vertical u orgánica a pequeña escala, que desestime el consumo de fertilizantes.

Escenario 3. Divergencia

Colombia 2035: Divergencia

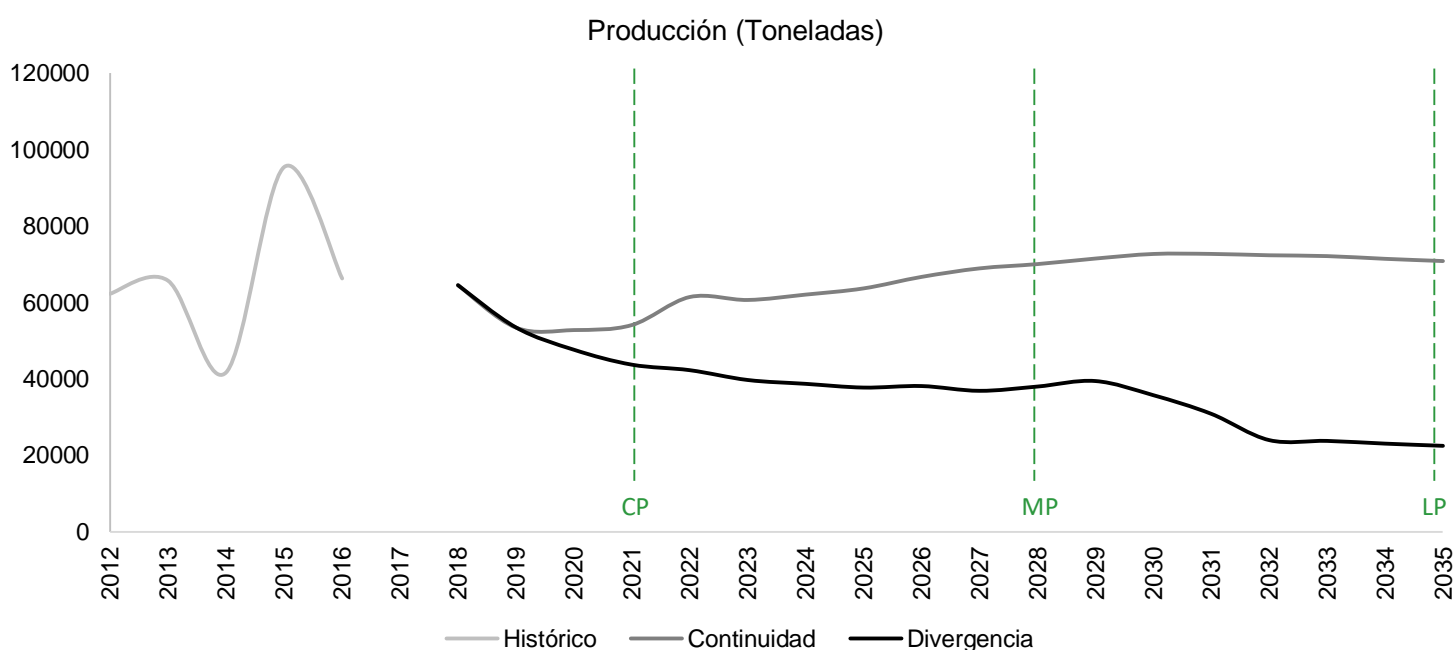
Febrero, 2035

“Si el ritmo de cambio de afuera excede el ritmo de cambio al interior, el fin esta cerca ”

Jack Welch

La perspectiva de futuro donde la actividad minería era boyante y aportaba los recursos necesarios para apalancar el progreso del País, se disolvió entre actores de integridad cuestionable y el aire insalubre que ahoga al mundo. Fracasaron los esfuerzos en pro del desarrollo sostenible y se materializa la distopía. Algunos piensan que perdieron los mineros, pero la verdad es que todos perdimos un poco... o todo.

Modelo de oferta



Los factores que influyen en el comportamiento del mineral en el escenario de coexistencia pueden ser:

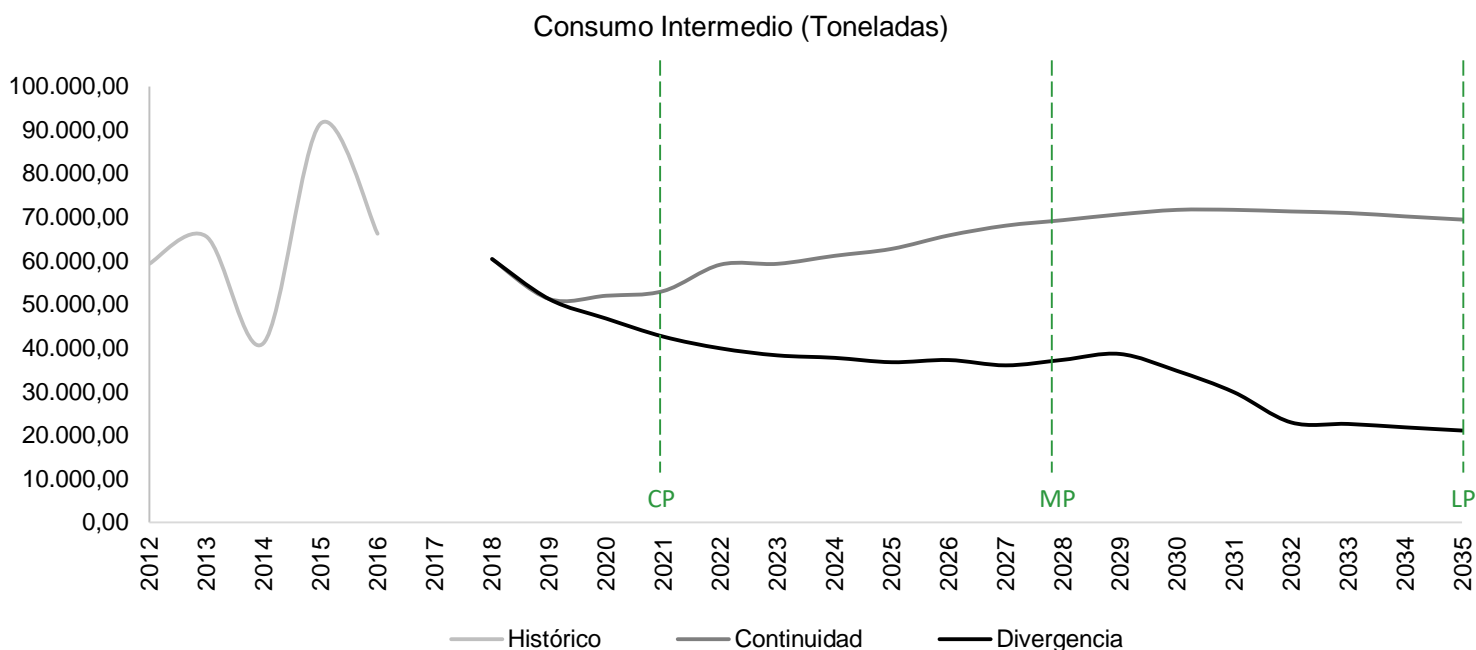
- No renovación de títulos mineros: Tomando como base de análisis la información de los títulos mineros, entre el años 2020 y 2030 se terminarán la vigencia de 5 proyectos asociados a la explotación de Roca Fosfórica. De no producirse la renovación de dichos títulos, se vería afectada la capacidad de producción en el País; los títulos en mención se encuentran en los departamentos de Boyacá, Huila y Norte de Santander.

- Disminución en capacidad de producción: Tomando como punto de referencia la información y las perspectivas indicadas en el punto anterior, la producción de Roca Fosfórica podría disminuir en 12400 toneladas, donde aproximadamente el 50% de dicha disminución se produciría en 2024 y la diferencia en 2030.

Entre el corto plazo (CP) y mediano plazo (MP), se presenta una disminución constante que se intensifica de forma pronunciada hasta el largo plazo (LP).

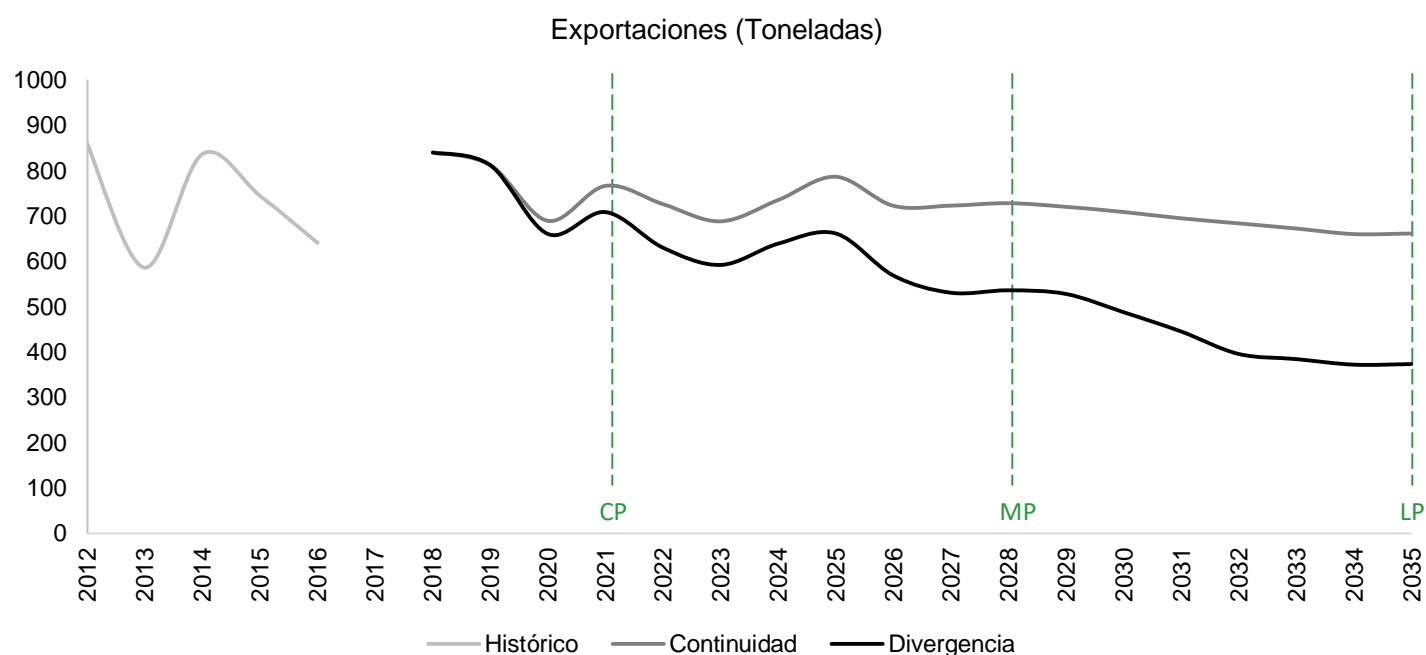
Escenario 2. Divergencia

Modelo de demanda



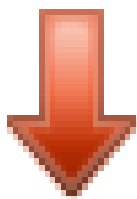
Los factores que influyen en el comportamiento del mineral en el escenario de coexistencia pueden ser:

- Proyecciones de la FAO:
Si bien la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura pronostica que a 2050 Colombia debe aumentar sus producciones de arroz y trigo, en el mismo informe se destaca que se deben propender por formas de agricultura sostenible, las cuales promueven prácticas que privilegian práctica como el reciclaje de los minerales de fosfato por encima de producción adicional de roca fosfórica.



Escenario 2. Divergencia**Impacto de las fuerzas para el escenario**

Posición estatal ante
recursos mineros y
ambientales
(Un Estado activo)



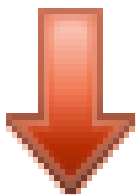
La roca fosfórica es un mineral estratégico para el País, de acuerdo al Plan de Desarrollo Minero a 2025. Sin embargo, dados los altos requerimientos de agua que se requieren para su producción, el Gobierno puede adquirir una postura que privilegie una visión ambiental y desestimular su producción.

Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- No renovación de títulos mineros
- Disminución de la capacidad de producción.



Gobernanza y
Gobernabilidad
(Un Estado confiable)



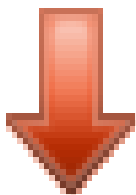
La Política Minera de Colombia indica que se deberán definir acciones para lograr que el país tenga una mayor participación en la producción de fertilizantes, lo que implicaría más demanda de estos minerales a nivel nacional, sin embargo (como en el punto anterior) puede darse una orientación diferente de la postura del Estado, y con esta, la actuación de la Institucionalidad:

Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- No renovación de títulos mineros
- Disminución de la capacidad de producción.



Dotación minera y su
conocimiento
(Un conocimiento de todos)



De acuerdo a la Caracterización del mercado para minerales estratégicos, la información disponible sobre el potencial geológico del mineral data de la década de los 80. Según El Plan de Desarrollo Minero, Colombia no ha hecho ninguna actualización de esta información.

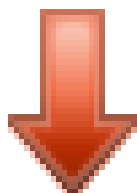
Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- No renovación de títulos mineros
- Disminución de la capacidad de producción.

Escenario 2. Divergencia



Grupos sociales
(Un ciudadano
que exige)



Dentro del beneficio 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, lo que puede generar algún tipo de rencillas con las comunidades.

Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- Proyecciones FAO (agricultura sostenible)



Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y
competidores)



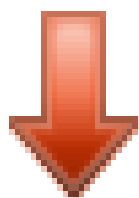
Se reconoce una sobrecapacidad en el mercado, lo que implica un riesgo a los jugadores actuales y a los nuevos entrantes. Además, existe una importante cantidad de proyectos de producción que mantendrán los niveles de capacidad sobre los de demanda. Lo anterior podría sugerir que se dará una baja de precios de la roca fosfórica.

Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- Disminución de la capacidad de producción



Asuntos
ambientales
(Un bien común)



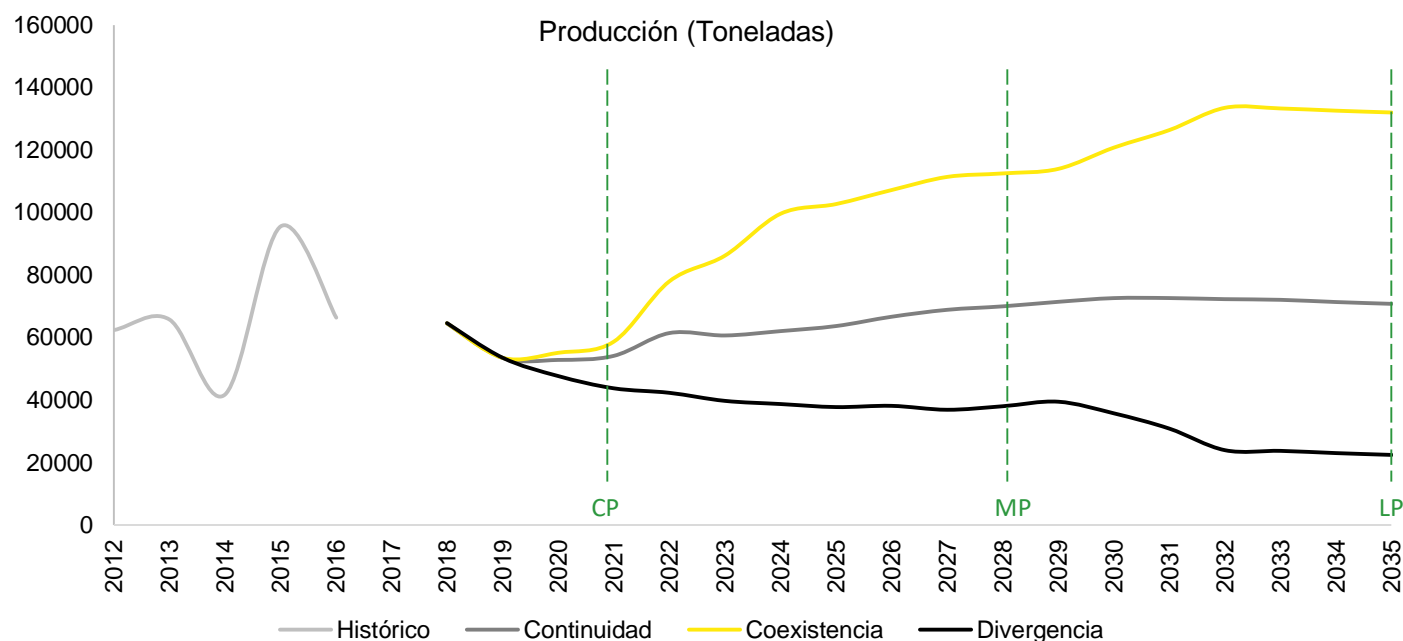
Los productos del mineral obtienen mediante la combinación de la roca fosfórica enriquecida con ácido sulfúrico. Este proceso también genera como resultado el subproducto dado por el yeso (sulfato de calcio). En algunas regiones, el subproducto yeso es una fuente de preocupaciones a nivel medioambiental, ya que puede contener impurezas no deseadas.

Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- No renovación de títulos mineros
- Disminución de la capacidad de producción.

Síntesis

Modelo de oferta



Cifras proyección de la producción (cifras en toneladas) – Tabla 1/2

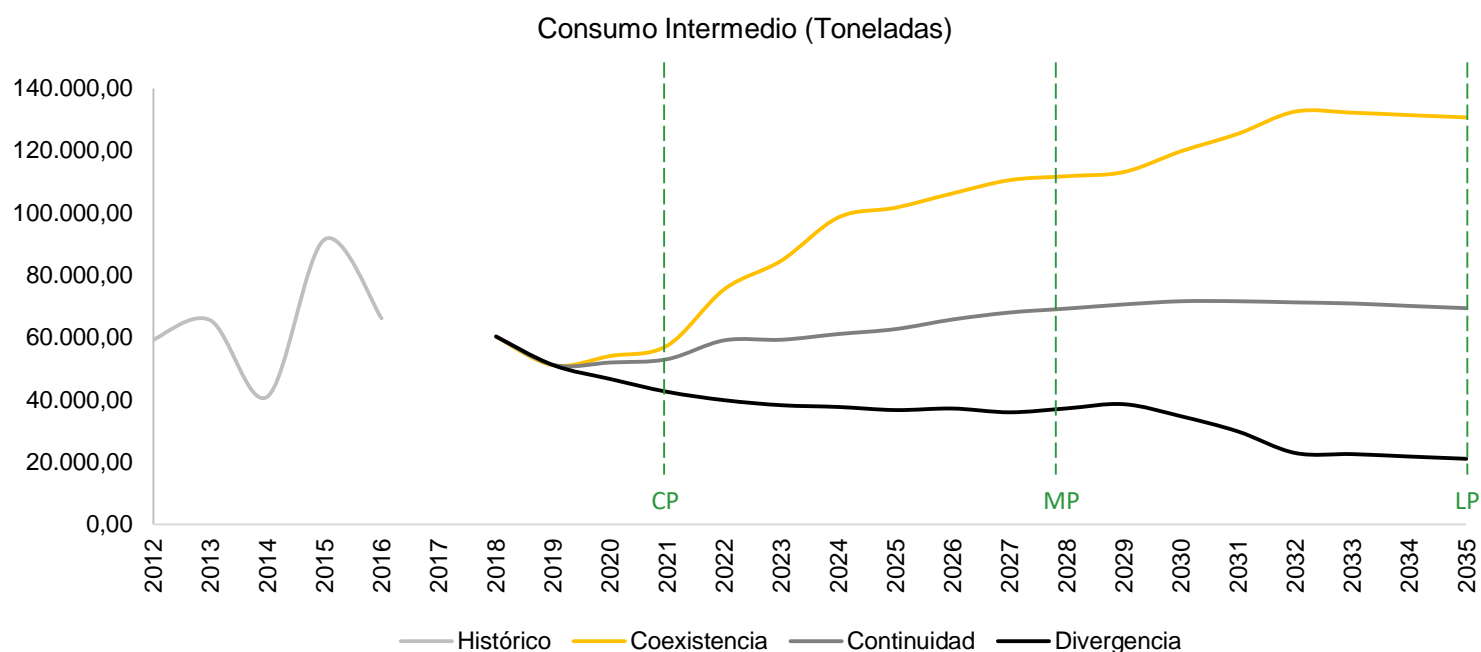
Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	53501	55110	58657	77951	86183	99575	102691	107176
Continuidad	53501	52866	54171	61473	60705	62097	63718	66708
Divergencia	53501	47655	43748	42303	39735	38727	37751	38145

Cifras proyección de la producción (cifras en toneladas) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	111385	112502	113948	120752	126374	133499	133284	132575	131995
Continuidad	68923	70040	71486	72681	72695	72342	72128	71419	70838
Divergencia	36899	38016	39462	35761	30878	23996	23781	23073	22492

Síntesis

Modelo de demanda



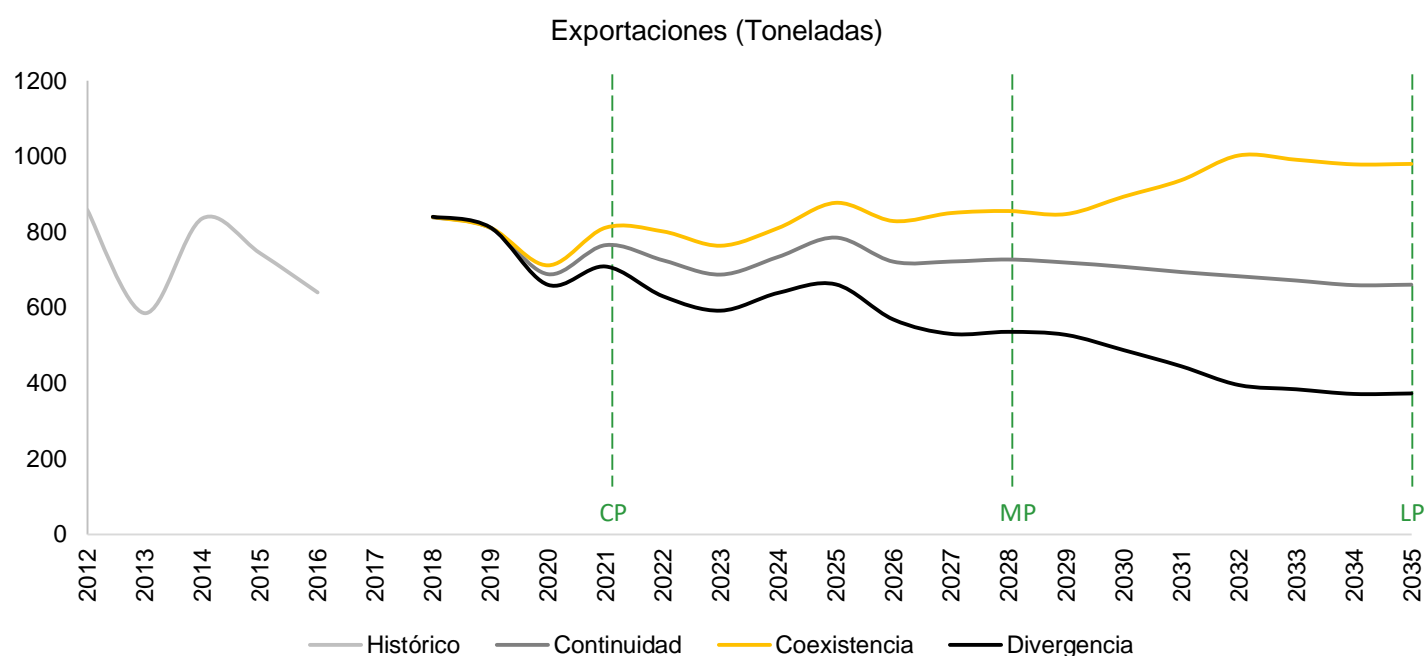
Cifras proyección de consumo intermedio (cifras en toneladas) – Tabla 1/2

Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	51180	54176	57499	75559	84748	98585	101677	106264
Continuidad	51180	51933	53012	59081	59270	61108	62704	65796
Divergencia	51180	46722	42590	39911	38300	37737	36737	37233

Cifras proyección de consumo intermedio (cifras en toneladas) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	110506	111769	113111	119744	125356	132459	132106	131324	130595
Continuidad	68043	69306	70649	71673	71677	71303	70949	70168	69438
Divergencia	36020	37282	38625	34753	29859	22956	22603	21822	21092

Síntesis



Cifras proyección de exportaciones (cifras en toneladas) – Tabla 1/2

Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	812	712	812	802	764	811	878	829
Continuidad	812	689	766	726	688	735	786	722
Divergencia	812	660	708	630	592	639	661	568

Cifras proyección de exportaciones (cifras en toneladas) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	850	856	848	894	938	1003	992	980	981
Continuidad	722	728	720	708	695	683	672	660	661
Divergencia	530	536	528	488	445	395	384	372	373

Hierro



Escenario 1. Continuidad**Colombia 2035: Continuidad**

Febrero, 2035

“Solamente aquel que construye el futuro tiene derecho a juzgar el pasado.”

Friedrich Nietzsche

Las expectativas prometían cambios radicales que impulsarían al Estado hacia una sólida visión; sin embargo, al llegar el 2035, las amenazas no materializadas y las oportunidades no aprovechadas en el sector minero, son las que determinan su realidad. El País es administrado a través de entidades públicas que siguen sin lograr una óptima sincronización, lo que lleva a que en ocasiones las reglas de juego no sean claras y justas para todos.

Premisas modelo de continuidad

El comportamiento histórico de la oferta y la demanda del mineral incluye o muestra el efecto que el estado de las fuerzas motoras han tenido a la fecha sobre el mineral. Por ejemplo los niveles de producción históricos de un mineral acogen el efecto de las fuerzas motoras, si los grupos sociales han tenido un impacto negativo, para un mineral en particular, que ha ocasionado una parada en la producción, este efecto estará representado en la serie histórica como una disminución en la producción en el periodo asociado a dicho evento.

Teniendo en cuenta lo anterior, y considerando que el escenario de continuidad establece que las fuerzas y el comportamiento actual siguen la misma tendencia actual, los modelos de demanda y oferta para este escenario sólo se basan en los modelos matemáticos de proyección de series futuras.

Dichos modelos matemáticos se basan solamente en la información histórica disponible para cada mineral, razón por la cual la proyección va a seguir un comportamiento parecido a la series históricas utilizadas. Lo anterior significa que si en la serie histórica se tienen pendientes positivas fuertes seguidas de pendientes negativas, la proyección también las va a tener. Así mismo, si la información histórica en su mayoría se mantiene en un rango de valores determinado, el modelo va a tender a estar alrededor de ese rango de valores.

Adicional, dependiendo de la cantidad de datos históricos que se tengan, se va a ver influenciado la precisión del modelo. Entre mayor sea el tiempo de la proyección, más datos se van a requerir para hacer la proyección, y menos preciso va a ser.

Los casos donde no se realizaron algunas proyecciones, ya sea de producción, importaciones, consumo intermedio o exportaciones es porque: 1) No existen datos: en la información del BOU las cifras son cero. 2) Los datos son marginales: cuando la magnitud de los datos no proporciona una gráfica que ofrezca información adecuada para análisis (dado que, en escala, el contraste con respecto a los otros datos disponibles los hace irrelevante).

Escenario 1. Continuidad**Modelo de proyección de oferta y demanda para Hierro**

Para la construcción del modelo para la proyección de oferta y demanda del Hierro, se consideraron las mismas variables que corresponden al análisis de Balance Oferta / Utilización, es decir, las mismas empleadas por el DANE en el Sistema de Cuentas Nacionales, en el capítulo de Bienes y Servicios, y que están relacionadas con el entregable Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016 realizado en el marco del proyecto.

Para realizar las proyecciones se utilizaron las fuentes de datos que se describen a continuación, con las respectivas series de datos que se indican al lado de cada una, tanto para oferta como para demanda. El esquema de la información que se presenta a continuación es:

[Tipo de dato]	[fuente]	(serie de tiempo)
Consumo Intermedio	DANE	(2012 - 2016)

Series de datos relativos a OFERTA

- Producción – Dane (2012 - 2016)
- Producción – UPME (1970 - 2018)
- Importaciones – DANE (2012 - 2016)
- Importaciones – UPME (1994 - 2017)
- Regalías – UPME (2012 - 2018)
- Producción acero crudo Colombia - Comité Colombiano de Productores de Acero (2016 - 2018)
- Producción laminados largos Colombia - Comité Colombiano de Productores de Acero (2016 - 2018)
- Importaciones de aceros largos Colombia - Comité de Productores de Acero (2016 - 2018)
- Precio Hierro - Index Mundi (2003 - 2017)
- Producción mundial de hierro proyectada - FitchSolutions research (2013 - 20127)
- Precio del mineral de hierro – FitchSolutions (2008 - 2022)
- Producción de acero en China – FitchSolutions (2018 - 2027)
- Costos de capital de un proyecto de hierro a nivel mundial (Capex) – CRU (2017)
- Costos de capital de un proyecto de hierro a nivel América Latina (Capex) – CRU (2017)
- Proyección oferta de hierro a nivel mundial – CRU (2008 - 2035)
- Área potencial hierro en Colombia - Servicio Geológico Colombiano (2012)
- Producción de acero crudo Colombia - BMI Research (2005 - 2027)
- Producción de acero laminado en rollos Colombia (Hot rolled) - BMI Research (2005 - 2015)
- Producción de barras de acero laminado (Hot rolled bar) - BMI Research (2005 - 2015)
- Producción de aceros laminados largos (Hot rolled longs) - BMI Research (2005 - 2015)
- Producción de acero laminado con acabados (Hot rolled flats) - BMI Research (2005 - 2015)
- Precio Hierro - CRU (China Spot, Real) (2008 - 2035)
- Precio Hierro - CRU (China Spot, Nominal) (2008 - 2035)
- Precio Hierro – Metalary (1980 - 2018)
- Precio Hierro (ajustado por inflación) – Metalary (1980 - 2018)

Escenario 1. Continuidad**Modelo de proyección de oferta y demanda para Hierro****Series de datos relativos a DEMANDA**

- Consumo intermedio – Dane (2012 - 2016)
- Variación Existencias – Dane (2012 - 2016)
- Exportaciones – Dane (2012 - 2016)
- Exportaciones – UPME (2010 - 2017)
- Índice Inversión en obras civiles - Dane (Promedio anual) (2008 - 2017)
- PIB Construcción - Dane (Miles de millones de pesos) (2008 - 2017)
- PIB Construcción de carreteras y vías de ferrocarril, de proyectos de servicio público y de otras obras de ingeniería civil - Dane (Miles de millones de pesos) (2008 - 2017)
- PIB Construcción de edificaciones residenciales y no residenciales - Dane (Miles de millones de pesos) (2008 - 2017)
- Precio Hierro - Index Mundi (Dólares por tonelada) (2008 - 2017)
- Producción mundial de acero - FitchSolutions (millones de toneladas) (2013 - 2022)
- Precio del mineral de hierro - FitchSolutions (Dólar por tonelada) (2013 - 2022)
- Demanda mineral de hierro global - CRU (millones de toneladas) (2018 - 2035)
- Demanda mineral de hierro China - CRU (millones de toneladas) (2018 - 2035)
- Consumo de acero crudo Colombia - BMI Research (2008 - 2027)
- Consumo de acero acabado Colombia - BMI Research (2008 - 2027)

Escenario 1. Continuidad**Variables modelo de continuidad**

Para la construcción del modelo, se consideraron específicamente las variables que se enuncian a continuación, dado que el índice de correlación de mayor de 0,4 como valor absoluto:

Producción: <ul style="list-style-type: none"> • Producción DANE • Precio Hierro - Index Mundi • Producción de acero crudo Colombia - BMI Research • Precio Hierro - CRU (China Spot, Real) • Precio Hierro (ajustado por inflación) - Metalary 	Consumo intermedio: <ul style="list-style-type: none"> • Consumo intermedio DANE • Índice Inversión en obras civiles - DANE (Promedio anual) • PIB Construcción - DANE (Miles de millones de pesos) • Consumo de acero crudo Colombia - BMI Research • Precio Hierro - CRU (China Spot, Nominal) • Precio Hierro (ajustado por inflación) – Metalary
---	---

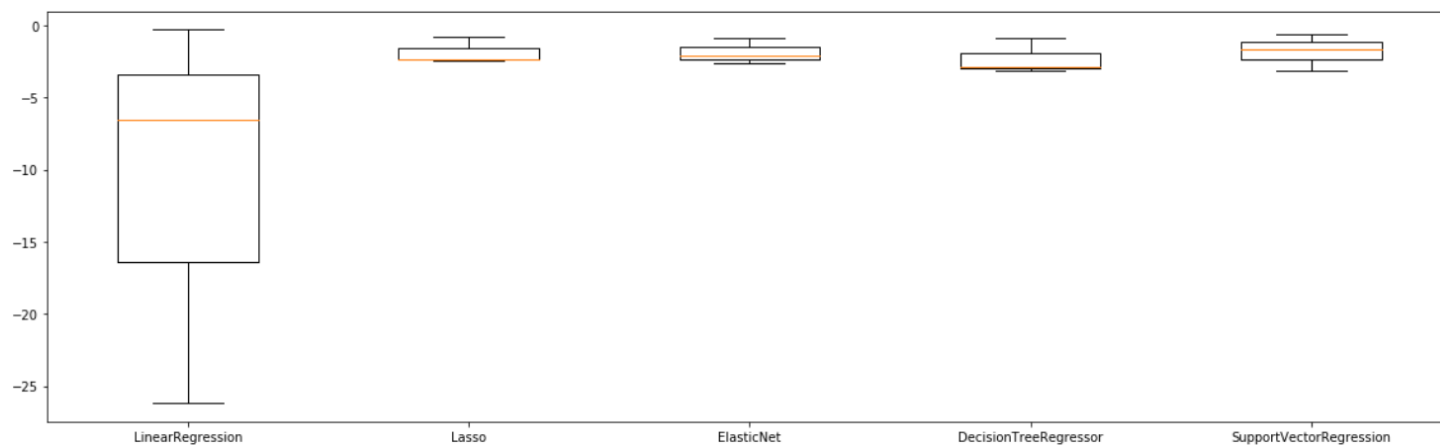
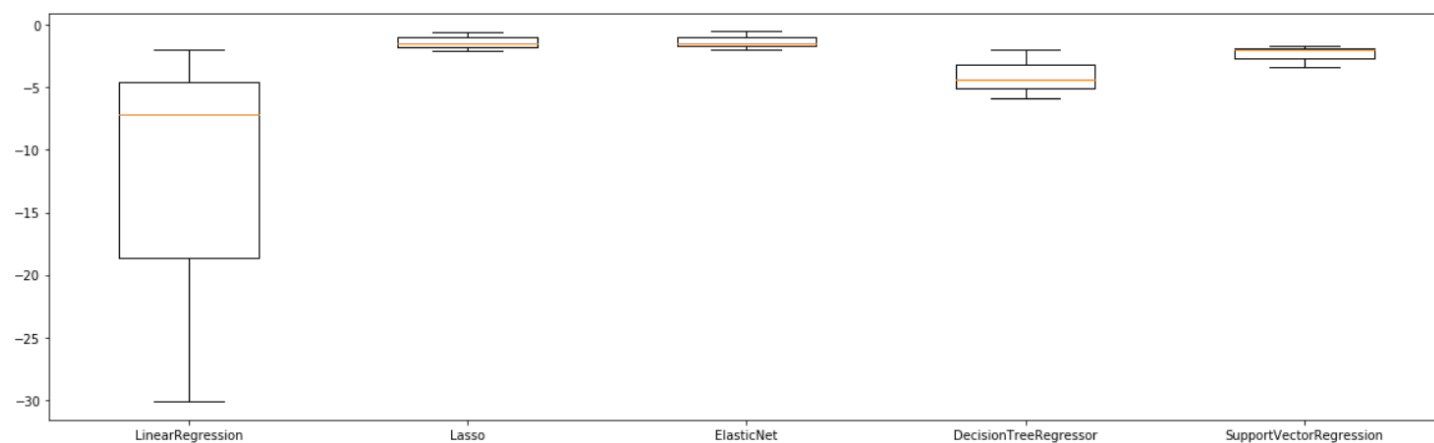
Los modelos requieren de su misma serie para “aprender” su comportamiento histórico y su relación con las otras variables utilizadas. Por lo anterior es que para el modelo de oferta (producción, importaciones) una de las variables utilizadas es la serie histórica de producción/importaciones y para el modelo de demanda (consumo intermedio) una de las variables utilizadas es la serie de consumo intermedio.

En los modelos de oferta y/o demanda también se incluyeron variables como: el PIB de minas y canteras, que es una representación de los esfuerzos por mejorar el sector, ya sea que estos esfuerzos provengan desde el gobierno, desde la inversión privada en el sector de minas o dado por el comportamiento del mercado de la canasta de minerales con la que cuenta el país. De igual forma, se incluyeron las variables de asociadas con el mercado del mineral.

Selección del modelo utilizado

Las proyecciones se realizaron a partir de 5 técnicas diferentes de machine learning con el fin de evaluar cuál de ellas se adapta mejor a los datos históricos que permiten el entrenamiento de los modelos. Adicionalmente, se implementaron técnicas de entrenamiento cruzado de modelos para aprovechar al máximo los datos de entrenamiento (series históricas). Como resultado del entrenamiento cruzado de los modelos, se obtienen diferentes métricas del error (Ej. MSE, RMSE, R^2 , AAE) las cuales son evaluadas con el fin de seleccionar el modelo que de un mejor ajuste hacia los datos.

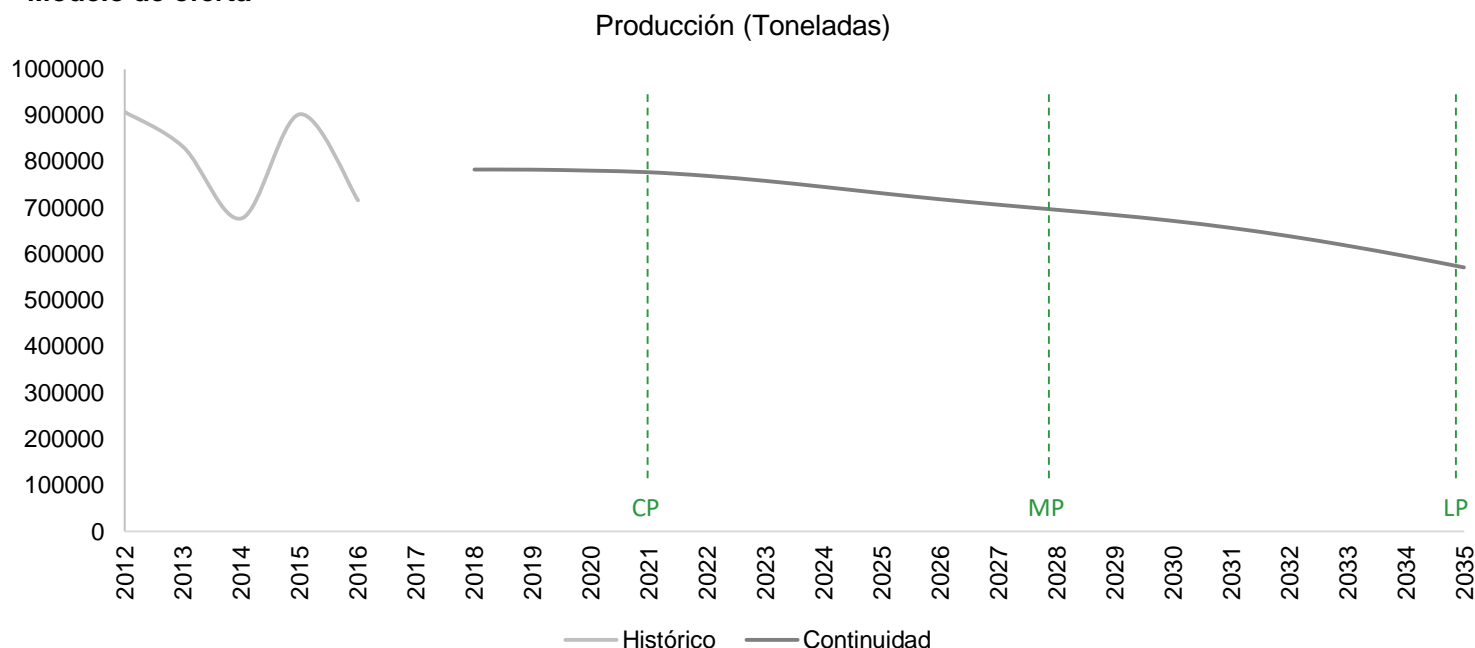
La siguientes gráficas muestran el MSE obtenido para los 5 modelos en el entrenamiento cruzado para producción, importaciones, consumo intermedio y exportaciones. En la de producción, consumo interno e importaciones se puede ver que los modelos de Lasso, Elastic Net, Decision Tree y Support Vector Machine tienen MSE similares lo cual indica que son candidatos para realizar la proyección.

Escenario 1. Continuidad**Producción****Consumo intermedio**

Las medidas de error se presentan en los anexos asociados al mineral (ver anexo D)

Escenario 1. Continuidad

Modelo de oferta



Producción

- La extracción de Hierro en Colombia se da principalmente en los departamentos de Boyacá y Cundinamarca.
- Se han identificado áreas con alto potencial para la minería de Hierro en Cundinamarca. Boyacá, Cundinamarca y Huila.
- Acerías Paz del Río es la principal empresa extractora (productora) de Hierro del país, la cual extrae el mineral de sus minas La Uva en Paz de Río, Boyacá y El Santuario en Ubalá, Cundinamarca.
- La producción de Hierro en Colombia generó \$6.376 millones en regalías entre 2012 y 2017, con lo cual se puede concluir que cada año se recibieron \$1.063 millones de pesos en regalías.
- La comunidad de los municipios de Guayatá y Tasco, se han declarado en contra de la extracción de hierro en sus territorios [1],[2].

En este escenario se espera que estas tendencias continúen:

- Acerías Paz del Río sigue siendo la única empresa integrada en el país (extrae hierro y produce acero)
- Los problemas con las comunidades continúan igual que hasta la fecha

- El Gobierno continúa con acciones para salvaguardar las condiciones del mercado nacional del hierro y el acero, de cara a las importaciones provenientes de países como Turquía y China.

Lo anterior lleva al comportamiento de la producción mostrado en la anterior gráfica. En esta se puede evidenciar una tendencia decreciente en el corto (CP) y mediano plazo (MP), con una tasa anual compuesta del 1% entre 2018 y 2028. Posteriormente, en el largo plazo (LP) – 2035 –, la gráfica muestra una ligera recuperación cerrando la proyección con valores cercanos a las 762 mil toneladas de hierro.

Importaciones

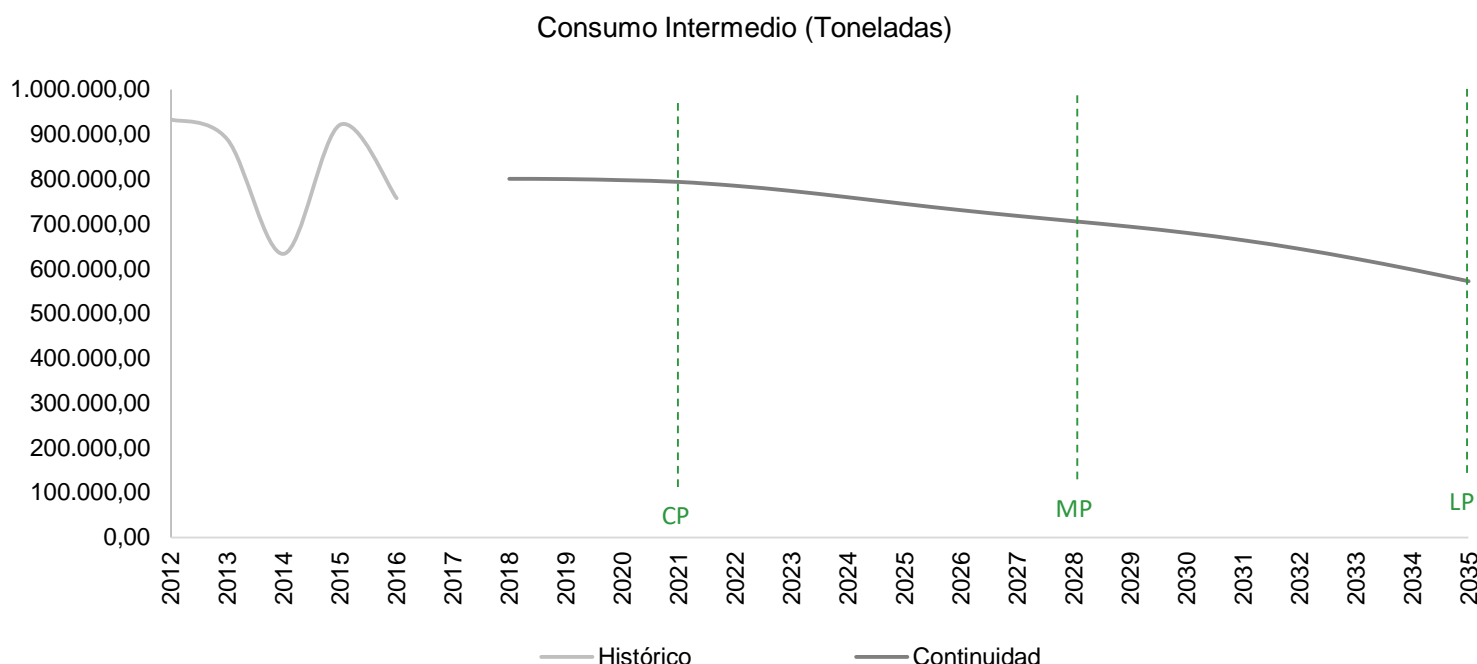
- El mineral de hierro, según los resultados del Balance Nacional de Minerales y los datos obtenidos por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística, no hay importaciones de este mineral en el país, razón por la cual no se presentan proyecciones ni gráficos asociados con importaciones para este mineral.

[01] Redacción Boyacá 7 días, El Tiempo, "Guayatá se opone a la minería", Abril 2014. [En línea]. Disponible en: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-13868155>

[02] Daniela Franco García, El Espectador, "La mina de la discordia en Boyacá", Octubre 2014. [En línea]. Disponible en: <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/mina-de-discordia-boyaca-articulo-522409>

Escenario 1. Continuidad

Modelo de demanda



Consumo intermedio

- El consumo intermedio sigue el mismo comportamiento de la producción.
- La producción minera de hierro puede ser reemplazada por chatarra en la elaboración de acero.
- Los principales usos del Hierro son la producción de acero, múltiples aleaciones y elaboración de pigmentos abrasivos.
- Las empresas más destacadas en la producción de acero en Colombia son: Acerías Paz del Río S.A., Gerdau Diaco, Siderúrgica Nacional Sidenal, Sidoc y Ternium. Siendo sólo Paz del Río la siderúrgica que utiliza hierro primario en la producción del acero, las otras siderúrgicas operaran principalmente con el reciclaje de chatarra.
- Las medidas de protección comercial que ha tomado Estados Unidos frente al acero y aluminio ha provocado que China busque nuevos mercados para comercializar sus productos, ocasionando que en Colombia aumenten las importaciones de acero.

Exportaciones

Las exportaciones de Hierro en Colombia equivalen al 0,003% de la utilización total de este mineral en el país, de acuerdo a la información reportada por el DANE en el marco del proyecto de “Cuenta Satélite”.

Sin embargo, según al conocimiento de los consultores, Colombia no exporta Hierro, debido a que la exportación de hierro de mina colombiano no es viable (volúmenes producidos, costos de producción y transporte a puertos).

La partida arancelaria utilizada por el DANE es “Minerales de hierro y sus concentrados, excepto las piratas de hierro tostadas (cenizas de piratas) sin aglomerar”, por lo que es posible que la información reportada por el DANE como exportaciones de hierro, corresponda a compuestos que contienen hierro, y no al mineral de hierro.

Por lo anterior, no se presentan proyecciones ni gráficos asociados con exportaciones para este mineral.

Escenario 2. Coexistencia

Colombia 2035: Coexistencia

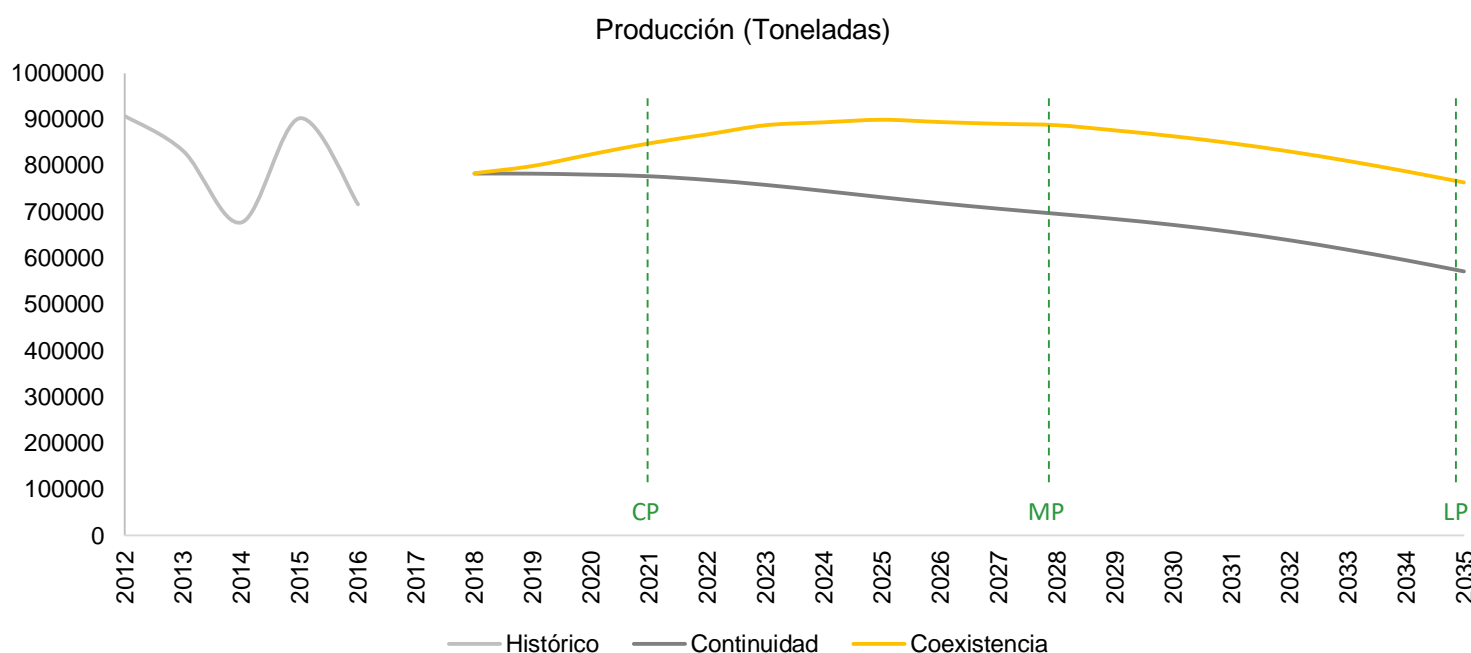
Febrero, 2035

“La mejor forma de predecir el futuro es crearlo”

Peter Drucker

Colombia comprende que la riqueza está en aquello que nos complementa y que la minería responsable con el medio ambiente, las comunidades y con otras actividades que utilicen el suelo, es un instrumento de prosperidad. El equilibrio entre el impulso Estatal, una comunidad constructiva, activa y participante, y una minería apalancada en el conocimiento de su potencial, le permitieron a Colombia avanzar en espirales ascendentes de creación de valor compartido.

Modelo de oferta



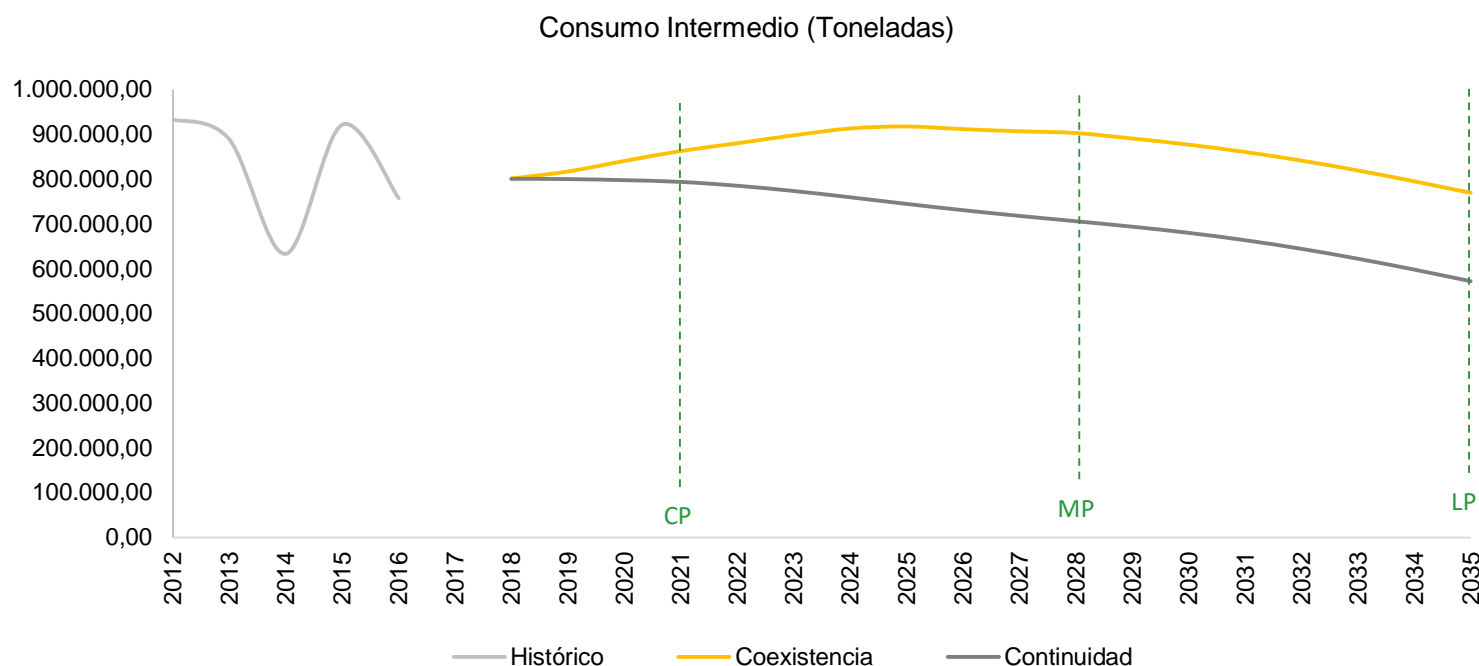
En el escenario de coexistencia, se observa un incremento en la producción de Hierro con respecto a continuidad. Así mismo, como se muestra en la gráfica, en el escenario la producción tiene una tendencia creciente en el corto (CP), mediano (MP) y largo plazo (LP), con una tasa de crecimiento anual compuesta del 1% entre 2018 y 2035.

El anterior comportamiento se encuentra asociado con los siguientes supuestos:

- Tras negociaciones con la comunidad de Tasco, se logra una conciliación con Acerías Paz del Río para reabrir la mina 'El Banco'. Llegando a producir 10 mil toneladas por año en los primeros 3 años y 34 mil toneladas en los años posteriores.
- Se generan mejoras en las condiciones de producción en Ubalá y Paz del Río, lo cual ocasiona que estas minas produzcan su máximo histórico, de 529 mil y 300 mil toneladas respectivamente. Este incremento se da desde 2019 hasta 2026.
- Mejoras en las condiciones de producción en Guasca permiten que se produzcan 57 mil toneladas al año en esta mina.

Escenario 2. Coexistencia

Modelo de demanda



El consumo intermedio va a responder al comportamiento de la producción por lo que se consume casi la totalidad del Hierro producido en Colombia

Por otra parte, se considera el supuesto en el cual entra en operación la acería de Zipaquirá, consumiendo 60 mil toneladas de Hierro al año [1], [2], [3].

[1]<https://m.portafolio.co/negocios/empresas/dream-team-pacific-rubiales-abrira-aceria-zipaquirá-146132>

[2]<http://www.grupomodulax.com.br/industria/2013/06/03/modulax-inicia-operacao-de-alto-forno-na-colombia/?lang=es>

[3]https://www.supersociedades.gov.co/delegatura_insolvencia/consulta_jurisprudencia/Jurisprudencia/2017-01-000359.PDF

Escenario 2. Coexistencia**Impacto de las fuerzas para el escenario**

Grupos sociales
(Un ciudadano
que exige)



Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- Conciliación entre Acerías Paz del Río y la comunidad de Tasco.



Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y
competidores)



Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- Mejora en las condiciones de producción en Ubalá, Paz del Río y Guasca.
- Acería de Zipaquirá vuelve a entrar en operación.

Escenario 3. Divergencia

Colombia 2035: Divergencia

Febrero, 2035

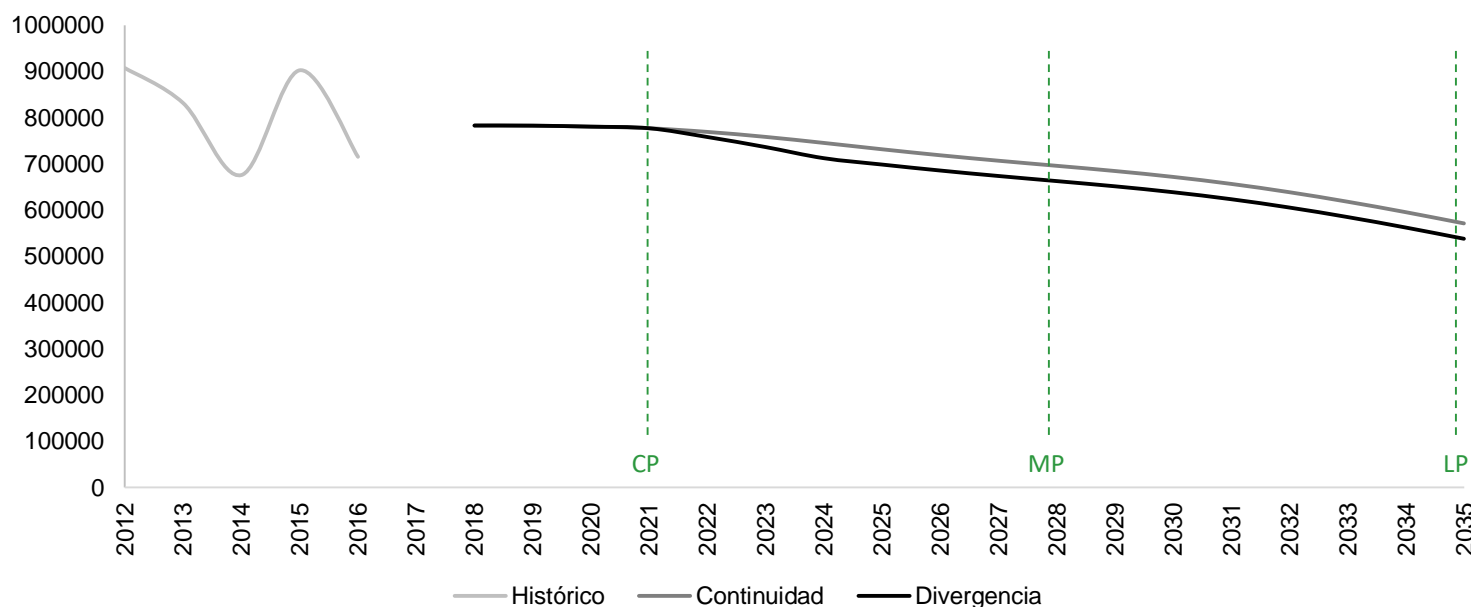
“Si el ritmo de cambio de afuera excede el ritmo de cambio al interior, el fin esta cerca ”

Jack Welch

La perspectiva de futuro donde la actividad minería era boyante y aportaba los recursos necesarios para apalancar el progreso del País, se disolvió entre actores de integridad cuestionable y el aire insalubre que ahoga al mundo. Fracasaron los esfuerzos en pro del desarrollo sostenible y se materializa la distopía. Algunos piensan que perdieron los mineros, pero la verdad es que todos perdimos un poco... o todo.

Modelos de oferta

Producción (Toneladas)



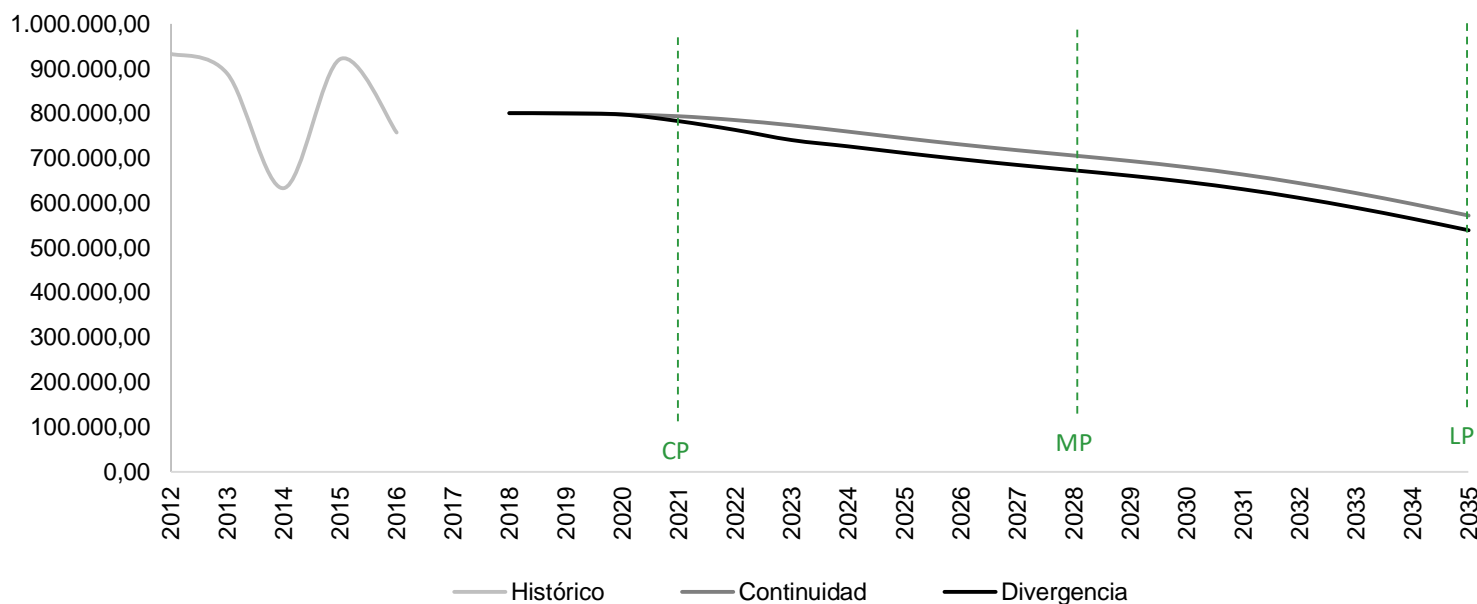
En el escenario de divergencia, se observa que en el corto plazo (CP) va a tener un comportamiento similar al escenario de continuidad, para posteriormente entre el corto y largo plazo (LP) tener una tendencia decreciente en la producción de Hierro hasta alcanzar un valor alrededor de las 730 mil toneladas en 2035. El anterior comportamiento se encuentra asociado con:

- Las importaciones de acero producidas como consecuencia de los aranceles impuestos por Estados Unidos, generan una disminución de la producción de acero en Colombia.
- Por lo anterior, se requiere una menor cantidad de Hierro en Colombia.
- Generando que las minas extraigan progresivamente menos mineral desde 2022 hasta 2025, llegando a extraer 44 mil toneladas menos.

Escenario 3. Divergencia

Modelo de demanda

Consumo Intermedio (Toneladas)



En el escenario de divergencia, se observa una tendencia levemente decreciente en el consumo intermedio de Hierro hasta alcanzar un valor alrededor de las 769 mil toneladas en 2035.

El anterior comportamiento se encuentra asociado con:

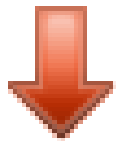
- El consumo intermedio de este mineral se encuentran apalancadas en los niveles de producción y en las condiciones de mercado, por lo cual presenta el mismo comportamiento que la producción, como se muestra en la gráfica.

- Las importaciones de acero producidas como consecuencia de los aranceles impuestos por Estados Unidos, generan una disminución de la producción de acero en Colombia.

- Por lo anterior, se requiere una menor cantidad de Hierro en Colombia.
- Generando que las minas extraigan progresivamente menos mineral desde 2022 hasta 2025, llegando a extraer 44 mil toneladas menos.

Escenario 3. Divergencia**Impacto de las fuerzas para el escenario**

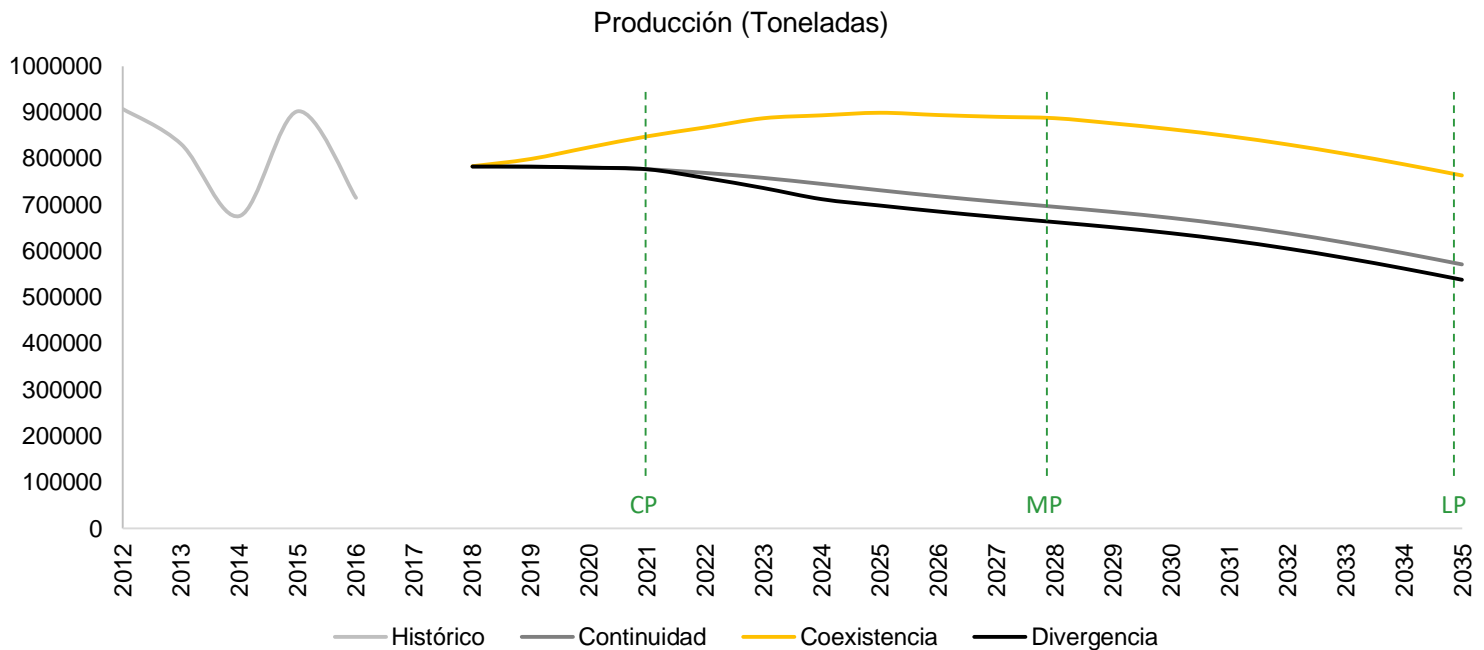
Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y
competidores)



Las importaciones de Hierro y acero producidas por los aranceles de Estados Unidos, generan que las acerías adquieran una menor cantidad del Hierro producido en Colombia y las minas extraigan progresivamente menos mineral desde 2022 hasta 2025. Así mismo, disminuya la producción de acero y por ende el consumo intermedio del hierro.

Síntesis

Modelo de oferta



Cifras proyección de la producción (cifras en toneladas) – Tabla 1/2

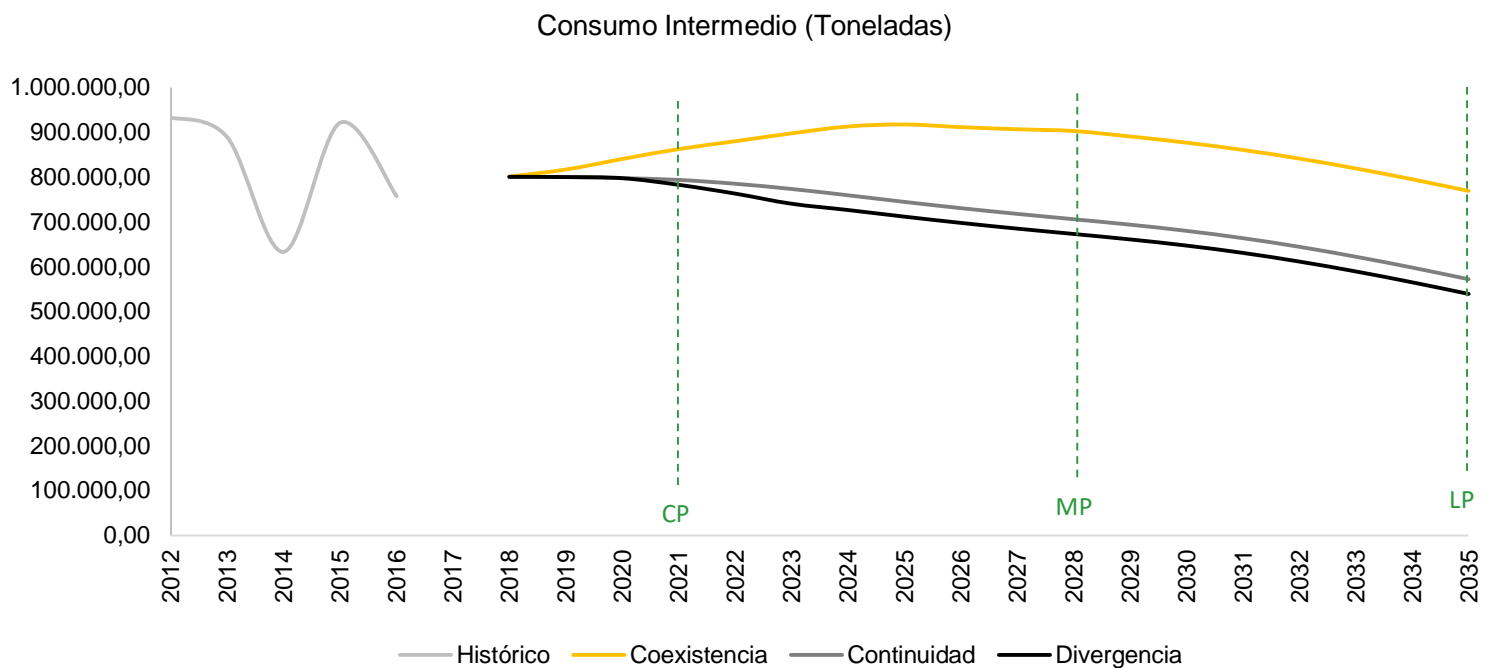
Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	798.809	824.135	848.151	867.686	887.674	894.007	899.619	894.651
Continuidad	782.746	780.610	777.164	769.236	758.428	745.365	731.581	718.613
Divergencia	782.746	780.610	777.164	758.236	736.428	712.365	698.581	685.613

Cifras proyección de la producción (cifras en toneladas) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	890.818	887.787	876.530	863.742	848.531	830.540	809.930	787.257	762.932
Continuidad	706.780	695.750	684.493	671.705	656.494	638.502	617.892	595.220	570.894
Divergencia	673.780	662.750	651.493	638.705	623.494	605.502	584.892	562.220	537.894

Síntesis

Modelo de demanda



Cifras proyección de consumo intermedio (cifras en toneladas) – Tabla 1/2

Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	816.791	840.397	862.607	880.072	897.815	913.164	917.742	911.774
Continuidad	800.729	798.272	794.420	785.822	774.170	760.123	745.305	731.338
Divergencia	800.729	798.272	783.420	763.822	741.170	727.123	712.305	698.338

Cifras proyección de consumo intermedio (cifras en toneladas) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	906.997	903.058	890.871	877.060	860.683	841.364	819.277	795.012	769.006
Continuidad	718.560	706.621	694.434	680.623	664.246	644.927	622.840	598.576	572.570
Divergencia	685.560	673.621	661.434	647.623	631.246	611.927	589.840	565.576	539.570

Oro



Escenario 1. Continuidad**Colombia 2035: Continuidad**

Febrero, 2035

“Solamente aquel que construye el futuro tiene derecho a juzgar el pasado.”

Friedrich Nietzsche

Las expectativas prometían cambios radicales que impulsarían al Estado hacia una sólida visión; sin embargo, al llegar el 2035, las amenazas no materializadas y las oportunidades no aprovechadas en el sector minero, son las que determinan su realidad. El País es administrado a través de entidades públicas que siguen sin lograr una óptima sincronización, lo que lleva a que en ocasiones las reglas de juego no sean claras y justas para todos.

Premisas modelo de continuidad

El comportamiento histórico de la oferta y la demanda del mineral incluye o muestra el efecto que las fuerzas motoras han tenido a la fecha sobre el mineral. Por ejemplo los niveles de producción históricos de un mineral acogen el efecto de las fuerzas motoras, desde la perspectiva de la fuerza de condiciones de mercado, si las condiciones del mercado han sido buenas para un mineral la producción de este históricamente captura un aumento de la producción para dicho periodo. Si adicional a las buenas condiciones de mercado, se tiene que los grupos sociales han tenido un rechazo hacia la explotación de un mineral, y este rechazo ha alcanzado el punto de cierre o parada temporal de una operación, la producción mostrará la correspondiente comportamiento de la producción de dicho mineral.

Teniendo en cuenta lo anterior, y considerando que el escenario de continuidad establece que las fuerzas y el comportamiento actual siguen la misma tendencia actual, los modelos de demanda y oferta para este escenario sólo se basan en los modelos matemáticos de proyección de series futuras.

Adicional, dependiendo de la cantidad de datos históricos que se tengan, se va a ver influenciado la precisión del modelo. Entre mayor sea el tiempo de la proyección, más datos se van a requerir para hacer la proyección, y menos preciso va a ser.

Los casos donde no se realizaron algunas proyecciones, ya sea de producción, importaciones, consumo intermedio o exportaciones es porque: 1) No existen datos: en la información del BOU las cifras son cero. 2) Los datos son marginales: cuando la magnitud de los datos no proporciona una gráfica que ofrezca información adecuada para análisis (dado que, en escala, el contraste con respecto a los otros datos disponibles los hace irrelevante).

Escenario 1. Continuidad

Modelo de proyección de oferta y demanda para Oro

Para la construcción del modelo para la proyección de oferta y demanda de oro, se consideraron las variables que corresponden al análisis de Balance Oferta / Utilización, es decir, las mismas empleadas por el DANE en el Sistema de Cuentas Nacionales, en el capítulo de Bienes y Servicios, y que están relacionadas con el entregable Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016 realizado en el marco del proyecto.

Para las realizar las proyecciones se utilizaron las fuentes de datos que se describen a continuación, con las respectivas series de datos que se indican al lado de cada una, tanto para oferta como para demanda. Es esquema de la información que se presenta a continuación es:

[Tipo de dato]	[fuente]	(serie de tiempo)
Consumo Intermedio	DANE	(2012 - 2016)

Series de datos relativos a OFERTA

- Producción – Dane (2012 – 2016)
- Producción – UPME (1940 – 2017)
- Importaciones – DANE (2012 – 2016)
- Importaciones – UPME (1995 – 2016)
- Importaciones Oro – DANE (Microdatos) (2000 – 2018)
- Regalías – UPME (2012 – 2018)
- Regalías – ANM (2012 – 2018)
- Producción de Oro en Colombia - BMI Research (2016 – 2027)
- Reservas de Oro - S&P Global (2018)
- Reservas probadas de Oro – ANM (2018)
- Producción mundial de Oro – CRU (2008 – 2035)
- Reservas y Recursos Mundiales de Oro – CRU (2008 – 2017)
- Balance Histórico de Oro (Oferta) – CRU (2008 – 2035)
- Precio (LBMA) (2017 US\$/oz) – CRU (2008 – 2035)
- Precio (LBMA) (US\$/oz) – CRU (2008 – 2035)
- Precio del Oro para Liquidación de Regalías (1999 – 2018)
- PIB Minerales Metalíferos – UPME (2005 – 2035)
- PIB Minas y Canteras – UPME (2005 – 2035)
- Producción Mundial de Oro – Servicio Geológico de Estados Unidos (1940 – 2015)
- Producción Mundial de Oro en Mina - Servicio Geológico de Estados Unidos (2010 – 2017)
- Producción Mundial de Oro Reciclado - Servicio Geológico de Estados Unidos (2010 – 2017)
- Producción de Oro en Colombia - BMI Research (2) (1998 – 2027)
- Producción global de oro - BMI Research (2001 – 2027)
- Reservas Globales de oro - BMI Research (1995 – 2015)
- Precio del Oro - BMI Research (1990 – 2027)

Escenario 1. Continuidad

Modelo de proyección de oferta y demanda para Oro

Series de datos relativos a DEMANDA

- Consumo Intermedio - DANE (2012 - 2016)
- Variación Existencias - DANE (2012 - 2016)
- Exportaciones - DANE (2012 - 2016)
- Exportaciones - UPME (1992 - 2018)
- Exportaciones – DANE (Microdatos) (2000 – 2018)
- PIB Minerales Metalíferos – UPME (2005 – 2035)
- PIB Minas y Canteras – UPME (2005 – 2035)
- Consumo Mundial de Oro – CRU (2008 – 2017)
- Consumo de Oro en China – CRU (2008 – 2017)
- Consumo de Oro en India – CRU (2008 – 2017)
- Demanda mundial de Oro – CRU (2018 – 2035)
- Demanda China de Oro – CRU (2018 – 2035)
- Demanda India de Oro – CRU (2018 – 2035)
- Reservas y recursos mundiales de Oro – CRU (2018 – 2035)
- Balance Histórico de Oro – CRU (2018 – 2035)
- Precio (LBMA) (2017 US\$/oz) – CRU (2018 – 2035)
- Precio (LBMA) (US\$/oz) – CRU (2018 – 2035)
- Demanda mundial del Oro Joyería – Concejo Mundial del Oro (2010 – 2017)
- Demanda mundial del Oro Tecnología - Concejo Mundial del Oro (2010 – 2017)
- Demanda mundial del Oro Inversión - Concejo Mundial del Oro (2010 – 2017)
- Demanda mundial del Oro Bancos Centrales - Concejo Mundial del Oro (2010 – 2017)
- Promedio TRM – DANE (2000 – 2018)
- Exportaciones Joyería – Procolombia (2010 – 2017)

Escenario 1. Continuidad**Variables modelo de continuidad**

Para Oro, a partir del balance del DANE, se considera que las variables más importantes son: Producción por el lado de la oferta y exportaciones en la demanda. En una menor medida el consumo intermedio es una variable que tiene afectación sobre la demanda del mineral. Teniendo en cuenta lo anterior, las series seleccionadas para proyectar fueron:

Producción	Exportaciones	Consumo Intermedio
<ul style="list-style-type: none"> • Precio (LBMA) (2017 US\$/oz) – CRU (2008 – 2035) • Balance Histórico de Oro (Oferta) – CRU (2008 – 2035) • PIB Minas y Canteras – UPME (2005 – 2035) 	<ul style="list-style-type: none"> • Precio (LBMA) (2017 US\$/oz) – CRU (2008 – 2035) • Balance Histórico de Oro (Oferta) – CRU (2008 – 2035) • PIB Minas y Canteras – UPME (2005 – 2035) 	<ul style="list-style-type: none"> • Precio (LBMA) (2017 US\$/oz) – CRU (2008 – 2035) • Exportaciones Joyería – Procolombia (2010 – 2035) (serie ajustada por el consultor para el periodo 2018 – 2035)

El criterio de selección de las variables fue:

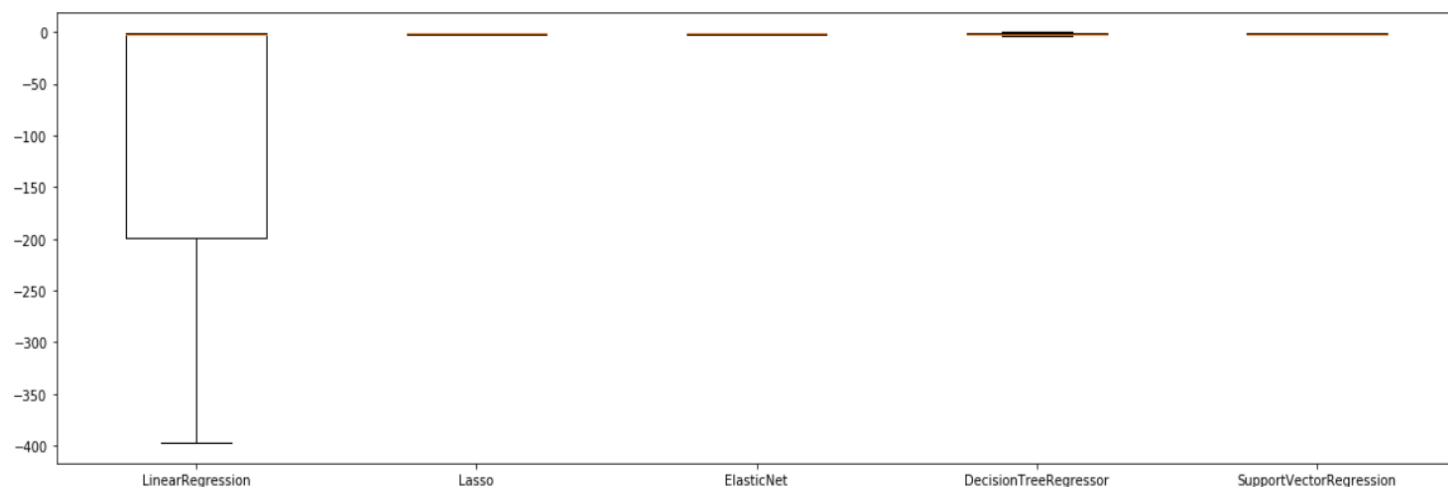
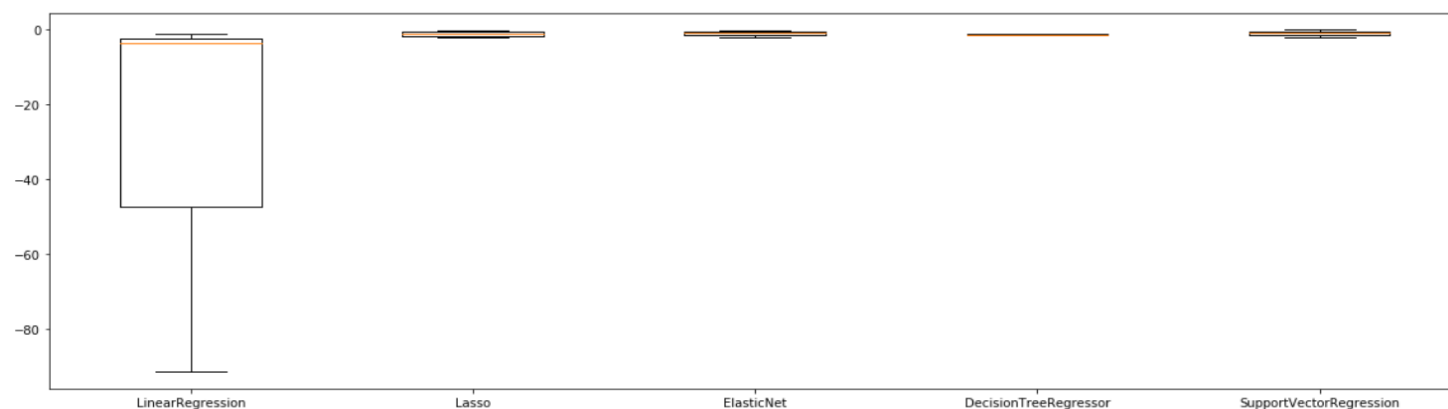
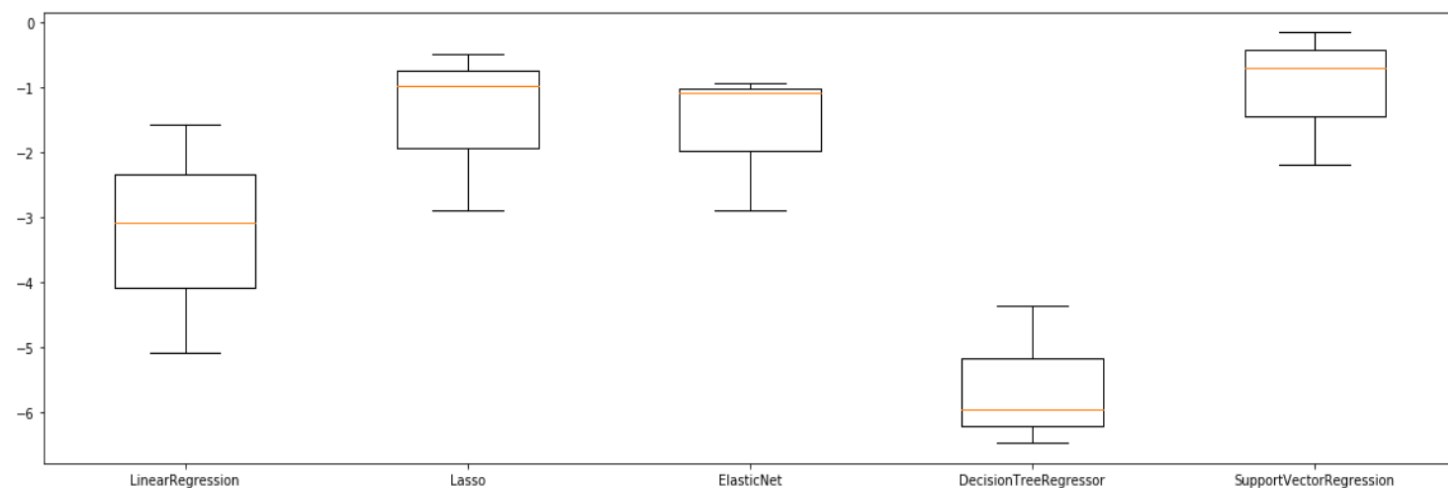
- El valor absoluto de la correlación de las series seleccionadas fue superior al 0,4% en todos los casos
- Alrededor del 80% del oro producido en Colombia es exportado, razón por la cual el precio y la oferta internacional son variables de relevancia para la producción y exportación del mineral
- El PIB de Minas y Canteras recoge información de producción y entorno de mercado del sector minero en Colombia.
- Se entiende que el principal destino del oro que se queda en Colombia es la fabricación de joyería, por lo cual las exportaciones de joyería son relevantes para explicar la dinámica del consumo interno.

Las proyecciones se realizaron a partir de 5 técnicas diferentes de machine learning con el fin de evaluar cuál de ellas se adapta mejor a los datos históricos que permiten el entrenamiento de los modelos.

Adicionalmente, se implementaron técnicas de entrenamiento cruzado de modelos para aprovechar al máximo los datos de entrenamiento (series históricas). Como resultado del entrenamiento cruzado de los modelos, se obtienen diferentes métricas del error (Ej. MSE, RMSE, R^2 , AAE) las cuales son evaluadas con el fin de seleccionar el modelo que de un mejor ajuste hacia los datos.

La siguiente gráfica muestra el MSE obtenido para los 5 modelos en el entrenamiento cruzado, en ella se puede ver que los modelos Lasso, Elastic Net y Soporte Vectorial tienen MSE similares lo cual indica que son candidatos para realizar la proyección.

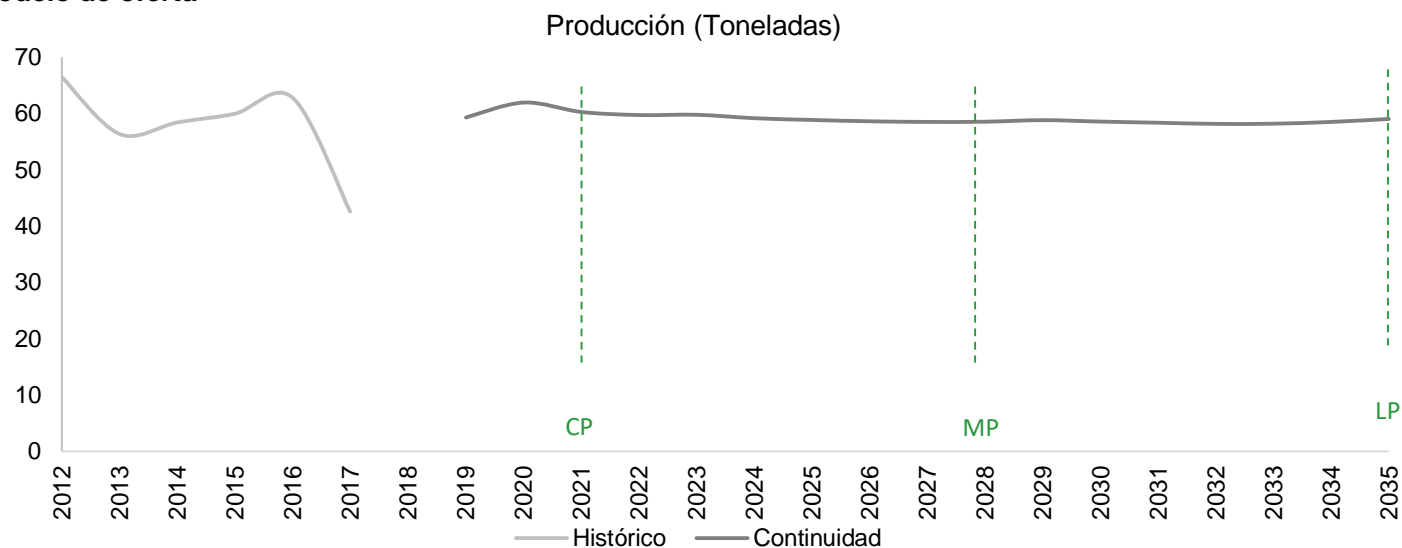
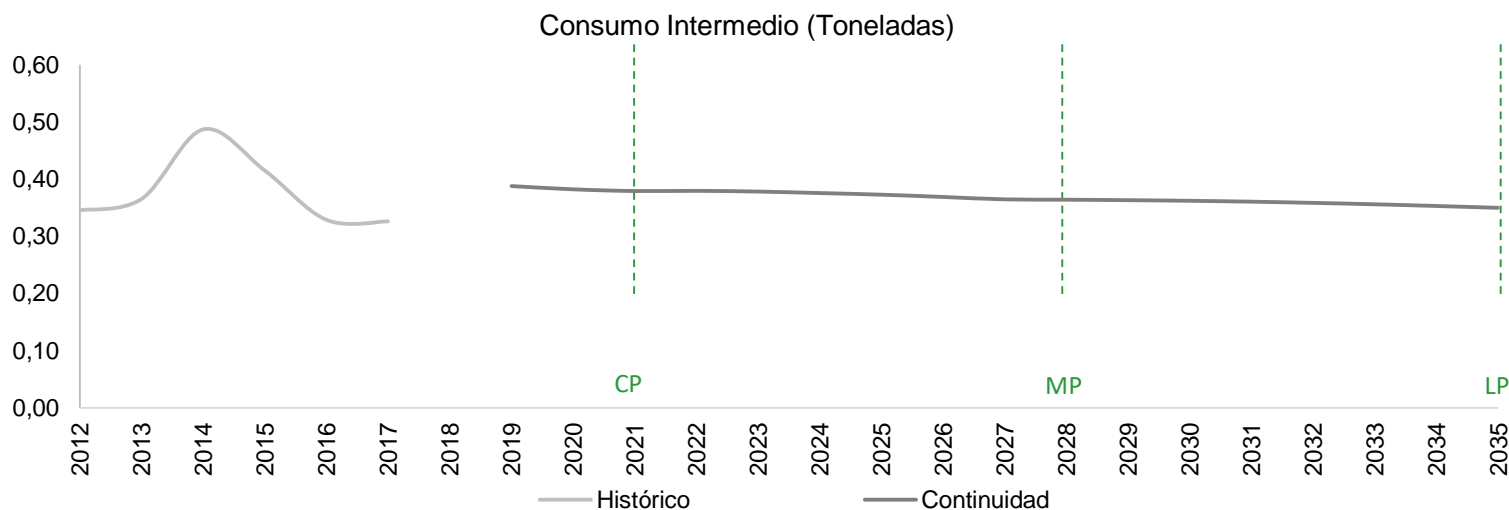
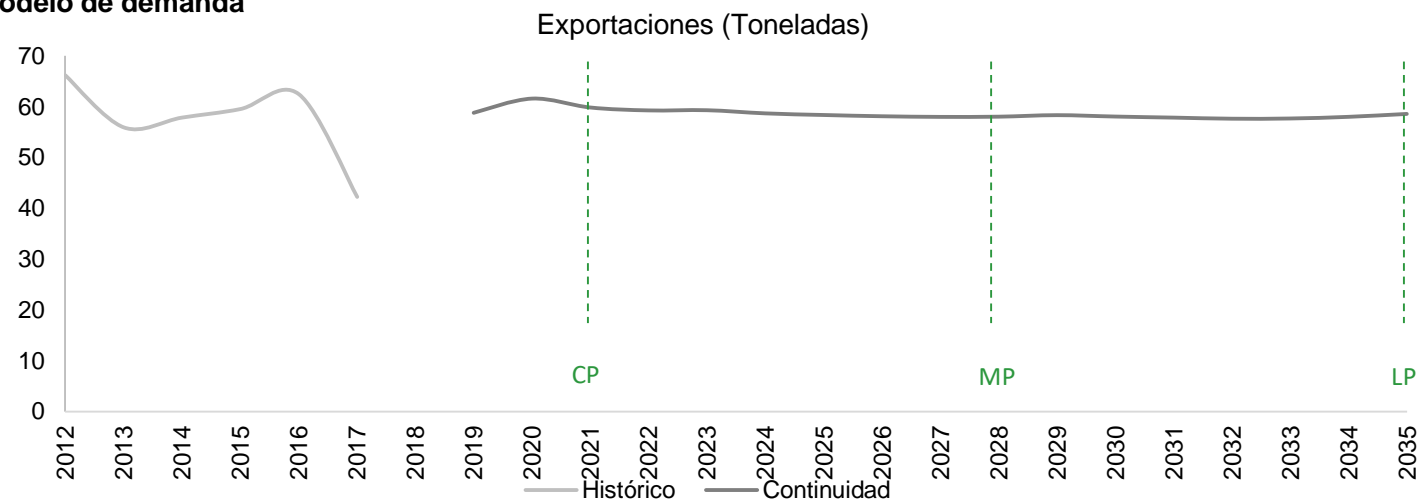
Los casos donde no se realizaron algunas proyecciones, ya sea de producción, importaciones, consumo intermedio o exportaciones es porque: 1) No existen datos: en la información del BOU las cifras son cero. 2) Los datos son marginales: cuando la magnitud de los datos no proporciona una gráfica que ofrezca información adecuada para análisis (dado que, en escala, el contraste con respecto a los otros datos disponibles los hace irrelevante).

Escenario 1. Continuidad**Producción****Exportaciones****Consumo Intermedio**

Las medidas de error se presentan en los anexos asociados al mineral (ver anexo E)

Escenario 1. Continuidad

Las curvas resultantes, de acuerdo al modelo seleccionado para cada serie, son:

Modelo de oferta**Modelo de demanda**

Escenario 1. Continuidad**Premisas para el análisis del Oro:**

- Se asume que los barequeros aportan una producción de 15 toneladas al año a la producción nacional de oro
- Según los datos aportados por el DANE en el balance oferta utilización, las exportaciones de oro representan alrededor del 99% de la producción y el consumo intermedio el 1%.
- Se entiende que en, términos generales, el oro es producido para exportarlo, teniendo en cuenta que el consumo de oro para joyería en Colombia se estima en aproximadamente 1 tonelada al año.
- En el escenario de continuidad, se entiende que la minería va seguir presentando condiciones de incertidumbre en términos sociales y legales ocasionando que no ingresen proyectos a gran escala durante el periodo proyectado.
- La inestabilidad jurídica e incertidumbre frente al alcance de mecanismos como consultas populares hacen que Colombia no sea un país atractivo para la inversión extranjera en oro.
- Las comunidades en donde actualmente se explota el mineral no están en contra de la minería.
- Los proyectos que están en funcionamiento no son susceptibles de freno a través de mecanismos legales o de participación ciudadana debido a los grandes costos económicos que esto implicaría para el país.
- No se evidencian grandes choques de precio o demanda internacional del mineral.
- un comportamiento relativamente estable a 2035.
- Los procesos de formalización no llevan al incremento en la producción, en algunos casos la reduce por cumplimiento ambiental y acceso a explosivos.
- Desde el Gobierno no se tramitan grandes reformas ambientales que impacten el desempeño de la producción del mineral en Colombia.
- Las exportaciones del oro están ligadas a la producción del mineral, entendiendo que en un escenario de continuidad la producción no presenta grandes sobresaltos ni variaciones, las exportaciones deben seguir un comportamiento relativamente estable a 2035.

Escenario 2. Coexistencia

Colombia 2035: Coexistencia

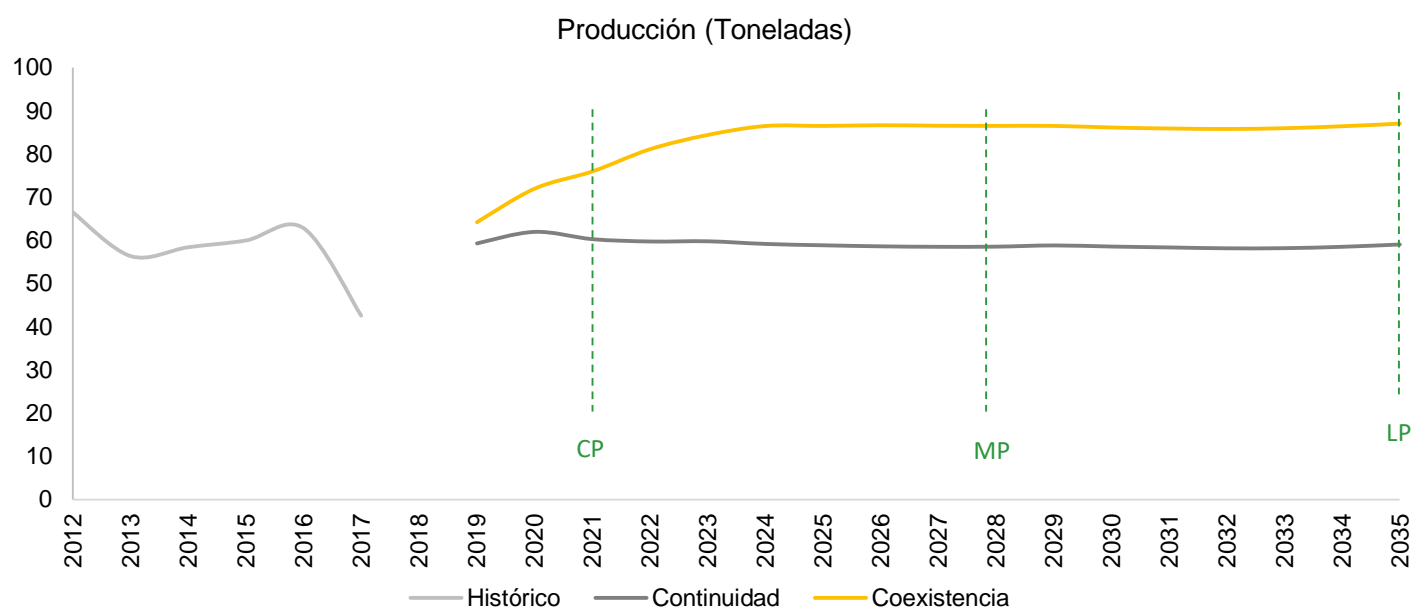
Febrero, 2035

“La mejor forma de predecir el futuro es crearlo”

Peter Drucker

Colombia comprende que la riqueza está en aquello que nos complementa y que la minería responsable con el medio ambiente, las comunidades y con otras actividades que utilicen el suelo, es un instrumento de prosperidad. El equilibrio entre el impulso Estatal, una comunidad constructiva, activa y participante, y una minería apalancada en el conocimiento de su potencial, le permitieron a Colombia avanzar en espirales ascendentes de creación de valor compartido.

Modelo de oferta



Respecto al escenario de continuidad, la producción en coexistencia muestra una tendencia creciente entre 2018 y 2021 debido a los siguientes hitos:

- Ingreso proyecto Buriticá de Continental Gold en 2019 a una tasa promedio de producción de 8,2 toneladas al año, por 14 años.
- Ingreso proyecto San Ramón en 2019 por 12 años una tasa de producción de 1,6 toneladas por año. Aprovechamiento de la planta del proyecto San Ramón para beneficiar hasta 1, 6 toneladas de producción acopiada de pequeña minería.
- Ingreso proyecto Gramalote de AngloGold en 2021 por 12 años a una tasa de 8,8 toneladas por año.
- Un factor que contribuye al aumento en la producción del escenario de coexistencia sobre el escenario de continuidad, es que los procesos contra la extracción ilícita dan como resultado un aumento de la producción legal.

- Ingreso proyecto Cisneros de Antioquia Gold entra en operación en 2019 por 7 años a una tasa de 1 tonelada al año.
- El éxito en los procesos de formalización en la producción de oro permiten que desde 2020 se incremente la producción legal en 1 tonelada.
- Entre 2018 y 2021 mejora la condición de producción de los barequeros, generando un aumento progresivo en su producción pasando de 15 toneladas en 2018 a 22 toneladas en 2021.
- Entre 2021 y 2032 la producción en el escenario coexistencia toma una senda relativamente estable, sin embargo en 2026 sale el proyecto Cisneros de Antioquia Gold haciendo que la producción baje en 1 tonelada.
- En 2032 sale de producción el proyecto Gramalote de AngloGold, disminuyendo la producción en 8,8 toneladas.

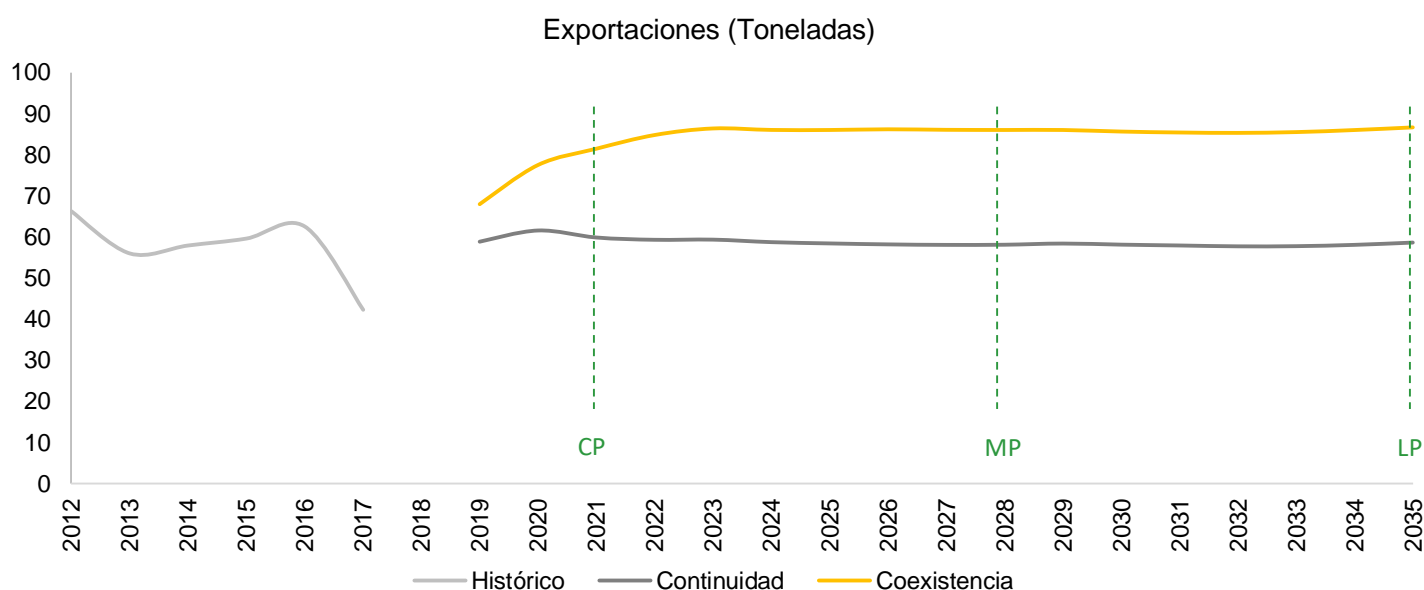
Escenario 2. Coexistencia

Este escenario también asume que el proyecto Soto Norte de la empresa Minesa no logra obtener las licencias ambientales para comenzar con el proceso de explotación del mineral. Lo anterior debido a:

- Fuerte presión social antiminera en torno al páramo de Santurbán, pues si bien el proyecto está ubicado por debajo del límite topográfico inferior del páramo, existen fuertes movimientos sociales que buscan restringir la actividad extractiva utilizando como argumento este tipo de cercanías [1]

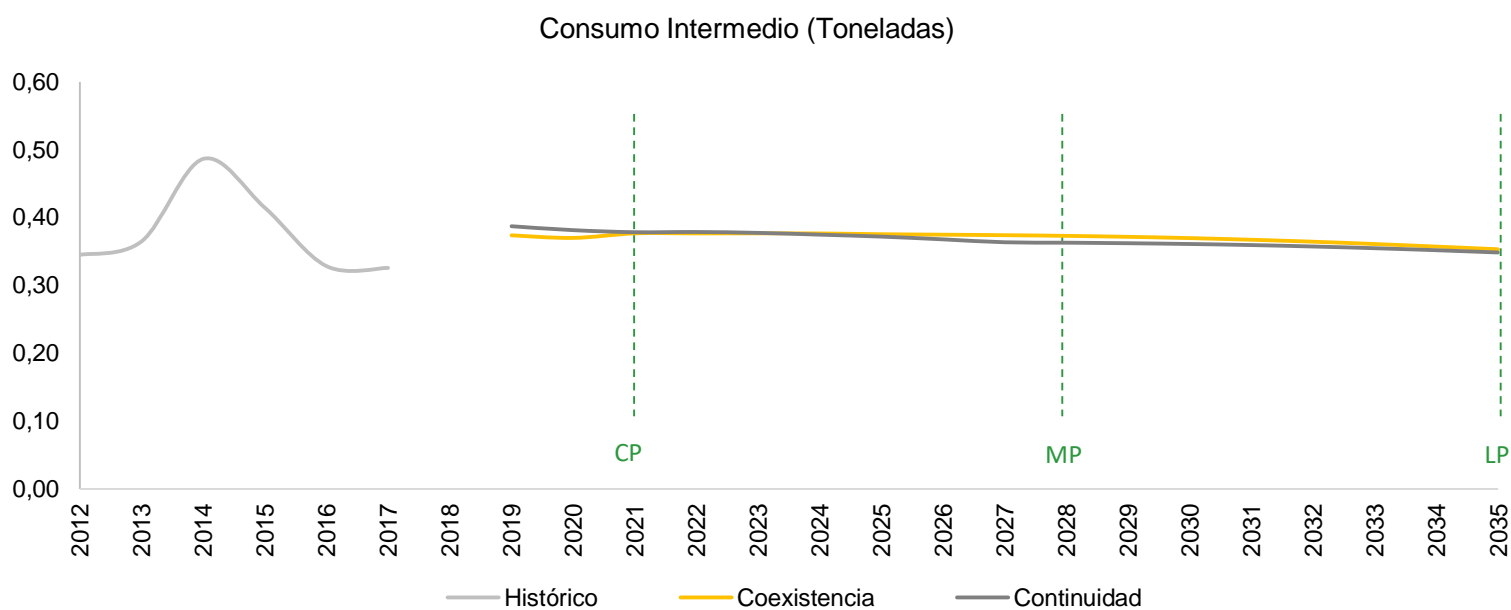
- Una decisión técnica podría concluir que el proyecto está ubicado en las cabeceras de una cuenca abastecedora, pues es en la microcuenca de la quebrada La Baja dónde está localizada el área de exploración y esta es afluente del río Vetás que a su vez vierte al río Surata (subcuenca abastecedora) y este al río Sogamoso [2]

Modelo de demanda



- Entre 2019 y 2021 las exportaciones presentan una caída como respuesta a la disminución del precio internacional del oro, según las proyecciones de CRU Strategies.
- En 2021 hay un pequeño repunte de las exportaciones gracias a los proyectos que entran en producción en Colombia.
- Entre 2021 y 2030 las exportaciones presentan un comportamiento relativamente estable y acorde con lo evidenciado en la producción y el precio internacional.

[1] <https://www.catorce6.com/actualidad-ambiental/regionales/14791-el-alcalde-de-bucaramanga-rechaza-explotacion-minera-en-el-paramo-de-santurban>
 [2] Plan de ordenamiento y manejo ambiental, subcuenca río Surata

Escenario 2. Coexistencia

Escenario 2. Coexistencia**Impacto de las fuerzas para el escenario**

Posición estatal ante
recursos mineros y
ambientales
(Un Estado activo)



Se asume que el proyecto Soto Norte de la empresa Minesa no logra obtener las licencias ambientales para comenzar con el proceso de explotación del mineral. Lo anterior debido a no lograr responder satisfactoriamente a los requerimientos de la ANLA frente al manejo de aguas asociado al proyecto así como las presiones sociales frente a la realización de proyectos mineros en el paramo de Santurbán.



Gobernanza y
Gobernabilidad
(Un Estado confiable)



Se asume que hay una reducción en la ilegalidad en la producción de oro permitiendo que desde 2020 se incremente la producción en 1 tonelada, gracias al aporte de los nuevos productores legales.



Grupos sociales
(Un ciudadano
que exige)



Se asume una mejora en las condiciones de producción de los barequeros que permite que entre 2018 y 2021 suban su producción de 15 a 22 toneladas, de manera gradual



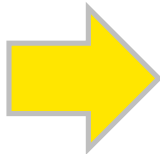
Asuntos
ambientales
(Un bien común)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de oro en Colombia.



Dotación minera y su
conocimiento
(Un conocimiento de todos)



Dentro del horizonte de la proyección a 2035, en el escenario coexistencia los procesos exploratorios que realicen las empresas generarán conocimiento de la dotación minera que será compartido con el Gobierno nacional y tendrán efectos en la producción de oro en un horizonte posterior a 2035.

Escenario 2. Coexistencia**Impacto de las fuerzas para el escenario**

Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y
competidores)



A partir del análisis de los proyectos que se prevén entren en producción en el horizonte a 2035, se realizan las siguientes consideraciones para el escenario coexistencia:

- Proyecto Buriticá de Continental Gold entra en operación en 2019 a una tasa promedio de producción de 8,2 toneladas al año, por 14 años. De igual manera, se asume que en 2033 le es renovada la licencia ambiental y continúan más allá de 2035 con la misma tasa de producción.
- Aprovechamiento de la planta del proyecto San Ramón para beneficiar hasta 1, 6 toneladas de producción acopiada de pequeña minería.
- .
- Proyecto Gramalote de Anglogold entra en operación en 2021 por 12 años a una tasa de 8,8 toneladas por año.
- Proyecto Cisneros de Antioquia Gold entra en operación en 2019 por 7 años a una tasa de 1 tonelada al año.

Según proyecciones de CRU, el precio internacional del oro en el escenario de coexistencia presenta una caída del 35% entre 2018 y 2035, debido a un estancamiento en la oferta y una caída en la demanda del mineral.

Según proyecciones de la UPME el PIB de Minas y Canteras en el escenario optimista crecerá un 250% entre 2018 y 2035.

Escenario 3. Divergencia

Colombia 2035: Divergencia

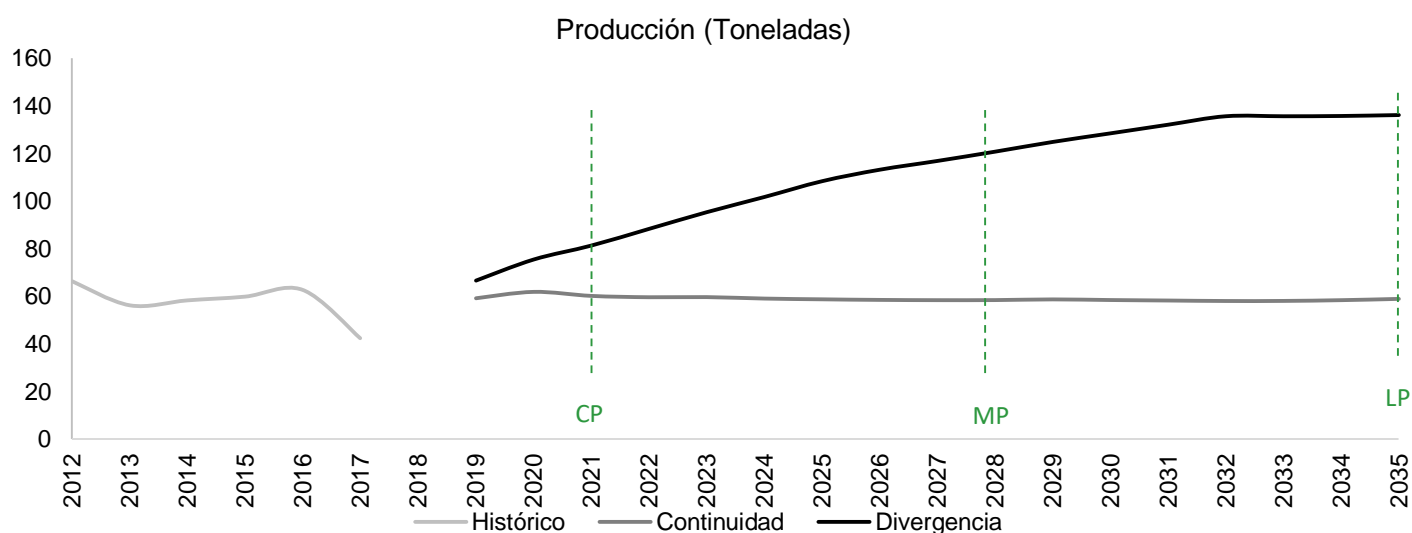
Febrero, 2035

“Si el ritmo de cambio de afuera excede el ritmo de cambio al interior, el fin esta cerca ”

Jack Welch

La perspectiva de futuro donde la actividad minería era boyante y aportaba los recursos necesarios para apalancar el progreso del País, se disolvió entre actores de integridad cuestionable y el aire insalubre que ahoga al mundo. Fracasaron los esfuerzos en pro del desarrollo sostenible y se materializa la distopía. Algunos piensan que perdieron los mineros, pero la verdad es que todos perdimos un poco... o todo.

Modelo de oferta



Respecto al escenario de continuidad, la producción en divergencia muestra una tendencia creciente en el corto plazo (CP) entre 2018 y 2021 debido a los siguientes hitos:

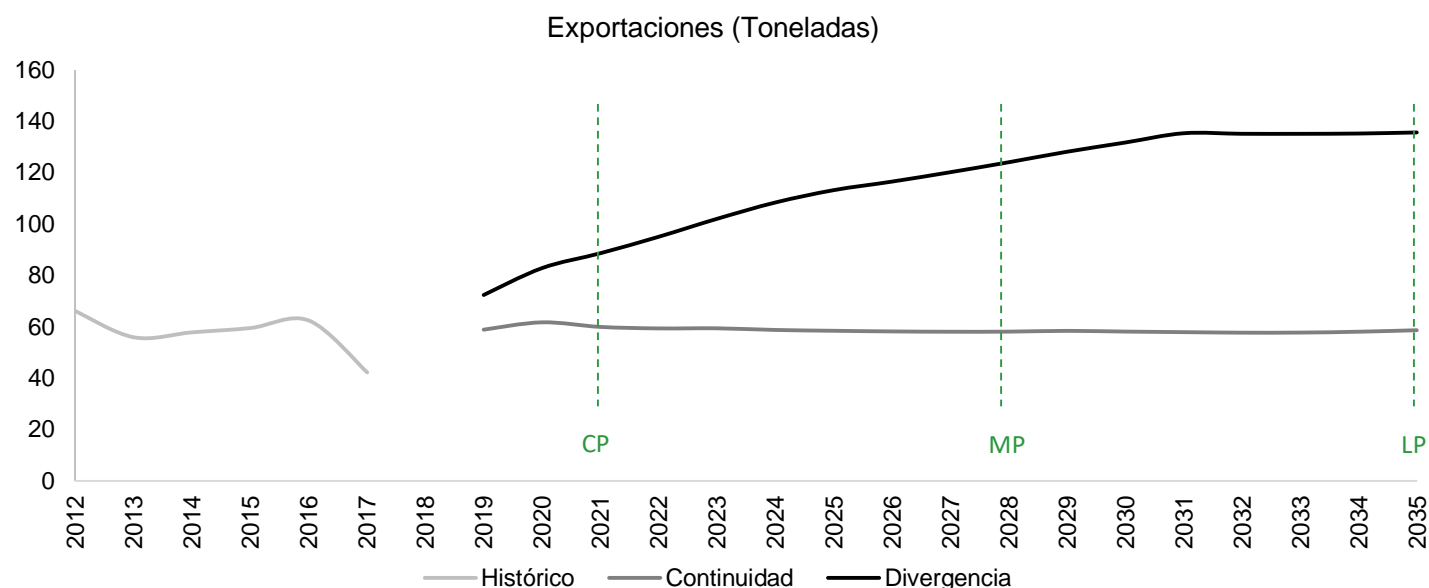
- Se asume que no hay un control efectivo por parte del Gobierno para el cumplimiento de la normatividad asociada a la minería, lo cual permite que la producción ilegal se realice sin mayores obstáculos. Por ende, la proyección realizada en este escenario parte de los datos de producción reales que ya traen incorporado el componente de ilegalidad en la producción.

Ésta situación permite que los barequeros entre 2018 y 2035 aumenten progresivamente su producción llegando a 15 toneladas adicionales respecto al escenario base, lo cual significa que en el escenario de divergencia llegarían a una producción total en 2035 de 30 toneladas de oro.

- Ingreso proyecto Buriticá de Continental Gold en 2019 a una tasa promedio de producción de 8,2 toneladas al año, por 14 años.
- Ingreso Cisneros de Antioquia Gold entra en operación en 2021 por 5 años a una tasa de 0,5 tonelada al año.
- Ingreso proyecto Gramalote de AngloGold en 2023 por 13 años a una tasa de 6 toneladas por año.
- Ingresa proyecto Soto Norte de Minesa en 2023 por 23 años a una tasa de 9 toneladas por año, gracias a acto administrativo fundamentado en propuesta técnica viable
- En 2033 se termina la licencia del proyecto Buriticá de Continental Gold y ésta no es prorrogada generando una disminución de 8,2 toneladas en la producción

Escenario 3. Divergencia

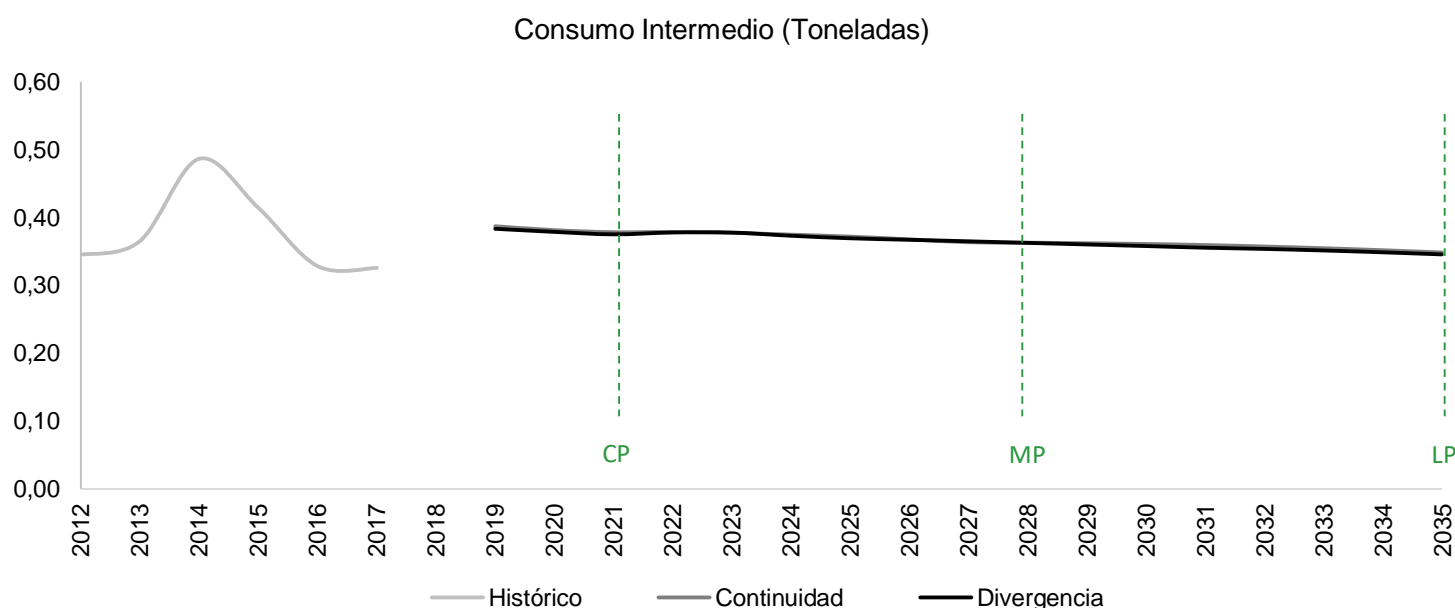
Modelo de demanda



Frente al escenario de continuidad, las exportaciones presentaron una senda creciente entre 2018 y 2019 lo cual puede explicarse por la entrada de nuevos proyecto de oro en Colombia.

La senda decreciente entre 2020 y 2021 puede explicarse por un decrecimiento en el PIB de Minas y Canteras del 11% entre 2019 y 2021, asociado a la caída de los precios proyectada por CRU Strategies. De igual manera, se estima una caída del 4% en el precio del oro en 2019.

La senda creciente que toman las exportaciones entre 2021 y 2030 puede explicarse por el ingreso de proyectos para la producción de oro, además de un crecimiento en el PIB de Minas y Canteras del 37% entre 2021 y 2034. De igual manera, el precio del oro a nivel internacional presenta un crecimiento del 7% entre 2018 y 2035.



Escenario 3. Divergencia

Impacto de las fuerzas para el escenario



Posición estatal ante
recursos mineros y
ambientales
(Un Estado activo)



Se asume que el proyecto Soto Norte de la empresa Minesa logra obtener las licencias ambientales para comenzar con el proceso de explotación del mineral. Lo anterior debido a que logró responder satisfactoriamente a los requerimientos de la ANLA frente al manejo de aguas asociado al proyecto. De igual manera, la institucionalidad otorgó la licencia de explotación a pesar de las presiones de las comunidades que están en contra de la minería en zonas de paramo y aledaños.

El proyecto entra en operación en 2021 con un horizonte de tiempo a 23 años, con una tasa de producción de 9 toneladas por año.



Gobernanza y
Gobernabilidad
(Un Estado confiable)



Se asume que el Gobierno emprende una lucha frontal contra la minería ilegal desde diferentes ámbitos, sin embargo los altos costos de los operativos, las dificultades de ingreso a las zonas no permiten que se tengan los resultados deseados y la ilegalidad retorne a los niveles vistos antes de 2012.



Grupos sociales
(Un ciudadano
que exige)



La situación de Gobernanza permite que los barequeros entre 2018 y 2035 aumenten progresivamente su producción llegando a 15 toneladas adicionales respecto al escenario base, lo cual significa que en el escenario de divergencia llegarían a una producción total en 2035 de 30 toneladas de oro.



Asuntos
ambientales
(Un bien común)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, las presiones ambientales dificultan al Gobierno el dar vía libre a proyectos de minería legal. Ésta situación hace que, de manera indirecta, la minería ilegal aumenten a los niveles vistos antes de 2012.



Dotación minera y su
conocimiento
(Un conocimiento de todos)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas de conocimiento del potencial geológico.

Escenario 3. Divergencia**Impacto de las fuerzas para el escenario**

Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y
competidores)

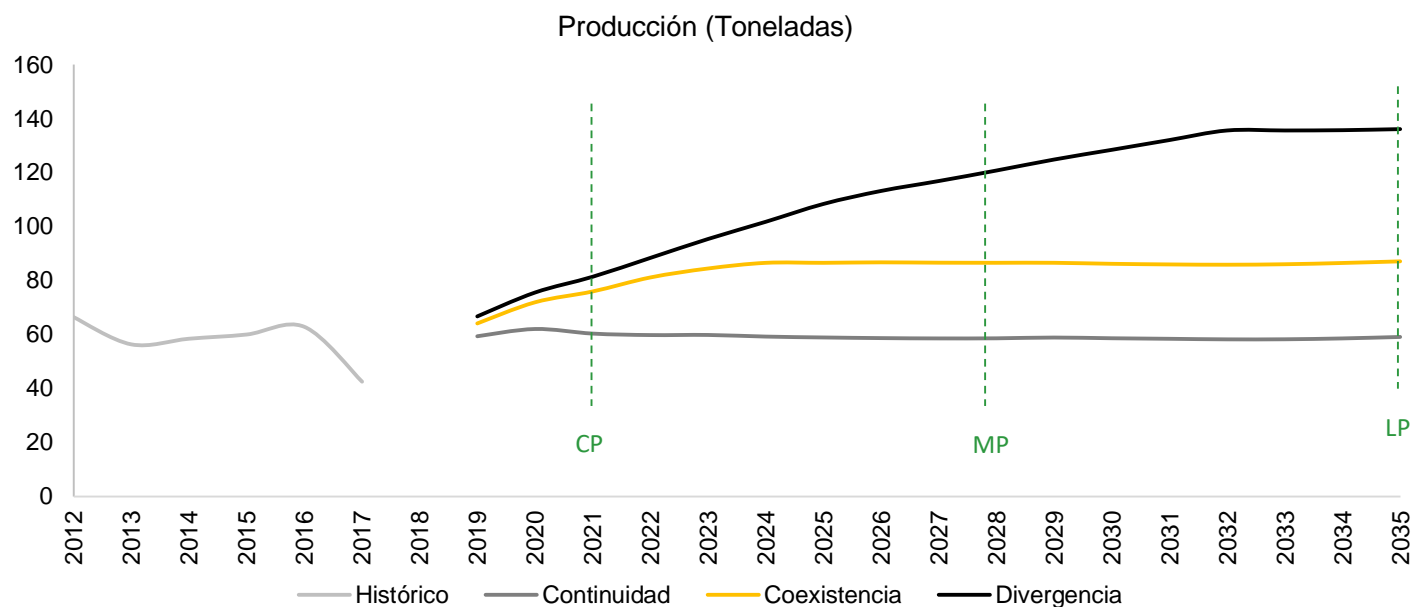


A partir del análisis de los proyectos que se prevén entren en producción en el horizonte a 2035, se realizan las siguientes consideraciones para el escenario divergencia:

- Proyecto Buriticá de Continental Gold entra en operación en 2019 a una tasa promedio de producción de 8,2 toneladas al año, por 14 años. De igual manera, se asume que en 2033 no se les renueva la licencia de ambiental y el proyecto debe suspender operaciones.
- Proyecto Gramlote de AngloGold entra en operación en 2023 produciendo a una tasa de 6 toneladas por año hasta 2035.
- Proyecto Cisneros de Antioquia Gold entra en operación en 2019 por 5 años a una tasa de 0,5 tonelada al año.
- Según proyecciones de CRU, el precio internacional del oro en el escenario de divergencia presenta un crecimiento del 7% entre 2018 y 2035, debido a un estancamiento en la oferta y un aumento en la demanda del mineral.
- Según proyecciones de la UPME el PIB de Minas y Canteras en el escenario pesimista aumentará un 24% entre 2018 y 2035.

Síntesis

Modelo de oferta



Cifras proyección de la producción (cifras en toneladas) – Tabla 1/2

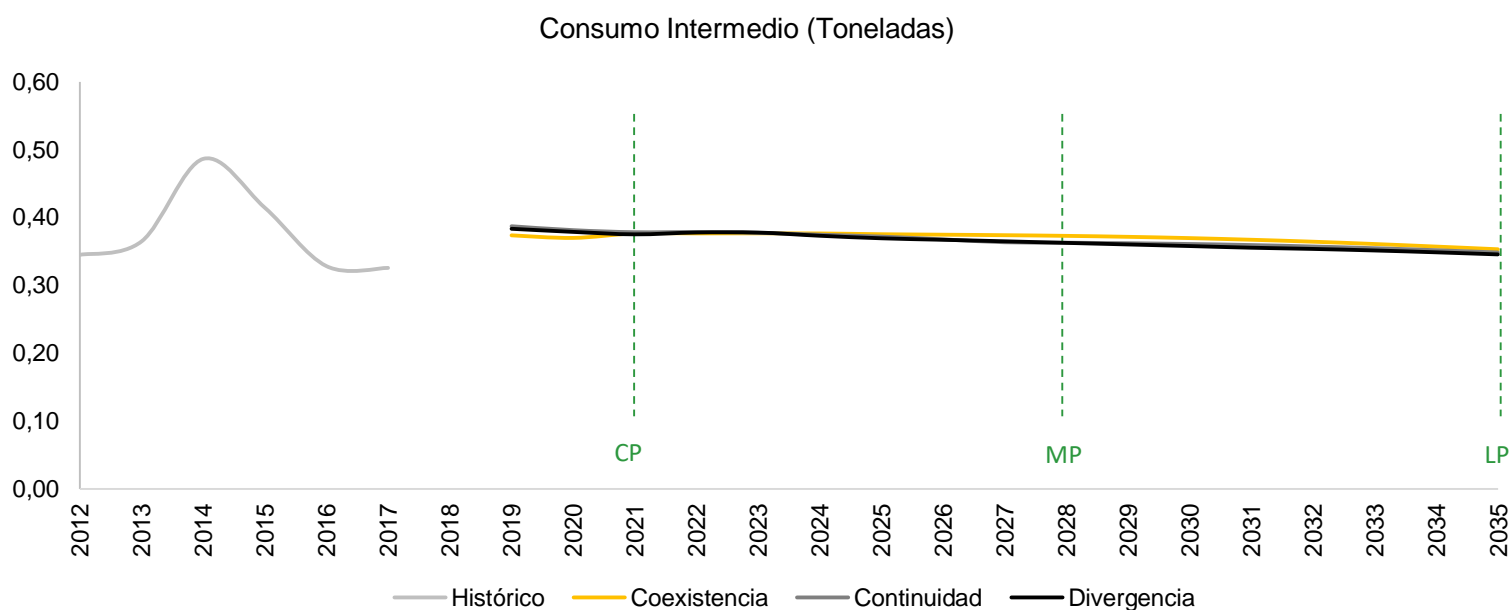
Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	64	72	76	81	84	87	87	87
Continuidad	59	62	60	60	60	59	59	59
Divergencia	67	76	81	88	95	102	108	113

Cifras proyección de la producción (cifras en toneladas) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	87	87	87	86	86	86	86	86	87
Continuidad	59	59	59	59	58	58	58	59	59
Divergencia	117	121	125	128	132	136	136	136	136

Síntesis

Modelo de demanda



Cifras proyección de consumo intermedio (cifras en toneladas) – Tabla 1/2

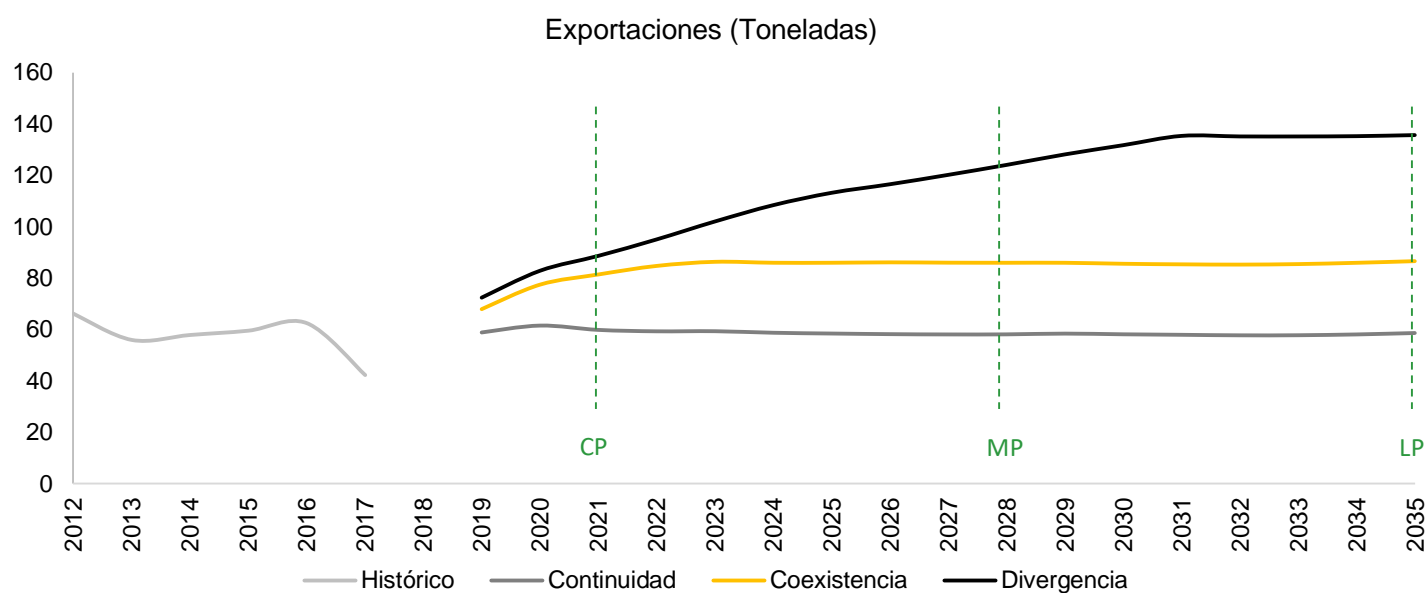
Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	0,37	0,37	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Continuidad	0,39	0,38	0,38	0,38	0,38	0,37	0,37	0,37
Divergencia	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,37	0,37	0,37

Cifras proyección de consumo intermedio (cifras en toneladas) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,36	0,36	0,36	0,35
Continuidad	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,35	0,35
Divergencia	0,37	0,36	0,36	0,36	0,36	0,35	0,35	0,35	0,35

Síntesis

Modelo de demanda



Cifras proyección de exportaciones (cifras en toneladas) – Tabla 1/2

Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	68	78	81	85	86	86	86	86
Continuidad	59	62	60	59	59	59	58	58
Divergencia	72	83	89	95	102	108	113	116

Cifras proyección de exportaciones (cifras en toneladas) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	86	86	86	86	85	85	86	86	87
Continuidad	58	58	58	58	58	58	58	58	59
Divergencia	120	124	128	132	135	135	135	135	136

Níquel



Escenario 1. Continuidad**Colombia 2035: Continuidad**

Febrero, 2035

“Solamente aquel que construye el futuro tiene derecho a juzgar el pasado.”

Friedrich Nietzsche

Las expectativas prometían cambios radicales que impulsarían al Estado hacia una sólida visión; sin embargo, al llegar el 2035, las amenazas no materializadas y las oportunidades no aprovechadas en el sector minero, son las que determinan su realidad. El País es administrado a través de entidades públicas que siguen sin lograr una óptima sincronización, lo que lleva a que en ocasiones las reglas de juego no sean claras y justas para todos.

Premisas modelo de continuidad

El comportamiento histórico de la oferta y la demanda del mineral incluye o muestra el efecto que el estado de las fuerzas motoras han tenido a la fecha sobre el mineral. Por ejemplo los niveles de producción históricos de un mineral acogen el efecto de las fuerzas motoras, si los grupos sociales han tenido un impacto negativo, para un mineral en particular, que ha ocasionado una parada en la producción, este efecto estará representado en la serie histórica como una disminución en la producción en el periodo asociado a dicho evento.

Teniendo en cuenta lo anterior, y considerando que el escenario de continuidad establece que las fuerzas y el comportamiento actual siguen la misma tendencia actual, los modelos de demanda y oferta para este escenario sólo se basan en los modelos matemáticos de proyección de series futuras.

Dichos modelos matemáticos se basan solamente en la información histórica disponible para cada mineral, razón por la cual la proyección va a seguir un comportamiento parecido a la series históricas utilizadas. Lo anterior significa que si en la serie histórica se tienen pendientes positivas fuertes seguidas de pendientes negativas, la proyección también las va a tener.

Adicional, dependiendo de la cantidad de datos históricos que se tengan, se va a ver influenciado la precisión del modelo. Entre mayor sea el tiempo de la proyección, más datos se van a requerir para hacer la proyección, y menos preciso va a ser.

Los casos donde no se realizaron algunas proyecciones, ya sea de producción, importaciones, consumo intermedio o exportaciones es porque: 1) No existen datos: en la información del BOU las cifras son cero. 2) Los datos son marginales: cuando la magnitud de los datos no proporciona una gráfica que ofrezca información adecuada para análisis (dado que, en escala, el contraste con respecto a los otros datos disponibles los hace irrelevante).

Escenario 1. Continuidad**Modelo de proyección de oferta y demanda para Níquel**

Para la construcción del modelo para la proyección de oferta y demanda del Níquel, se consideraron las mismas variables que corresponden al análisis de Balance Oferta / Utilización, es decir, las mismas empleadas por el DANE en el Sistema de Cuentas Nacionales, en el capítulo de Bienes y Servicios, y que están relacionadas con el entregable Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016 realizado en el marco del proyecto.

Para las realizar las proyecciones se utilizaron las fuentes de datos que se describen a continuación, con las respectivas series de datos que se indican al lado de cada una, tanto para oferta como para demanda. El esquema de la información que se presenta a continuación es:

[Tipo de dato]	[fuente]	(serie de tiempo)
Consumo Intermedio	DANE	(2012 - 2016)

Series de datos relativos a DEMANDA

- Consumo Intermedio - DANE (2012 - 2016)
- Variación Existencias - DANE (2012 - 2016)
- Exportaciones - DANE (2012 - 2016)
- Exportaciones - UPME (1991 - 2018)
- Exportaciones - DANE (1992 - 2017)
- Índice Inversión en obras civiles - DANE (1999 - 2017)
- PIB Construcción - DANE (2005 - 2017)
- PIB Construcción de carreteras y vías de ferrocarril, de proyectos de servicio público y de otras obras de ingeniería civil - DANE (2005 - 2017)
- PIB Construcción de edificaciones residenciales y no residenciales - DANE (2005 - 2017)
- Reservas Colombianas de Níquel - CRU (2008 - 2017)
- Reservas Colombianas de Níquel - S&P Global (2018)

Series de datos relativos a OFERTA

- Producción - DANE (2012 - 2016)
- Producción - UPME (1987 - 2017)
- Importaciones - DANE (2012 - 2016)
- Importaciones - UPME (1998 - 2009)
- Regalías - ANM (2012 - 2017)
- Producción acero crudo Colombia - Comité Colombiano de Productores de Acero (2016 - 2018)
- Producción laminados largos Colombia - Comité Colombiano de Productores de Acero (2016 - 2018)
- Importaciones de aceros largos Colombia - Comité de Productores de Acero (2016 - 2018)

Escenario 1. Continuidad**Variables modelo de continuidad**

Considerando que para el Níquel:

- En la oferta, el rubro que lo conforma principalmente es la producción.
- La demanda esta conformada principalmente por las exportaciones. Siendo China nuestro principal destino de exportación.
- El principal uso del Níquel (Ferroníquel) que se produce en Colombia es para la producción de acero inoxidable, principalmente en China.
- En Colombia, la industria del acero utiliza principalmente la chatarra como insumo.

El modelo de oferta va a estar conformado por la producción y el modelo de demanda por las exportaciones.

Las variables utilizadas para el modelo de oferta que se consideraron fueron:

- Producción
- Precio del Níquel
- Producción de acero

Las variables utilizadas para el modelo de demanda que se consideraron fueron:

- Exportaciones
- Producción
- Precio del Níquel

Los modelos requieren de su misma serie para “aprender” su comportamiento histórico y su relación con las otras variables utilizadas. Por lo anterior es que para el modelo de oferta (producción) una de las variables utilizadas es la serie histórica de producción y para el modelo de demanda (exportaciones) una de las variables utilizadas es la serie de exportaciones.

En el modelo de demanda (exportaciones) también se utiliza producción como variable, esto se debe a que en el contexto colombiano la explotación de ferroníquel se hace con fines de exportación, por ende la cantidad a exportar va a estar ligada a las condiciones del mercado internacional y a la capacidad de producción que el país tenga. En este mismo sentido es que los precios de Níquel son una variable que influencia los niveles de producción y exportación de Níquel en el país.

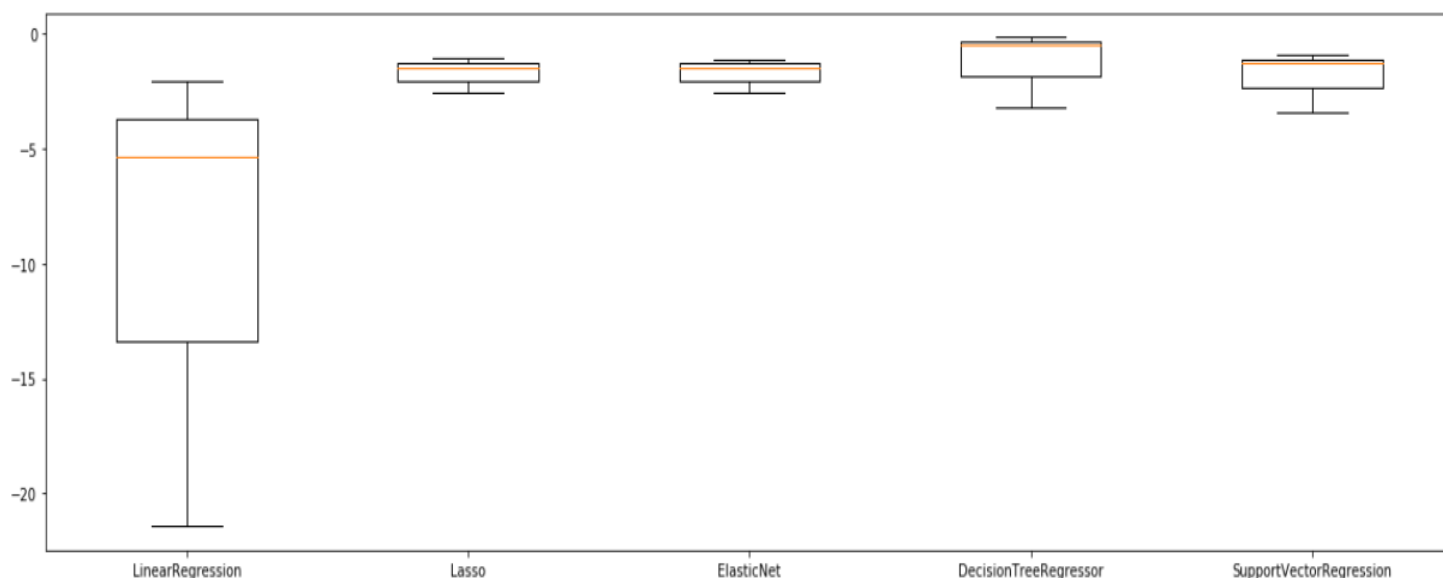
Selección del modelo utilizado

Las proyecciones se realizaron a partir de 5 técnicas diferentes de machine learning con el fin de evaluar cuál de ellas se adapta mejor a los datos históricos que permiten el entrenamiento de los modelos. Adicionalmente, se implementaron técnicas de entrenamiento cruzado de modelos para aprovechar al máximo los datos de entrenamiento (series históricas). Como resultado del entrenamiento cruzado de los modelos, se obtienen diferentes métricas del error (Ej. MSE, RMSE, R^2 , AAE) las cuales son evaluadas con el fin de seleccionar el modelo que de un mejor ajuste hacia los datos.

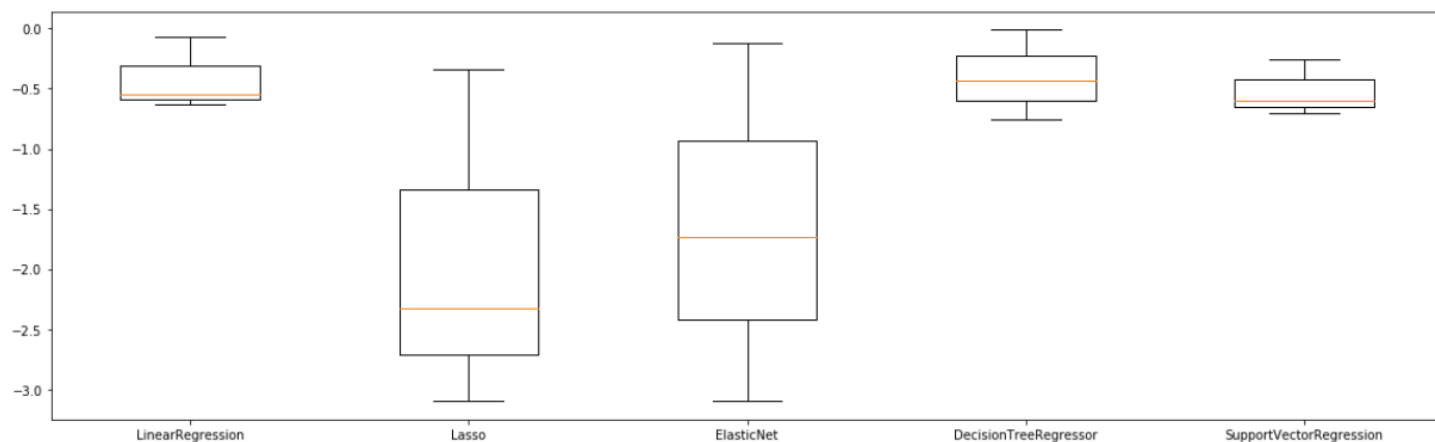
Las siguientes gráficas muestran el MSE obtenido para los 5 modelos en el entrenamiento cruzado para producción y exportaciones. En la de producción se puede ver que los modelos Lasso, Elastic Net y Soporte Vectorial tienen MSE similares lo cual indica que son candidatos para realizar la proyección. Para el modelo de exportaciones, los modelos de Regresión Lineal, de árbol de decisión y Soporte Vectorial tienen MSE similares lo cual indica que son candidatos para realizar la proyección.

Escenario 1. Continuidad

Producción



Exportaciones



Las medidas de error se presentan en los anexos asociados al mineral (ver anexo F)

Se selecciona para el modelo de producción la proyección resultante de la regresión de Soporte Vectorial y para el modelo de exportaciones el de regresión lineal dado que:

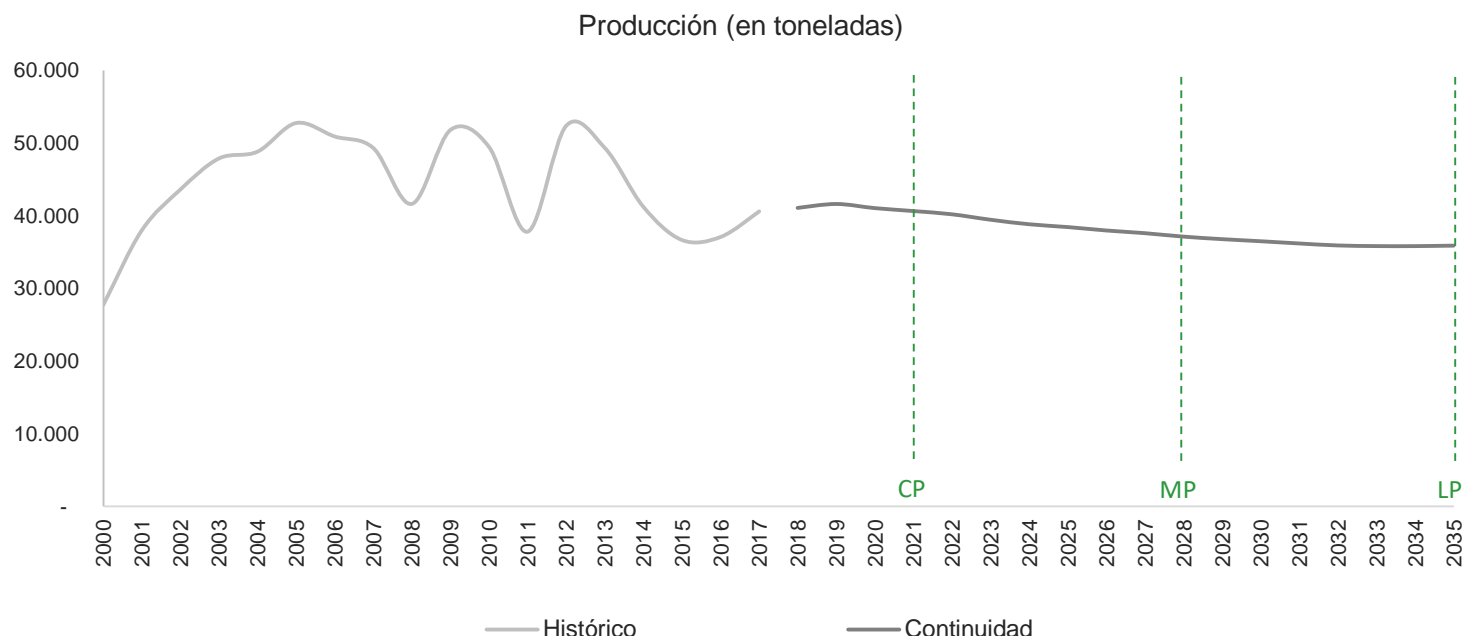
- En ambos casos la regresión seleccionada, de acuerdo a las métricas de error, es un candidato para las proyecciones.
- Los resultados de la regresión de Soporte Vectorial, para producción, y de regresión Lineal, para exportaciones, son los que mejor capturan la tendencia que se espera tenga la producción y exportación de Níquel de acuerdo a consideraciones del yacimiento con el que actualmente cuenta el país.

Escenario 1. Continuidad

Analizando los resultados obtenidos, se observa que el modelo captura la tendencia histórica de los datos para el escenario de continuidad para la producción y exportación de Níquel lo cual genera un aumento superior al esperado para la mina Cerro Matoso (único productor de Níquel en Colombia), teniendo en cuenta la reducción del tenor de Níquel en el yacimiento.

Por lo cual se hace un ajuste porcentual a la serie. Las siguientes gráficas muestran las proyecciones ajustadas según el conocimiento de la U.T., Jhont T Boyd – EY para la producción y exportación de Níquel :

Modelo de oferta



Para las proyecciones, se tiene un valor máximo en 2019 de 41.589 toneladas asociado con la participación del proyecto de La Esmeralda en los registros de producción. Después de 2019, se tiene una disminución gradual en la producción hasta las 35.867 toneladas en 2035, esta disminución gradual se encuentra asociada al agotamiento del yacimiento principal de la mina de Cerro Matoso, así como la disminución gradual del aporte del proyecto de La Esmeralda en la producción total (después de 2019).

En este escenario se considera que el estado de las fuerzas motoras presentado en el documento de balance continúan con la misma tendencia a 2035.

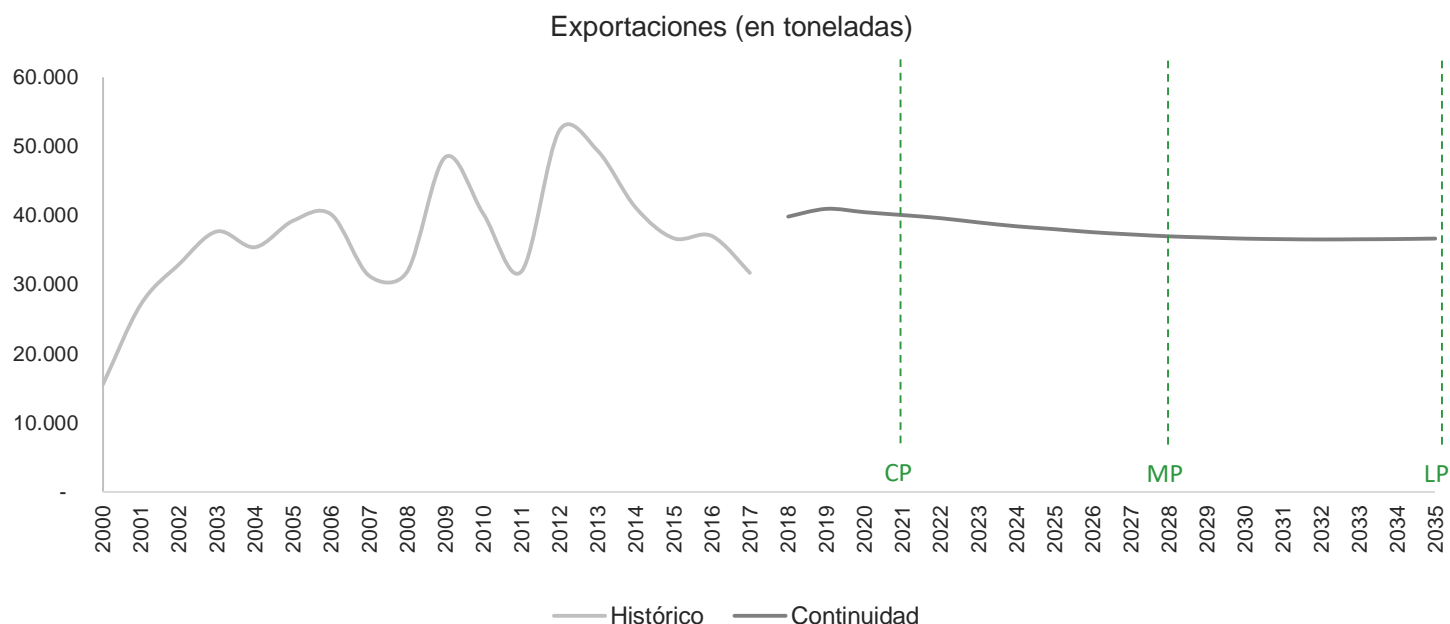
La comunidad se encuentra dividida en su posición con respecto a la explotación de Níquel. Por un lado, las investigaciones sobre el efecto que la explotación de este mineral ha tenido en la salud de la comunidad y en los grupos indígenas arrojó que la empresa había estado cumpliendo con la normatividad y que no había una relación directa entre las enfermedades de la comunidad con la actividad minera.

Sin embargo, hay opiniones de la comunidad que continúan presentando pruebas para demostrar que la explotación en Níquel les ha ocasionado graves problemas de salud. Por otro lado, hay una parte de la comunidad que apoya la explotación debido a que sus ingresos y subsistencia se encuentra ligada con la operación de la mina. Por lo anterior, a pesar de que se siguen presentando inconformidades, estas no han frenado la explotación de este mineral.

Al acercarse la terminación del contrato de Cerro Matoso en 2029, y evidenciarse que la empresa no iba a poder cumplir con la meta de prorroga del contrato, se llegaron a acuerdos entre la empresa y el gobierno para que se pudiera continuar con la explotación y comercialización del mineral.

Escenario 1. Continuidad

Modelo de demanda



Desde el punto de vista de la empresa, los precios internacionales de Níquel permiten mantener sus márgenes de rentabilidad, acompañados de una reestructuración de los costos, han hecho que a pesar de la disminución del tenor del Níquel en el yacimiento siga siendo rentable para la casa matriz la explotación de este mineral en Colombia.

Las exportaciones de este mineral se encuentran apalancadas en los niveles de producción y en las condiciones de mercado, por lo cual presenta el mismo comportamiento que la producción, como se muestra en la siguiente gráfica de exportaciones.

Escenario 2. Coexistencia

Colombia 2035: Coexistencia

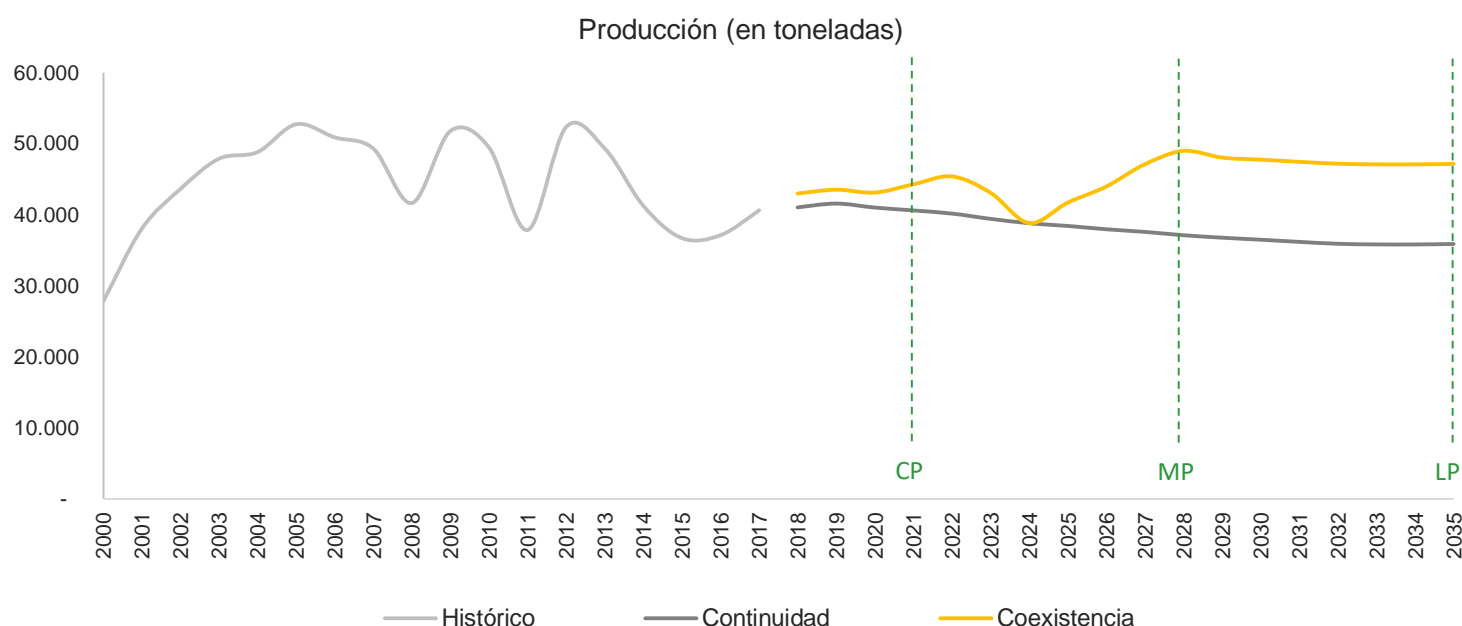
Febrero, 2035

“La mejor forma de predecir el futuro es crearlo”

Peter Drucker

Colombia comprende que la riqueza está en aquello que nos complementa y que la minería responsable con el medio ambiente, las comunidades y con otras actividades que utilicen el suelo, es un instrumento de prosperidad. El equilibrio entre el impulso Estatal, una comunidad constructiva, activa y participante, y una minería apalancada en el conocimiento de su potencial, le permitieron a Colombia avanzar en espirales ascendentes de creación de valor compartido.

Modelo de oferta



En el escenario de coexistencia, se observa una tendencia creciente en la producción de Níquel, alcanzando su máximo en 2028, después del cual se mantiene en una tendencia ligeramente decreciente alrededor de las 47.000 toneladas.

El aumento inicial en la producción, entre 2017 a 2022 se encuentra asociado con el aporte en la producción total de la mina del proyecto de La Esmeralda, la cual para este escenario se espera que tenga un periodo de tiempo igual al promedio de explotación de este tipo de proyectos, aportando en la producción por un periodo de tiempo mayor al estimado en el escenario de continuidad.

Después del 2022 se tiene un decrecimiento entre 2022 y 2024, asociado al decrecimiento del tenor del Níquel en el yacimiento principal y al agotamiento progresivo del proyecto La Esmeralda.

El aumento de la producción a partir de 2025 considera el posible ingreso del proyecto de Planeta Rica. Este aumento se podría dar entre 2025 y 2028, para posteriormente tender hacia un ligero decrecimiento, asociado a las condiciones del yacimiento, en valores alrededor de las 47.000 toneladas.

En este escenario se considera que con la participación de La Esmeralda por un periodo mayor de tiempo y la posible factibilidad del proyecto Planeta Rica, le permite a la mina de Cerro Matoso mantener su producción por encima de las 40.000 toneladas y cumplir con la meta contractual para prorrogar el contrato a 2044.

El aporte en la producción del proyecto de la Esmeralda y la entrada del proyecto de Planeta Rica, se pueden dar por unas mejores características de estos yacimientos, principalmente en lo referente al tenor del Níquel con el que cuentan.

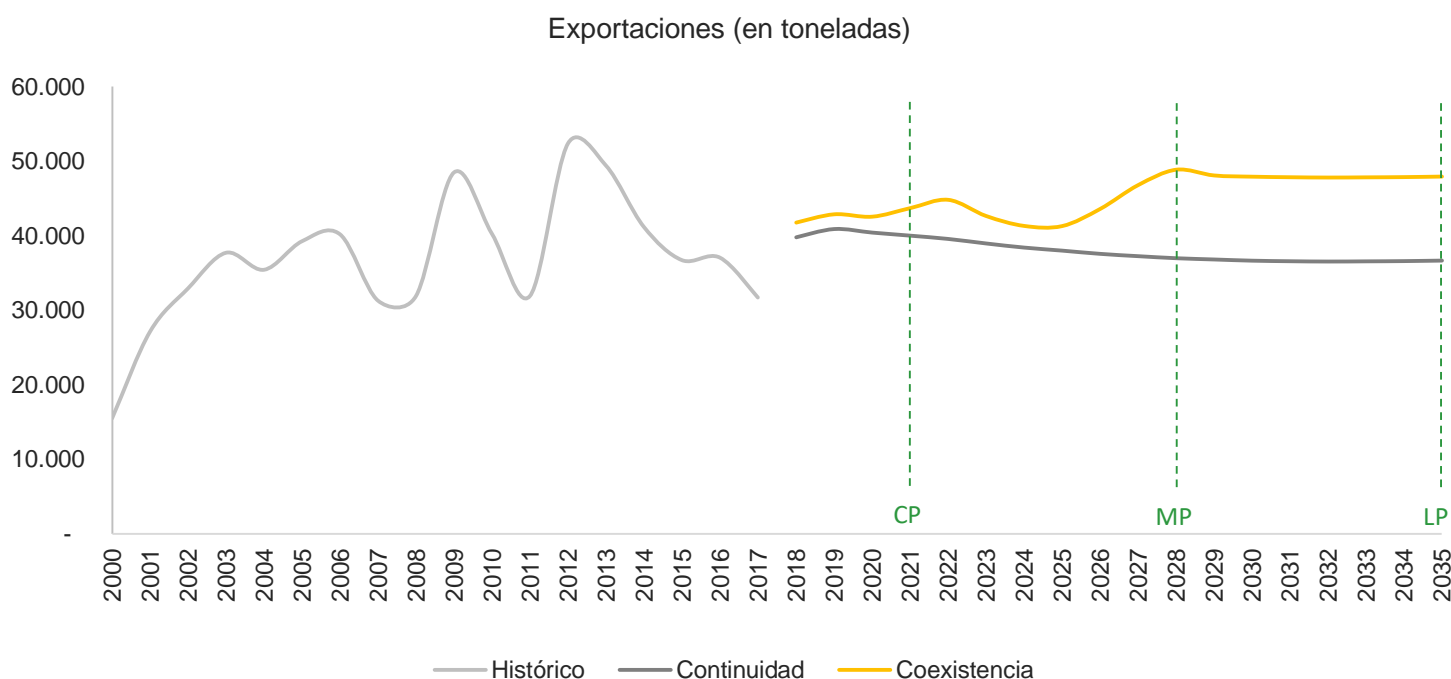
Escenario 2. Coexistencia

Estas posibles características en los yacimientos de los proyectos anteriormente mencionados, apoyados en unas condiciones de mercado favorables habrían impulsado el aumento de la producción de Níquel.

En relación al aspecto social, podría darse que en las investigaciones con relación al efecto de la explotación minera sobre la salud de la comunidad, han dado como resultado que no hay una relación directa entre la operación minera y los problemas de salud de las comunidades aledañas a la mina.

Adicional, los buenos resultados de la empresa le han permitido aumentar el valor en inversión social que realizan. Las anteriores dos situaciones, añadidas al aporte en la economía local de la operación de la mina y los proyectos nacionales realizados con el aporte de las regalías, permiten que los grupos sociales tengan una percepción positiva sobre el desarrollo de esta operación, permitiendo el desarrollo de nuevos proyectos, como el de Planeta Rica.

Modelo de demanda



Para el escenario de coexistencia se tiene que las exportaciones presentan una tendencia creciente, con un comportamiento similar a la producción. Este aumento en las exportaciones se podría encontrar apalancado en:

- El aumento de la producción, dado que la totalidad de la producción de la mina se exporta.
- La revolución tecnológica ha apalancado un aumento en la demanda de Níquel, que ha ocasionado un aumento progresivo en los precios de Níquel a nivel internacional, y ha impulsado el aumento en las exportaciones de este mineral en Colombia. Es importante tener en cuenta que por las condiciones geológicas del yacimiento, el uso del Níquel explotado en Colombia es principalmente para la producción de acero.
- Lo anterior podría generar unas condiciones de mercado que impulsarían la producción y la exploración de nuevos yacimientos en Colombia.

Escenario 2. Coexistencia

Impacto de las fuerzas para el escenario



Posición estatal ante recursos mineros y ambientales
(Un Estado activo)



El supuesto principal en este escenario es que el gobierno tiene una visión de desarrollo minero sostenible, que ha permitido un mejor desarrollo en el proceso de obtención de licencias ambientales y la concesión de los títulos. Lo anterior soporta que en este escenario la fuerza tenga un efecto positivo sobre la proyección.

Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- Entrada en funcionamiento del proyecto de Planeta Rica en 2025.
- Aplicación de la prórroga del contrato a 2044.



Gobernanza y Gobernabilidad
(Un Estado confiable)



Una mejor gobernanza en la zona de explotación minera habilitaría una mayor comunicación entre las comunidades, la mina y el gobierno. Lo anterior podría permitir que se lleguen a acuerdos entre las partes, que podrían incluir un aumento de la inversión social de la empresa en las comunidades aledañas.

Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- Entrada en funcionamiento del proyecto de Planeta Rica en 2025.
- Promoción de los beneficios que la explotación del mineral ha traído para la comunidad.
- Promoción y control del impacto ambiental de la explotación minera en la zona.
- Aplicación de la prórroga del contrato a 2044.



Grupos sociales
(Un ciudadano que exige)



Otro supuesto relacionado con este escenario es que los grupos sociales presentan en su mayoría una posición de apoyo a la explotación del mineral, dadas las acciones de mejora en las relaciones con la comunidad que han implementado el gobierno y la empresa.

Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- Entrada en funcionamiento del proyecto de Planeta Rica en 2025. Si la comunidad apoya el proyecto no va a promover una consulta popular u otro mecanismo legal que detenga o demore mas de lo esperado la entrada en operación del proyecto.
- No se presentan paros en la operación de la mina asociados con protestas de la comunidad en contra de la explotación minera.
- Aplicación de la prórroga del contrato a 2044.

Escenario 2. Coexistencia



Asuntos
ambientales
(Un bien común)



La empresa, por política desde la casa matriz, podría aumentar sus acciones de mitigación y protección ambiental, relacionadas especialmente con el tratamiento de subproductos de la operación minera. La mejora en el cuidado ambiental y en el relacionamiento con la comunidad contribuiría al apoyo de la comunidad con el proyecto minero.

Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- Entrada en funcionamiento del proyecto de Planeta Rica en 2025.
- En las investigaciones realizadas no se encuentran pruebas de que la operación de la mina genere problemas de salud en la comunidad.
- Aplicación de la prórroga del contrato a 2044.



Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y competidores)



Posibles condiciones de mercado favorables para la explotación de Níquel en Colombia, que podrían estar impulsadas por el crecimiento de los avances tecnológicos asociados a la revolución industrial 4.0, que aumentaría el consumo de Níquel generando una presión en la demanda que conllevaría a un aumento de los precios internacionales del Níquel que directamente influyen en la producción de Ferroníquel.

Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- Entrada en funcionamiento del proyecto de Planeta Rica en 2025.
- Aplicación de la prórroga del contrato a 2044.



Dotación minera y su
conocimiento
(Un conocimiento de todos)



Las condiciones del yacimiento de Planeta Rica después del proceso de análisis de factibilidad, podría tener las características geológicas (tenor/ reservas) requeridas para que la explotación sea viable desde la perspectiva económica. Así mismo, el proyecto de La Esmeralda podría contar con la capacidad suficiente para mantener la producción por encima de las 39.000 toneladas anuales hasta 2022.

Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- Entrada en funcionamiento del proyecto de Planeta Rica en 2025.
- Período de aporte del proyecto La Esmeralda a la producción total de Níquel. De 2017 a 2022.
- Aplicación de la prórroga del contrato a 2044.

Escenario 3. Divergencia

Colombia 2035: Divergencia

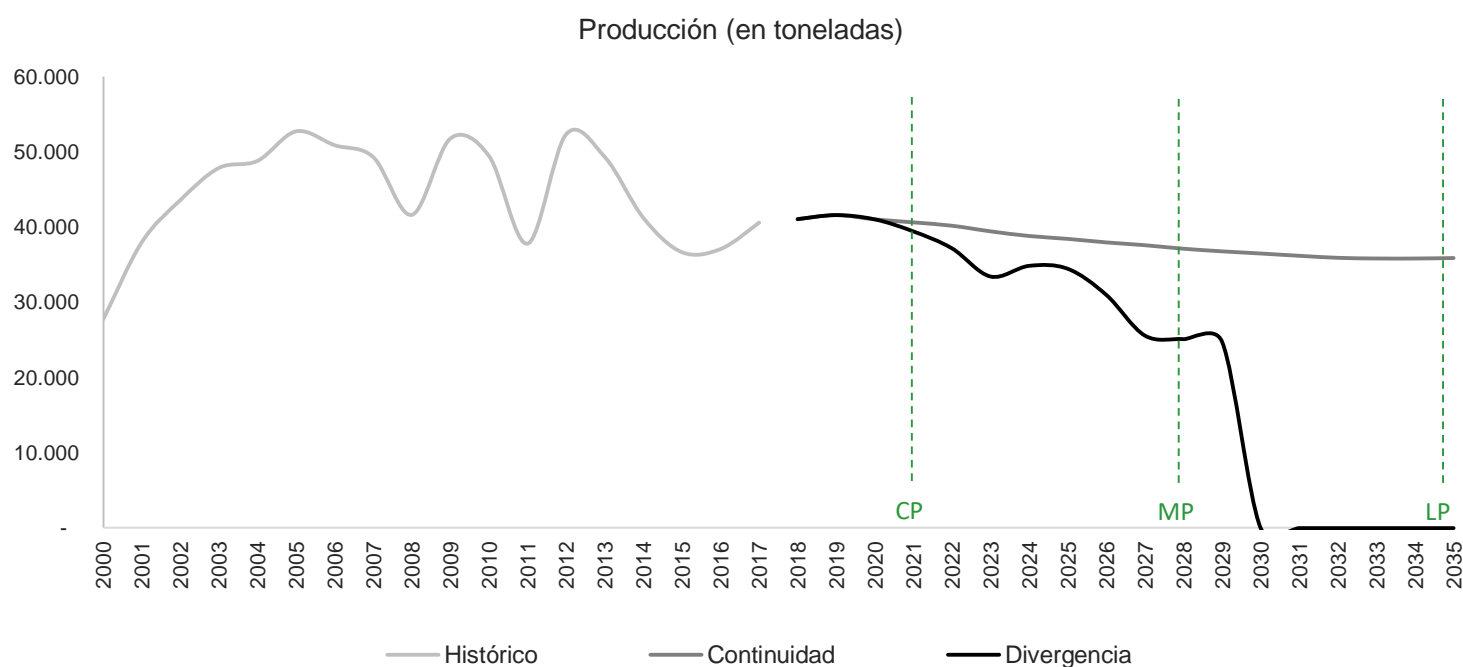
Febrero, 2035

“Si el ritmo de cambio de afuera excede el ritmo de cambio al interior, el fin esta cerca ”

Jack Welch

La perspectiva de futuro donde la actividad minería era boyante y aportaba los recursos necesarios para apalancar el progreso del País, se disolvió entre actores de integridad cuestionable y el aire insalubre que ahoga al mundo. Fracasaron los esfuerzos en pro del desarrollo sostenible y se materializa la distopía. Algunos piensan que perdieron los mineros, pero la verdad es que todos perdimos un poco... o todo.

Modelos de oferta

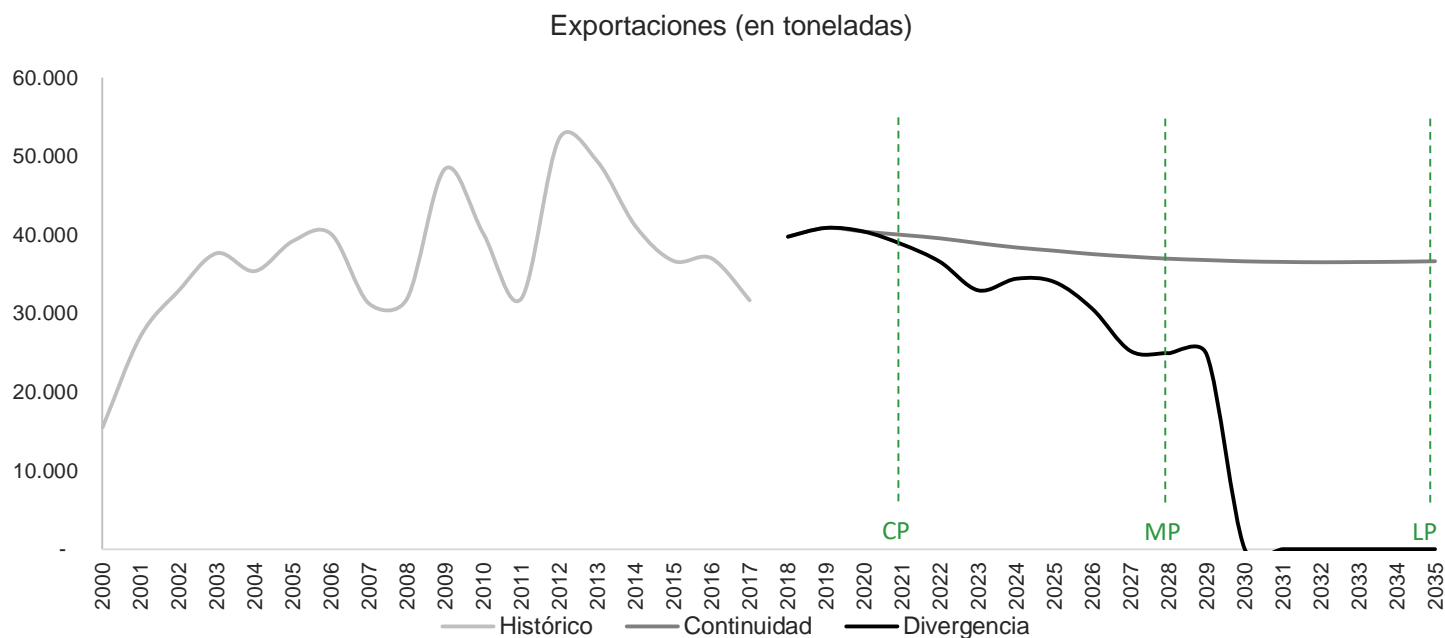


En el escenario de divergencia, se observa una tendencia decreciente en la producción de Níquel, hasta alcanzar un valor alrededor de las 24.000 toneladas en 2029. El anterior comportamiento se encuentra asociado con los siguientes supuestos:

- ✓ El proyecto La Esmeralda disminuye su capacidad de producción después de 2019.
- ✓ El resultado de los estudios de factibilidad sobre el proyecto de Planeta Rica dan como resultado que el yacimiento no es económicamente viable.
- ✓ Cerro Matoso no alcanza la meta contractual, razón por la cual no se aplica la prórroga a 2044, generando la terminación del contrato en 2029.
- ✓ La estructura de costos versus las condiciones de mercado disminuyen la rentabilidad de la explotación del mineral, lo que genera un desinterés por parte de la casa matriz en la continuidad del contrato de explotación.
- ✓ Se comprueba que las operaciones en la mina han afectado la salud de las comunidades aledañas, lo que ha generado presión en el gobierno y en la empresa para no renovar el contrato de explotación de Níquel.

Escenario 3. Divergencia

Modelo de demanda



Para el escenario de divergencia se tiene que las exportaciones presentan una tendencia decreciente, con un comportamiento similar a la producción. Este comportamiento está dado en que independientemente de las condiciones de mercado, la exportación está relacionada con la capacidad de producción, por lo cual, al disminuir la producción las exportaciones también disminuyen.

Adicional, el ferroníquel tiene varios sustitutos para la elaboración de acero (p.ej. Arrabio de Níquel), lo que contribuiría a que las condiciones de mercado decaigan y no sean buenas para nuevos proyectos en relación a este mineral.

Escenario 3. Divergencia**Impacto de las fuerzas para el escenario**

Posición estatal ante
recursos mineros y
ambientales
(Un Estado activo)



Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- No se crean nuevos acuerdos para evitar la terminación del contrato en 2029.



Gobernanza y
Gobernabilidad
(Un Estado confiable)



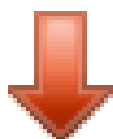
Una disminución en la gobernanza en la zona de explotación minera ha contribuido a la disminución en la comunicación entre las comunidades, la mina y el gobierno. Lo anterior podría evitar que se lleguen a acuerdos entre las partes.

Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- No se crean nuevos acuerdos para evitar la terminación del contrato en 2029.



Grupos sociales
(Un ciudadano
que exige)



Rechazo a la explotación del mineral, que podría estar dado principalmente por la comprobación de la afectación a la salud de la comunidad por la explotación minera.

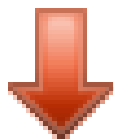
Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- Se comprueba que las operaciones en la mina han afectado la salud de las comunidades aledañas, lo que ha generado presión en el gobierno y en la empresa para no renovar el contrato de explotación de Níquel.
- Cerro Matoso no alcanza la meta contractual, razón por la cual no se aplica la prórroga a 2044, generando la terminación del contrato en 2029.

Escenario 3. Divergencia



Asuntos
ambientales
(Un bien común)

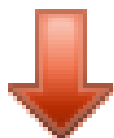


Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- Se comprueba que las operaciones en la mina han afectado la salud de las comunidades aledañas, lo que ha generado presión en el gobierno y en la empresa para no renovar el contrato de explotación de Níquel.
- Cerro Matoso no alcanza la meta contractual, razón por la cual no se aplica la prórroga a 2044, generando la terminación del contrato en 2029



Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y
competidores)



Condiciones de mercado desfavorables para la explotación de Níquel en Colombia, que podrían estar impulsados por un aumento de los costos de explotación por el agotamiento progresivo del yacimiento, la reducción de altos tenores y el aumento de sustitutos para la producción de acero, con valores inferiores al precio de Níquel.

Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- Cerro Matoso no alcanza la meta contractual, razón por la cual no se aplica la prórroga a 2044, generando la terminación del contrato en 2029
- La estructura de costos versus las condiciones de mercado disminuyen la rentabilidad de la explotación del mineral, lo que genera un desinterés por parte de la casa matriz en la continuidad del contrato de explotación.



Dotación minera y su
conocimiento
(Un conocimiento de todos)



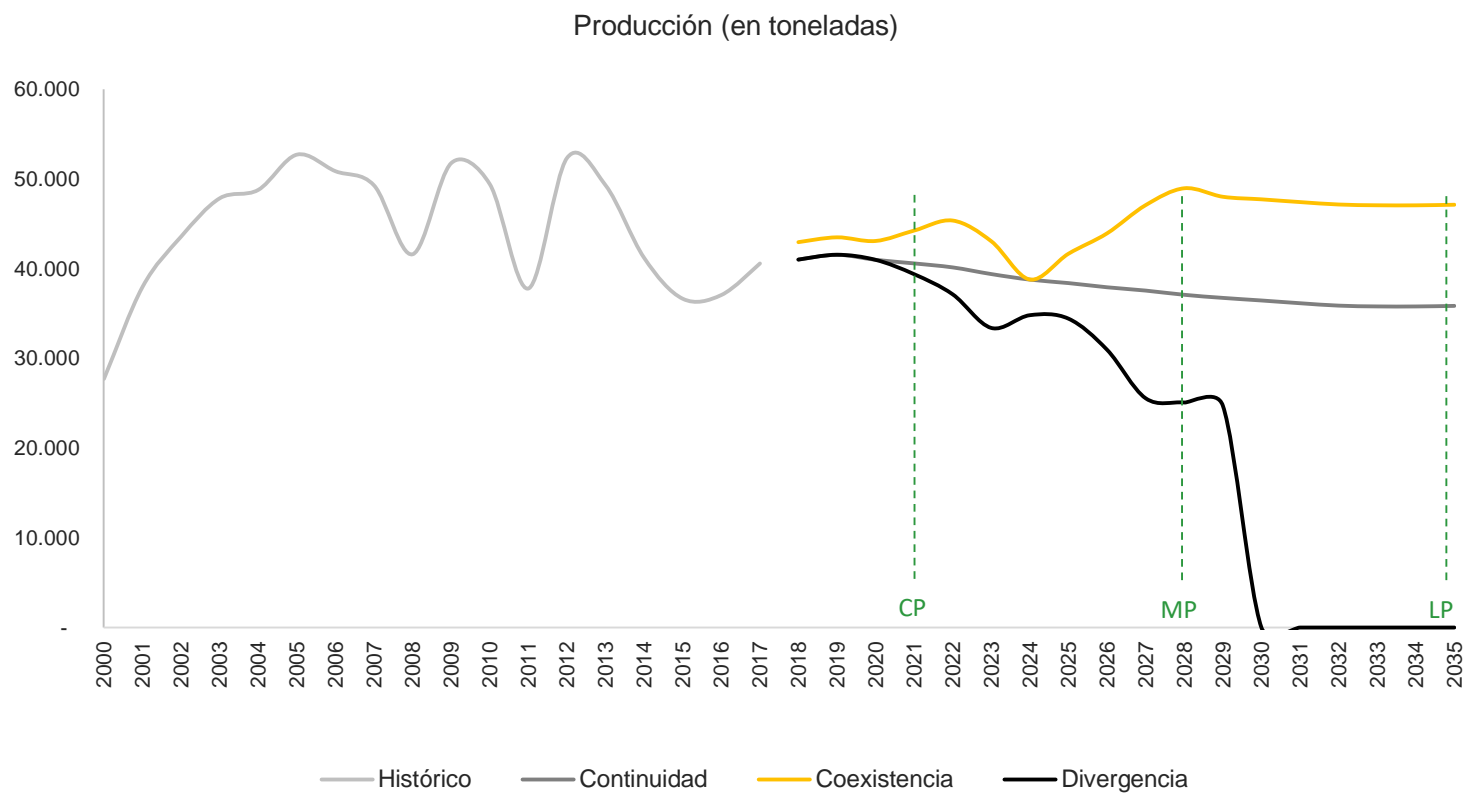
Las condiciones del yacimiento de Planeta Rica después del proceso de análisis de factibilidad, podrían no tener las características geológicas (tenor/ reservas) requeridas para que la explotación sea viable desde la perspectiva económica.

Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- El proyecto La Esmeralda disminuye su capacidad de producción después de 2019.
- El resultado de los estudios de factibilidad sobre el proyecto de Planeta Rica dan como resultado que el yacimiento no es económicamente viable.
- Cerro Matoso no alcanza la meta contractual, razón por la cual no se aplica la prórroga a 2044, generando la terminación del contrato en 2029.
- La estructura de costos versus las condiciones de mercado disminuyen la rentabilidad de la explotación del mineral, lo que genera un desinterés por parte de la casa matriz en la continuidad del contrato de explotación.

Síntesis

Modelo de oferta



Cifras proyección de la producción (cifras en toneladas) – Tabla 1/2

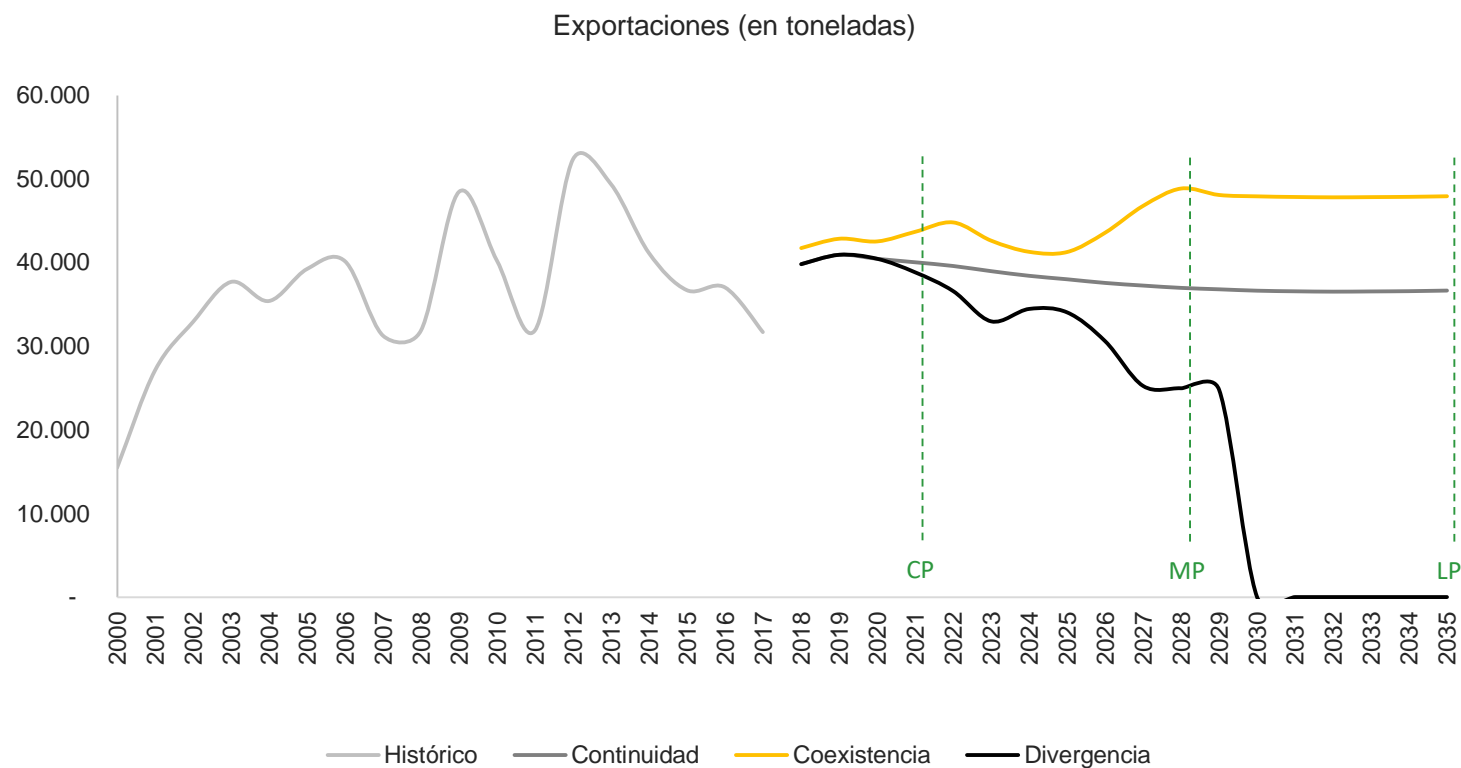
Escenario	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	42.985	43.524	43.115	44.281	45.401	43.086	38.806	41.690	43.968
Continuidad	41.051	41.589	41.023	40.621	40.172	39.425	38.806	38.419	37.950
Divergencia	41.051	41.589	41.023	39.421	37.172	33.425	34.846	34.459	30.990

Cifras proyección de la producción (cifras en toneladas) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	47.128	49.012	48.062	47.773	47.467	47.197	47.109	47.104	47.169
Continuidad	37.577	37.106	36.760	36.471	36.165	35.895	35.807	35.802	35.867
Divergencia	25.577	25.106	24.760	0	0	0	0	0	0

Síntesis

Modelo de demanda



Cifras proyección de las exportaciones (cifras en toneladas) – Tabla 1/2

Escenario	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	41.729	42.847	42.526	43.678	44.803	42.618	41.277	41.257	43.568
Continuidad	39.794	40.912	40.434	40.017	39.573	38.957	38.401	37.987	37.550
Divergencia	39.794	40.912	40.434	38.817	36.573	32.957	34.441	34.027	30.590

Cifras proyección de las exportaciones (cifras en toneladas) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	46.786	48.865	48.091	47.927	47.852	47.810	47.837	47.869	47.939
Continuidad	37.235	36.959	36.788	36.625	36.550	36.508	36.534	36.567	36.637
Divergencia	25.235	24.959	24.788	0	0	0	0	0	0

Bauxita



Escenario 1. Continuidad

Colombia 2035: Continuidad

Febrero, 2035

“Solamente aquel que construye el futuro tiene derecho a juzgar el pasado.”

Friedrich Nietzsche

Las expectativas prometían cambios radicales que impulsarían al Estado hacia una sólida visión; sin embargo, al llegar el 2035, las amenazas no materializadas y las oportunidades no aprovechadas en el sector minero, son las que determinan su realidad. El País es administrado a través de entidades públicas que siguen sin lograr una óptima sincronización, lo que lleva a que en ocasiones las reglas de juego no sean claras y justas para todos.

Premisas modelo de continuidad

El comportamiento histórico de la oferta y la demanda del mineral incluye o muestra el efecto que el estado de las fuerzas motoras han tenido a la fecha sobre el mineral. Por ejemplo los niveles de producción históricos de un mineral acogen el efecto de las fuerzas motoras, si los grupos sociales han tenido un impacto negativo, para un mineral en particular, que ha ocasionado una parada en la producción, este efecto estará representado en la serie histórica como una disminución en la producción en el periodo asociado a dicho evento.

Teniendo en cuenta lo anterior, y considerando que el escenario de continuidad establece que las fuerzas y el comportamiento actual siguen la misma tendencia actual, los modelos de demanda y oferta para este escenario sólo se basan en los modelos matemáticos de proyección de series futuras.

Dichos modelos matemáticos se basan solamente en la información histórica disponible para cada mineral, razón por la cual la proyección va a seguir un comportamiento parecido a la serie históricas utilizadas. Lo anterior significa que si en la serie histórica se tienen pendientes positivas fuertes seguidas de pendientes negativas, la proyección también las va a tener. Así mismo, si la información histórica en su mayoría se mantiene en un rango de valores determinado, el modelo va a tender a estar alrededor de ese rango de valores.

Adicional, dependiendo de la cantidad de datos históricos que se tengan, se va a ver influenciado la precisión del modelo. Entre mayor sea el tiempo de la proyección, más datos se van a requerir para hacer la proyección, y menos preciso va a ser.

Los casos donde no se realizaron algunas proyecciones, ya sea de producción, importaciones, consumo intermedio o exportaciones es porque: 1) No existen datos: en la información del BOU las cifras son cero. 2) Los datos son marginales: cuando la magnitud de los datos no proporciona una gráfica que ofrezca información adecuada para análisis (dado que, en escala, el contraste con respecto a los otros datos disponibles los hace irrelevante).

Nota: No se identifican proyectos que actualmente se encuentren en fase de exploración/explotación del mineral. Las proyecciones se realizan con información suministrada por el DANE por solicitud de la UPME.

Escenario 1. Continuidad

Modelo de proyección de oferta y demanda para Bauxita

Para la construcción del modelo para la proyección de oferta y demanda de Bauxita, se consideraron las variables que corresponden al análisis de Balance Oferta / Utilización, es decir, las mismas empleadas por el DANE en el Sistema de Cuentas Nacionales, en el capítulo de Bienes y Servicios, y que están relacionadas con el entregable Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016 realizado en el marco del proyecto.

Para las realizar las proyecciones se utilizaron las fuentes de datos que se describen a continuación, con las respectivas series de datos que se indican al lado de cada una, tanto para oferta como para demanda. Es esquema de la información es el siguiente:

[Tipo de dato]	[fuente]	(serie de tiempo)
Consumo Intermedio	DANE	(2012 - 2016)

Series de datos relativos a OFERTA

- Producción - DANE
- Importaciones - DANE
- Producción - ANM
- Importaciones Bauxita Categoría 100: Bauxita en Bruto
- Importaciones Bauxita categoría 101, 108 y 109: Bauxita procesada - DANE
- Importaciones FOB Categoría 100: Bauxita en Bruto - DANE
- Importaciones FOB Categoría 101, 108 y 109: Bauxita procesada - DANE
- Importaciones CIF categoría 100: Bauxita en Bruto - DANE
- Importaciones CIF Categoría 101, 108 y 109: Bauxita procesada - DANE

Series de datos relativos a DEMANDA

- Consumo Intermedio - DANE
- Variación Existencias - DANE
- Exportaciones - DANE
- Valor FOB Exportaciones
- PIB Minerales Minas y Canteras Base – UPME
- PIB Minerales Minas y Canteras Optimista - UPME
- PIB Minerales Minas y Canteras Pesimista - UPME
- PIB Minerales Minas y Canteras Alterna - UPME

Escenario 1. Continuidad**Variables modelo de continuidad**

Para Bauxita, a partir del balance del DANE, se considera que las variables más importantes son: Producción por el lado de la oferta y exportaciones en la demanda. En una menor medida el consumo intermedio es una variable que tiene afectación sobre la demanda del mineral. Teniendo en cuenta lo anterior, las series seleccionadas para proyectar fueron:

Producción	Exportaciones
<ul style="list-style-type: none"> • PIB Minerales Minas y Canteras Base (ajustado) – UPME 	<ul style="list-style-type: none"> • PIB Minerales Minas y Canteras Base (ajustado) – UPME

El criterio de selección de las variables fue:

- El valor absoluto de la correlación de las series seleccionadas fue superior al 0,4% en todos los casos
- El PIB de Minas y Canteras recoge información de producción y entorno de mercado del sector minero en Colombia.
- Como explicará más adelante, dado que Colombia no produce Bauxita, es necesario establecer una medida que permita establecer una línea de base para el ejercicio matemático de simulación, de ahí la variable seleccionada.

Las proyecciones se realizaron a partir de 5 técnicas diferentes de machine learning con el fin de evaluar cuál de ellas se adapta mejor a los datos históricos que permiten el entrenamiento de los modelos.

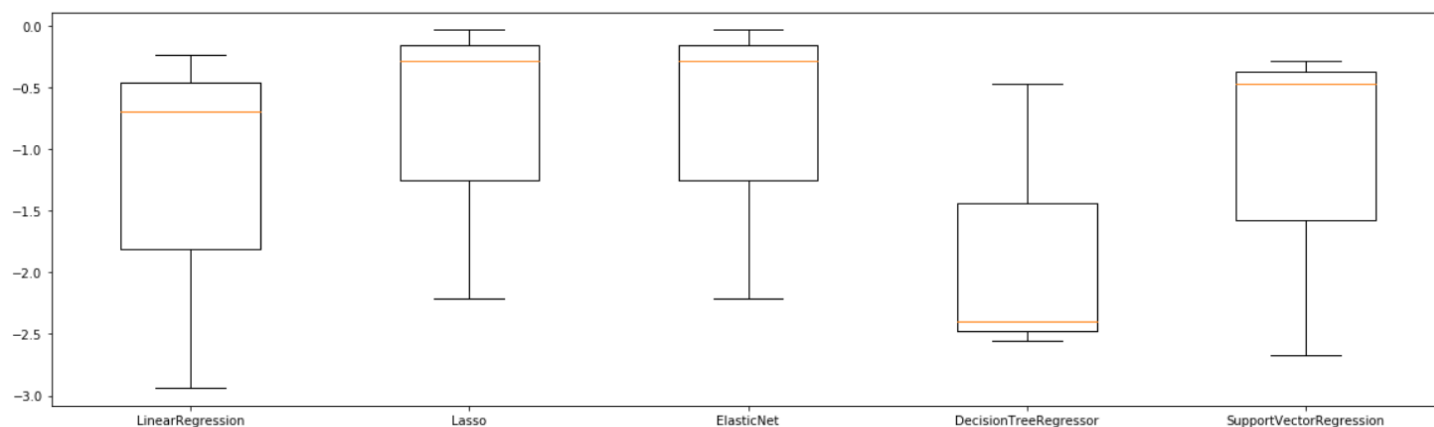
Adicionalmente, se implementaron técnicas de entrenamiento cruzado de modelos para aprovechar al máximo los datos de entrenamiento (series históricas). Como resultado del entrenamiento cruzado de los modelos, se obtienen diferentes métricas del error (Ej. MSE, RMSE, R^2 , AAE) las cuales son evaluadas con el fin de seleccionar el modelo que de un mejor ajuste hacia los datos.

La siguiente gráfica muestra el MSE obtenido para los 5 modelos en el entrenamiento cruzado, en ella se puede ver que los modelos Lasso, Elastic Net y Soporte Vectorial tienen MSE similares lo cual indica que son candidatos para realizar la proyección.

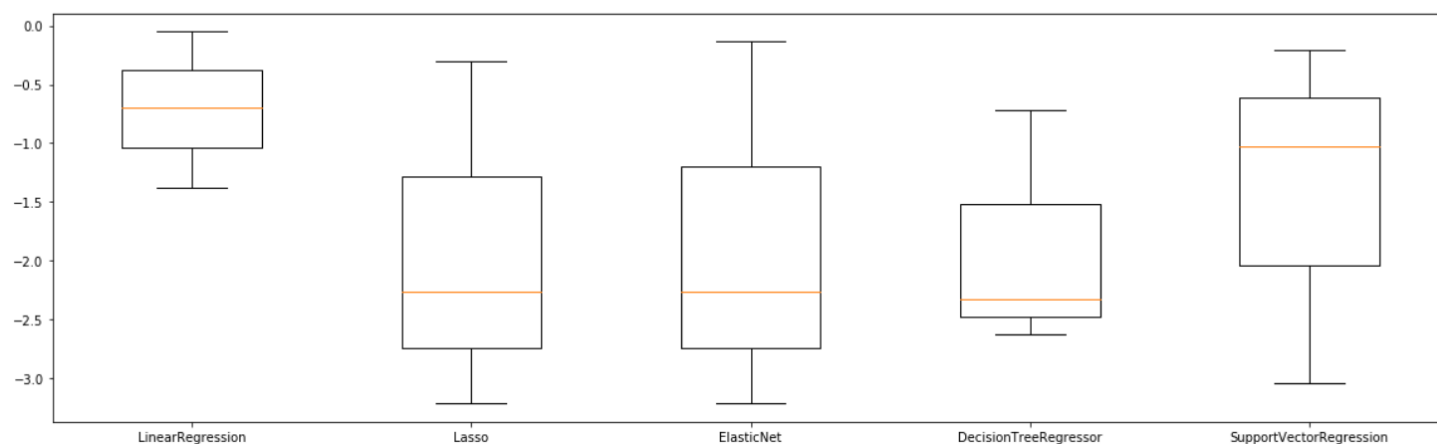
En cada uno de los gráficos se presenta una línea que indica el estado de las proyecciones a corto plazo (CP), calculado a 2021, mediano plazo (MP) calculado a 2028 y largo plazo (LP) calculado a 2035.

Escenario 1. Continuidad**Producción de Bauxita (seleccionada Support Vector Regression)**

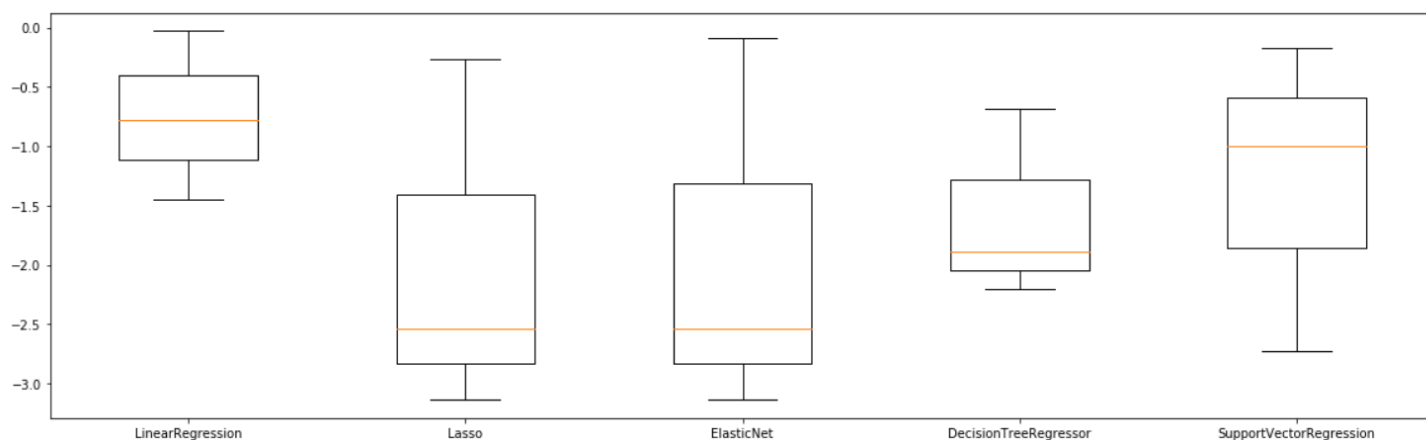
Compración de algoritmos con datos estandarizados

**Importaciones de Bauxita (seleccionada Support Vector Regression)**

Compración de algoritmos con datos estandarizados

**Consumo intermedio de Bauxita (seleccionada Support Vector Regression)**

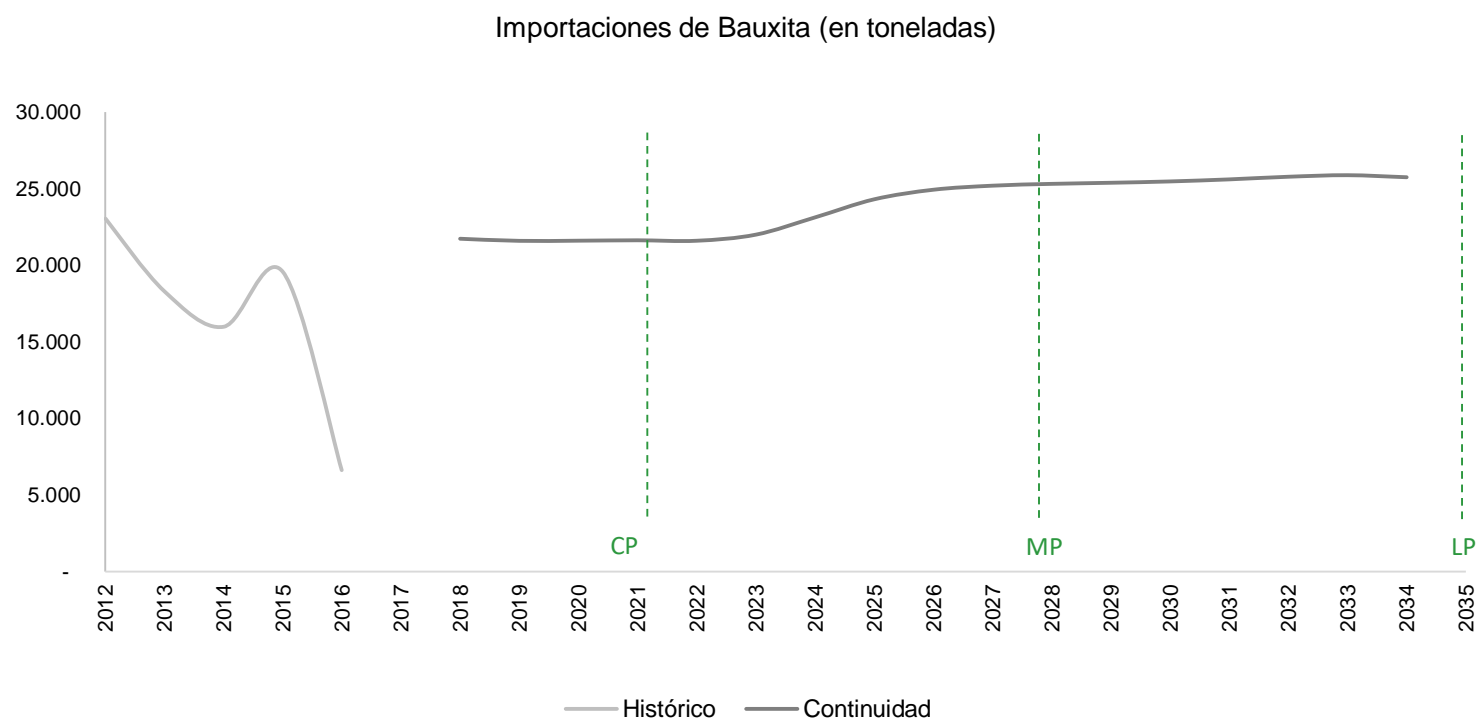
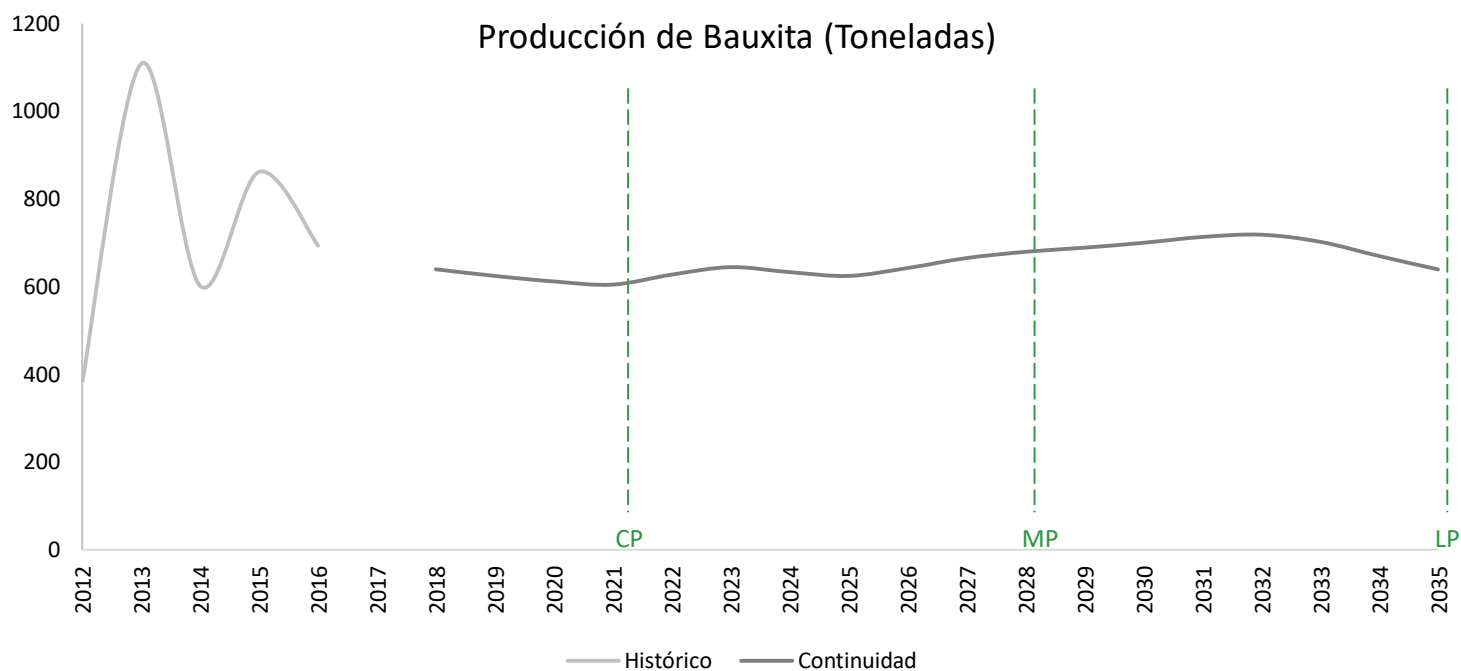
Compración de algoritmos con datos estandarizados



Las medidas de error se presentan en los anexos asociados al mineral (ver anexo G)

Escenario 1. Continuidad

Las curvas resultantes, de acuerdo al modelo seleccionado para cada serie, son:

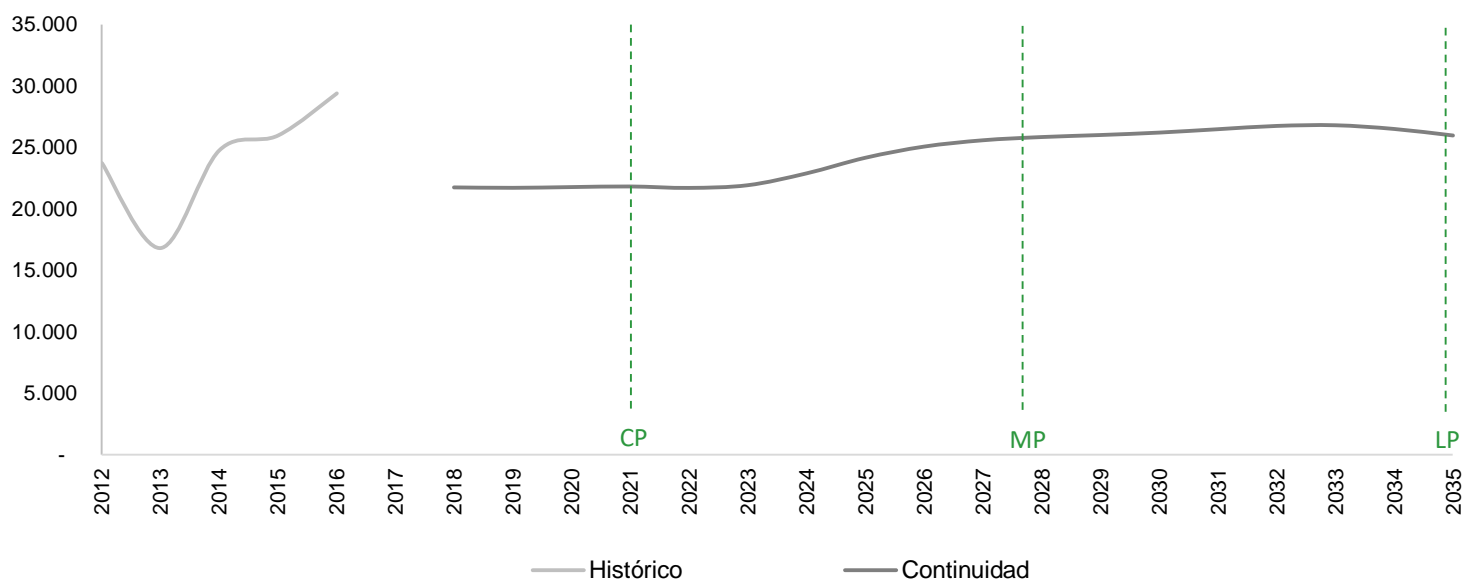
Modelo de oferta

Escenario 1. Continuidad

Las curvas resultantes, de acuerdo al modelo seleccionado para cada serie, son:

Modelo de demanda

Consumo intermedio de Bauxita (en toneladas)



Escenario 1. Continuidad

Premisas para el análisis de la Bauxita:

La primera consideración es que Colombia no es un gran país productor de bauxita. La producción ha sido marginal en los municipios de Buenos Aires, Cauca y Jamundí, Valle del Cauca. El material extraído en estos municipios se ha utilizado en la fabricación de sulfato de aluminio tipo B.

Según estudios de la Universidad Nacional de Colombia, la producción de aluminio se presenta como resultado de procesos de reciclaje, el cual se realiza básicamente mediante la separación y clasificación de residuos para la remoción de impurezas, y así obtener un metal de calidad semejante a la del primario. En tal sentido, la producción e importaciones de bauxita no se utilizan para la fabricación de aluminio, sino para la producción de refractarios en la industria cementera, o como filtros en los servicios de acueducto.

En este mismo sentido, según información de la UPME, la explotación de bauxita en Colombia es ínfima, ya que la estructura de costos necesaria y los graves efectos ambientales que conlleva su explotación, reduce casi a cero la factibilidad de los procesos de extracción del mineral en la actualidad.

Sin embargo, según cifras de la ANM, en el territorio nacional si existe una producción del mineral, correspondiente a 3.647 toneladas entre 2012 y 2016. Sin embargo, al momento de cierre del presente informe, no fue posible constatar si efectivamente las características de esta producción corresponden a un proceso de minería como tal (aunque como ya se explicó, no se encontró una evidencia del mismo), o a la obtención de un material secundario, de acuerdo al proceso descrito por la Universidad Nacional.

En el año 2103 el Grupo Alúmina, líder del mercado del aluminio en Colombia, declaró: “nuestra mezcla sólo utiliza el 50% de material primario; el resto se compone de productos generados en nuestro proceso productivos y de material reciclado comprado en el mercado nacional”. El aluminio primario que ha ingresado al país, el 55% proviene de Brasil y el 37% de Venezuela.

Según datos del DANE, la oferta de bauxita en Colombia en el periodo analizado corresponde en su mayor proporción (95%) a importaciones de aluminio.

Como se mencionó previamente, la ANM reporta que la producción del mineral en Colombia, correspondiente a 3.647 toneladas entre 2012 y 2016, provenientes del departamento del Cauca (52%) y Valle del Cauca (48%). Solamente el 5% de la oferta del mineral proviene de la producción del mismo, con las consideraciones de incertidumbre que ya han sido manifestadas.

En términos de demanda o utilización del mineral, el comportamiento del mismo en el periodo analizado muestra un fenómeno particular, donde en los años de mayor consumo, contrastan por ser al mismo tiempo los años de menor oferta. Así también, por ejemplo, en el año 2016 se presenta una importante importación, y no así se comporta la utilización.

La disminución en la utilización puede darse porque, en opinión de los expertos, la industria del aluminio en Colombia se ha venido disminuyendo: se ha perdido tamaño y han desaparecido varias compañías.

Dado que la explotación y producción del mineral en Colombia es nula, las exportaciones del mineral son igualmente cero (como material puro). Esta información es constatada con los informes de exportaciones consultados en bases de datos del DANE.

Las láminas de aluminio son importadas con una pureza del 97% desde Rusia e India.

Como se observó en las gráficas anteriores, a corto plazo (CP), mediano plazo (MP) y largo plazo (LP) las proyecciones de producción y consumo intermedio presentan un comportamiento más o menos estable; la producción una línea casi plana, mientras que las importaciones y el consumo intermedio tienen una leve pendiente entre los años 2023 y 2025, fecha a partir de la cual ambas líneas se estabilizan de nuevo.

Consideraciones escenarios

Para los resultados que se presentaran a continuación, su análisis y uso, se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- La precisión de las proyecciones realizadas dependen de la cantidad y calidad de la información suministrada por el modelo.
- Para este material la información disponible corresponde a sólo cinco años de historia, razón por la cual los resultados a 17 años en el futuro se ven afectados en precisión.
- Como se mencionó anteriormente, este mineral no tiene identificadas minas de explotación en el país.
- Dicha producción reportada por el DANE, se puede encontrar asociada a las relaciones que se definieron en el marco del proyecto Cuenta Satélite Minera para cerrar el balance Oferta Utilización (La oferta debe ser igual a la utilización, relacionando que las exportaciones sean igual a la producción)
- Con el fin de presentar la variación de las proyecciones en los diferentes escenarios, la producción, y por ende las exportaciones, fueron afectadas en función del PIB de Minas y Canteras (base, optimista y pesimista), dado que esta variable agrupa el rendimiento del sector minero en el país.
- Adicional, para estas variables (producción y exportaciones) no se incorporaron hitos, por lo cual sus resultados se muestran solamente en la última sección “Síntesis”. Lo anterior debido a que:
 - No se identifican proyectos que actualmente se encuentren en fase de exploración/explotación del material
 - Si no hay proyectos identificados actualmente, es muy poco probable que en el periodo de estudio (17 años) se desarrolle un proyecto de explotación que aporte en producción al país.
 - Lo anterior teniendo en cuenta los tiempos de desarrollo que requiere un proyecto minero para que inicie su proceso de explotación. Tiempo aproximado: 11 años de exploración, 3-5 años de construcción y montaje, 2-4 años de obtención de documentación legal –títulos, licencias, consultas previas, etc.

Con relación al consumo intermedio:

- Se generan supuestos basados en la información disponible de las industrias nacionales relacionadas con este mineral.
- Sin embargo, estos supuestos son una aproximación para generar los escenarios del consumo intermedio del material en el país. Estos se encuentran relacionados con la precisión de la información suministrada/disponible. Lo que genera un grado adicional de imprecisión a los resultados de las proyecciones de los escenarios.

Nota: No se identifican proyectos que actualmente se encuentren en fase de exploración/explotación del mineral. Las proyecciones se realizan con información suministrada por el DANE por solicitud de la UPME.

Escenario 2. Coexistencia

Colombia 2035: Coexistencia

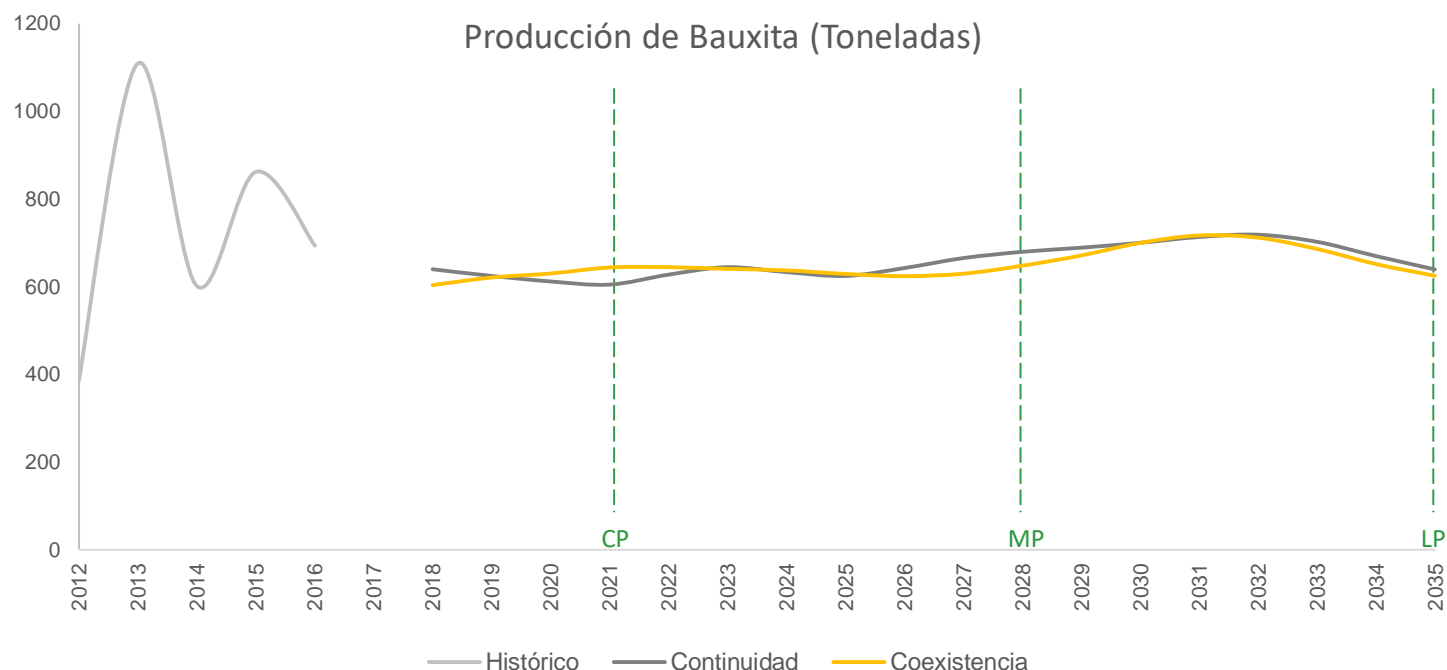
Febrero, 2035

“La mejor forma de predecir el futuro es crearlo”

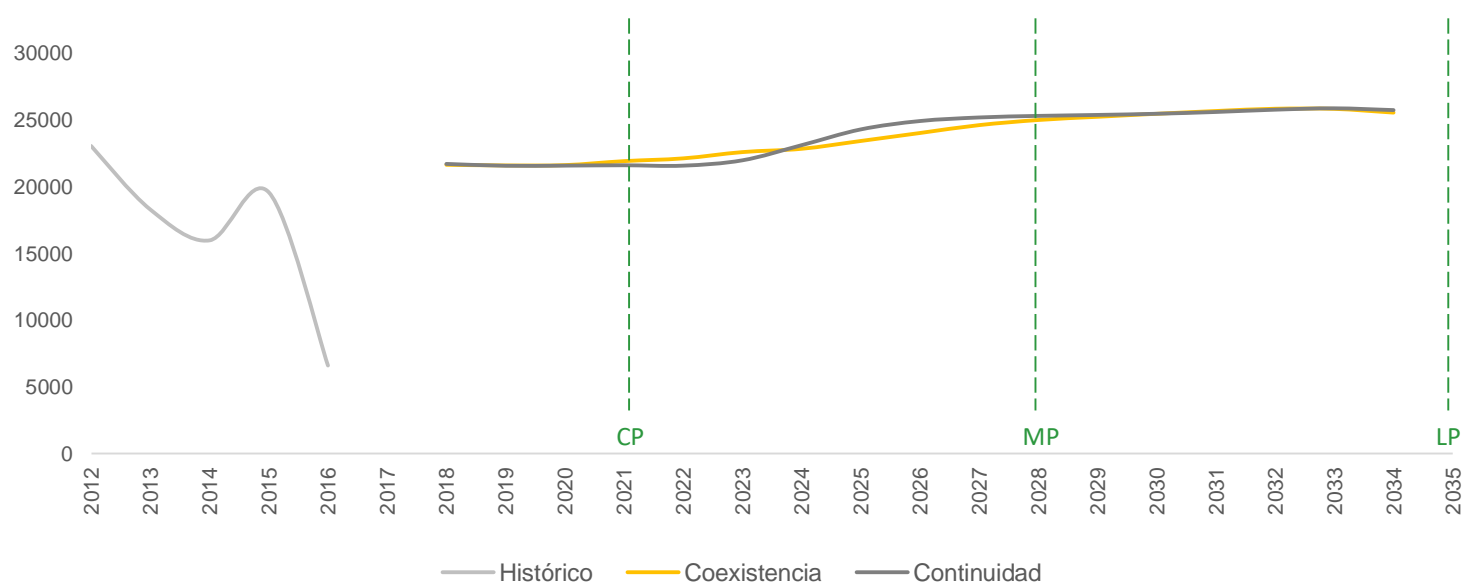
Peter Drucker

Colombia comprende que la riqueza está en aquello que nos complementa y que la minería responsable con el medio ambiente, las comunidades y con otras actividades que utilicen el suelo, es un instrumento de prosperidad. El equilibrio entre el impulso Estatal, una comunidad constructiva, activa y participante, y una minería apalancada en el conocimiento de su potencial, le permitieron a Colombia avanzar en espirales ascendentes de creación de valor compartido.

Modelo de oferta



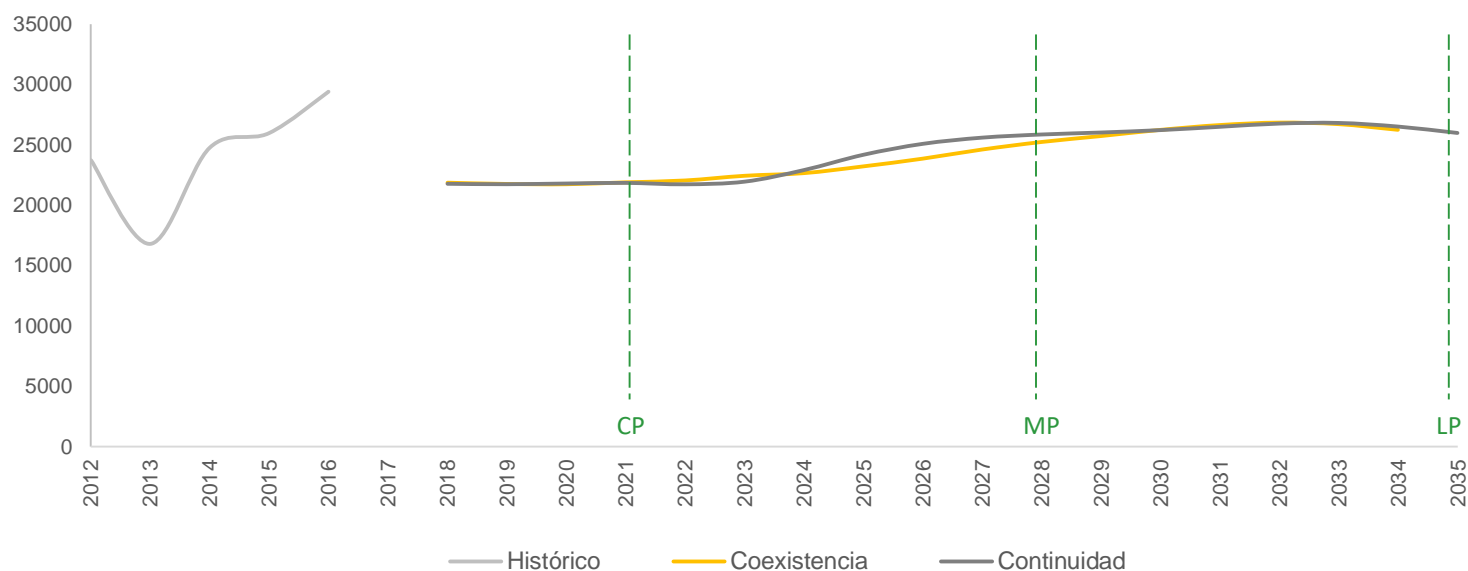
Importaciones de Bauxita en escenario de Coexistencia (en toneladas)



Escenario 2. Coexistencia

Modelo de demanda

Consumo intermedio de Bauxita en escenario de Coexistencia (en toneladas)



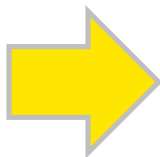
Dadas las consideraciones presentadas en las páginas anteriores de esta sección, la producción, importaciones y consumo intermedio de Bauxita en el escenario de coexistencia fueron sensibilizadas a partir de las proyecciones del PIB de Minas y Canteras suministrado por la UPME; conocidas las limitaciones en datos sobre bauxita en el país, se trabajó con información DANE y CRU. A corto plazo (CP) y mediano plazo (MP) se percibe una tendencia positiva de crecimiento, situando en el año 2030 el límite máximo, desde donde se proyecta una meseta hasta el largo plazo (LP).

Escenario 2. Coexistencia

Impacto de las fuerzas para el escenario



Posición estatal ante
recursos mineros y
ambientales
(Un Estado activo)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Bauxita en Colombia.



Gobernanza y
Gobernabilidad
(Un Estado confiable)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Bauxita en Colombia.



Grupos sociales
(Un ciudadano
que exige)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Bauxita en Colombia.



Asuntos
ambientales
(Un bien común)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Bauxita en Colombia.



Dotación minera y su
conocimiento
(Un conocimiento de todos)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Bauxita en Colombia.



Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y
competidores)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Bauxita en Colombia.

Escenario 3. Divergencia

Colombia 2035: Divergencia

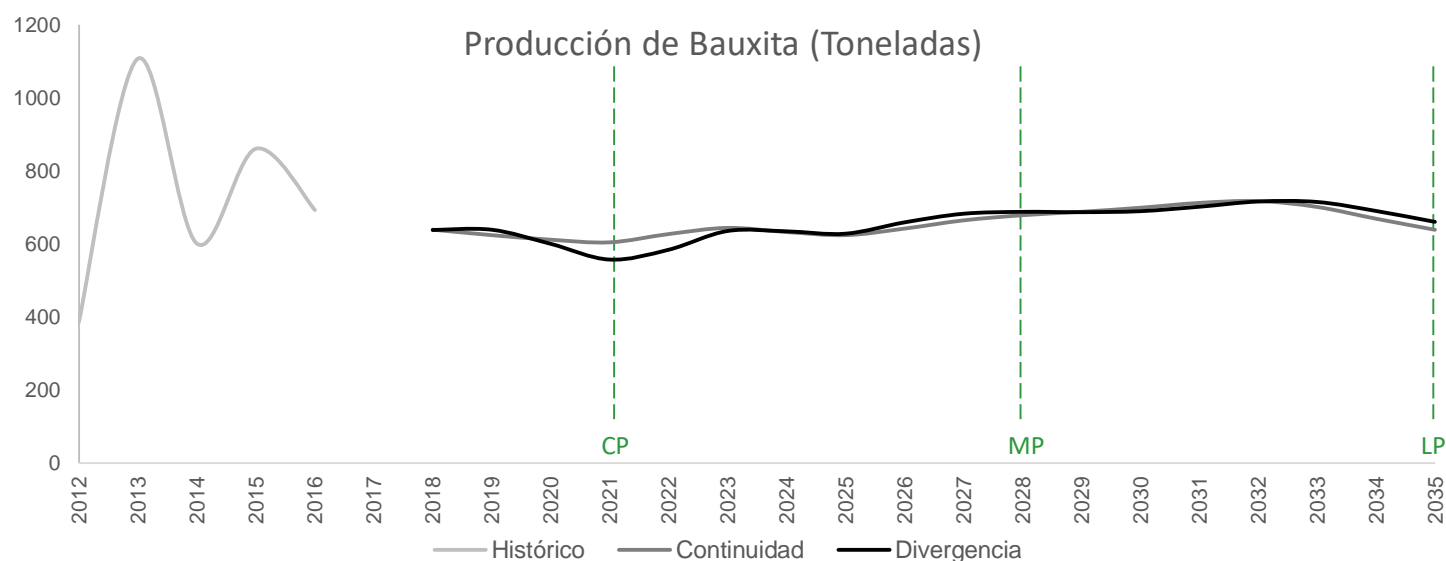
Febrero, 2035

“Si el ritmo de cambio de afuera excede el ritmo de cambio al interior, el fin esta cerca ”

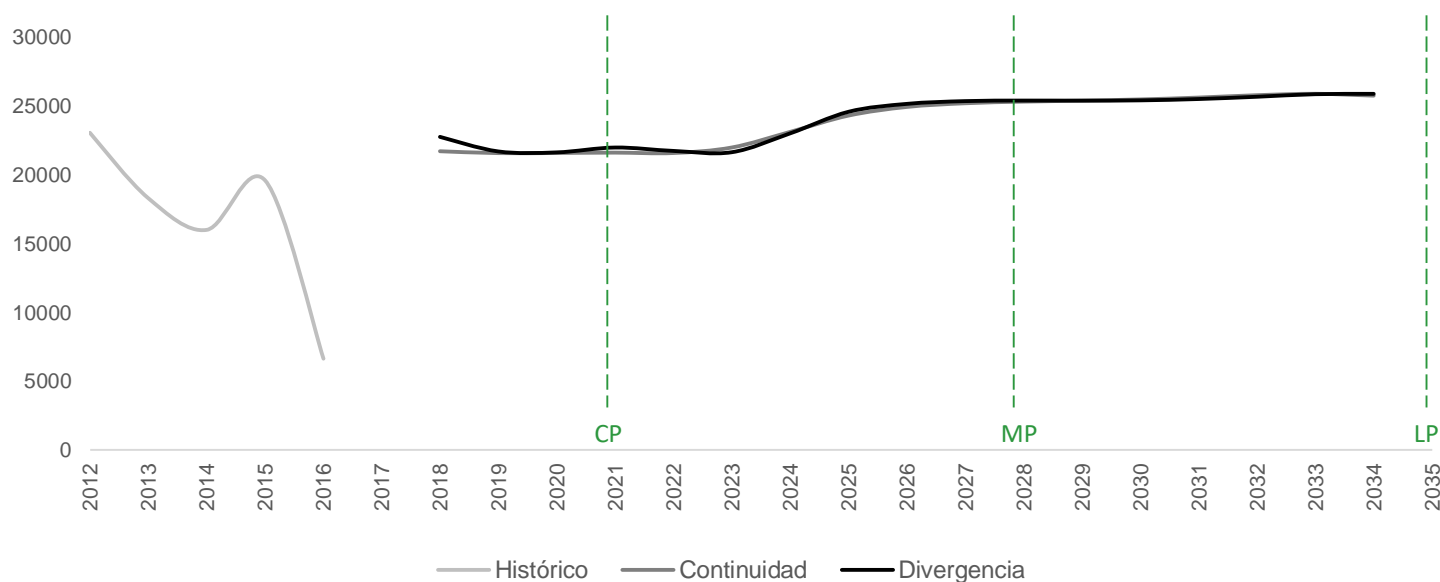
Jack Welch

La perspectiva de futuro donde la actividad minería era boyante y aportaba los recursos necesarios para apalancar el progreso del País, se disolvió entre actores de integridad cuestionable y el aire insalubre que ahoga al mundo. Fracasaron los esfuerzos en pro del desarrollo sostenible y se materializa la distopía. Algunos piensan que perdieron los mineros, pero la verdad es que todos perdimos un poco... o todo.

Modelo de oferta

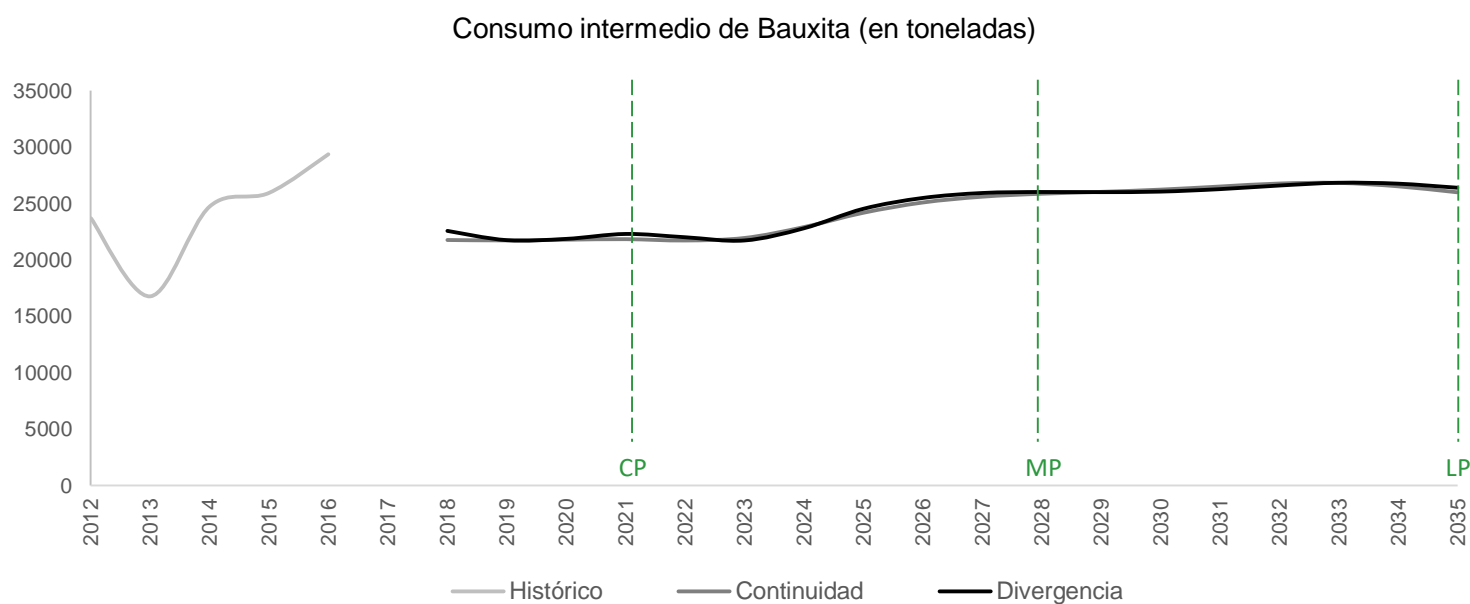


Importaciones de Bauxita en escenario de Divergencia (en toneladas)



Escenario 3. Divergencia

Modelo de demanda



Dadas las consideraciones presentadas en las páginas anteriores de esta sección, la producción, importaciones y consumo intermedio de Bauxita en el escenario de divergencia fueron sensibilizadas a partir de las proyecciones del PIB de Minas y Canteras suministrado por la UPME; conocidas las limitaciones en datos sobre bauxita en el país, se trabajó con información DANE y CRU. A corto plazo (CP) y mediano plazo (MP) se percibe una tendencia positiva de crecimiento, situando en el año 2030 el límite máximo, desde donde se proyecta una meseta hasta el largo plazo (LP).

Escenario 3. Divergencia**Impacto de las fuerzas para el escenario**

Posición estatal ante
recursos mineros y
ambientales
(Un Estado activo)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Bauxita en Colombia.



Gobernanza y
Gobernabilidad
(Un Estado confiable)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Bauxita en Colombia.



Grupos sociales
(Un ciudadano
que exige)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Bauxita en Colombia.



Asuntos
ambientales
(Un bien común)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Bauxita en Colombia.



Dotación minera y su
conocimiento
(Un conocimiento de todos)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Bauxita en Colombia.



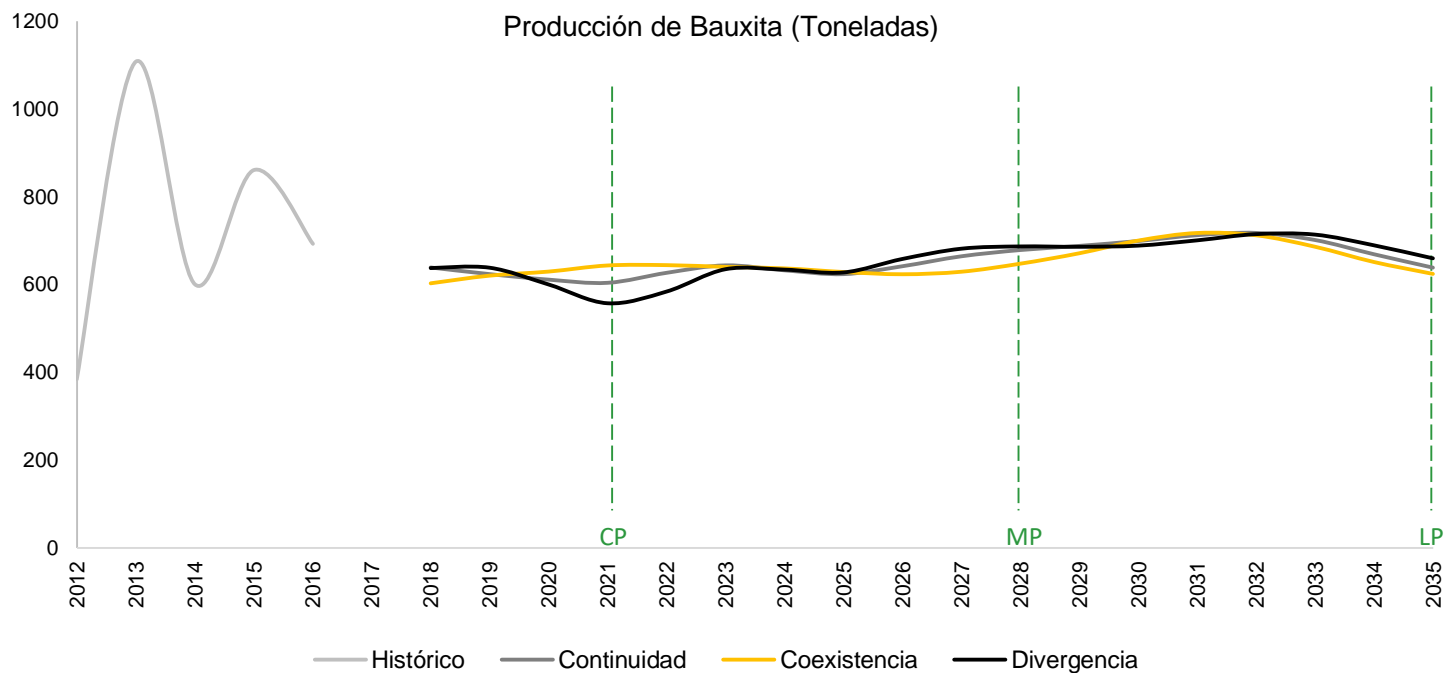
Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y
competidores)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Bauxita en Colombia.

Síntesis

Modelo de Oferta



Cifras proyección de producción (cifras en toneladas) – Tabla 1/2

Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	620,39	629,56	643,41	644,15	640,18	636,83	628,59	623,53
Continuidad	624,13	611,56	604,34	627,03	644,05	632,72	624,10	642,05
Divergencia	638,68	600,28	557,36	584,04	635,23	634,29	627,84	658,68

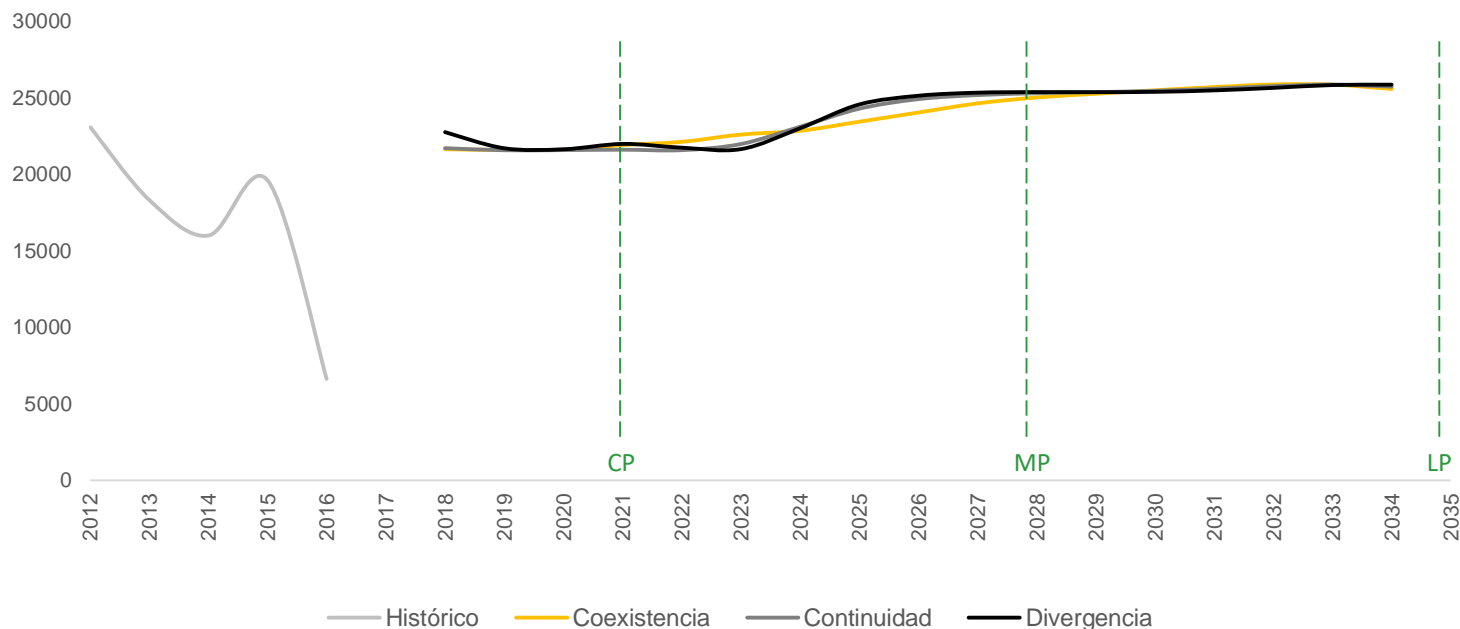
Cifras proyección de producción (cifras en toneladas) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	629,16	647,43	670,99	699,74	716,98	711,81	685,87	651,27	624,31
Continuidad	664,64	678,89	688,26	699,39	712,64	717,80	701,68	669,28	638,88
Divergencia	682,20	687,39	686,53	689,22	701,29	715,50	714,39	689,90	660,12

Síntesis

Modelo de Oferta

Importaciones de Bauxita (en toneladas)



Cifras proyección de importaciones (cifras en toneladas) – Tabla 1/2

Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	21.578	21.601	21.901	22.110	22.584	22.833	23.422	24.025
Continuidad	21.582	21.592	21.619	21.590	21.989	23.119	24.301	24.927
Divergencia	21.708	21.639	21.990	21.746	21.650	23.010	24.565	25.137

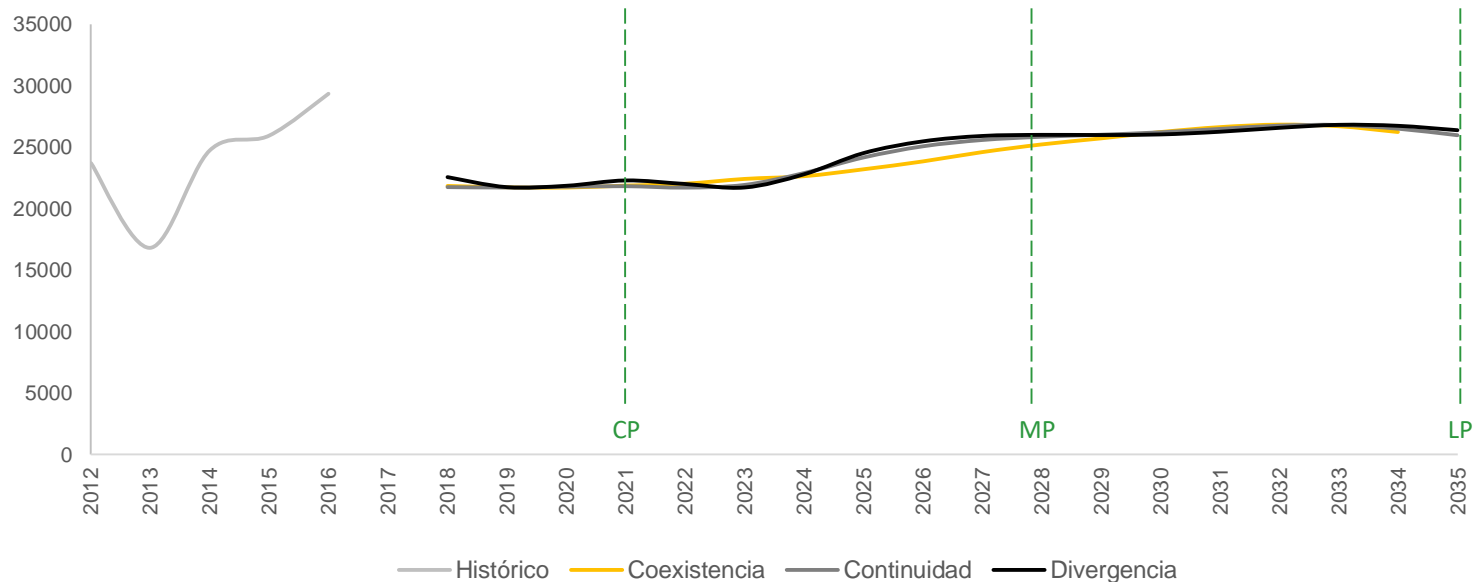
Cifras proyección de importaciones (cifras en toneladas) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	24.620	25.007	25.248	25.474	25.683	25.854	25.845	25.563	25.096
Continuidad	25.193	25.311	25.383	25.471	25.606	25.777	25.879	25.744	25.385
Divergencia	25.336	25.376	25.369	25.390	25.487	25.651	25.835	25.859	25.662

Síntesis

Modelo de Demanda

Consumo intermedio de Bauxita (en toneladas)



Cifras proyección de consumo intermedio (cifras en toneladas) – Tabla 1/2

Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	21.749	21.726	21.886	22.040	22.429	22.649	23.209	23.853
Continuidad	21.736	21.796	21.846	21.729	21.949	22.914	24.183	25.092
Divergencia	21.764	21.878	22.312	22.023	21.737	22.811	24.531	25.489

Cifras proyección de consumo intermedio (cifras en toneladas) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	24.609	25.235	25.728	26.240	26.643	26.847	26.718	26.246	25.622
Continuidad	25.608	25.870	26.035	26.234	26.509	26.776	26.830	26.529	25.997
Divergencia	25.928	26.020	26.004	26.052	26.269	26.589	26.835	26.754	26.395

Platino



Escenario 1. Continuidad**Colombia 2035: Continuidad**

Febrero, 2035

“Solamente aquel que construye el futuro tiene derecho a juzgar el pasado.”

Friedrich Nietzsche

Las expectativas prometían cambios radicales que impulsarían al Estado hacia una sólida visión; sin embargo, al llegar el 2035, las amenazas no materializadas y las oportunidades no aprovechadas en el sector minero, son las que determinan su realidad. El País es administrado a través de entidades públicas que siguen sin lograr una óptima sincronización, lo que lleva a que en ocasiones las reglas de juego no sean claras y justas para todos.

Premisas modelo de continuidad

El comportamiento histórico de la oferta y la demanda del mineral incluye o muestra el efecto que las fuerzas motoras han tenido a la fecha sobre el mineral. Por ejemplo los niveles de producción históricos de un mineral acogen el efecto de las fuerzas motoras, desde la perspectiva de la fuerza de condiciones de mercado, si las condiciones del mercado han sido buenas para un mineral la producción de este históricamente captura un aumento de la producción para dicho periodo.

Si adicional a las buenas condiciones de mercado, se tiene que los grupos sociales han tenido un rechazo hacia la explotación de un mineral, y este rechazo ha alcanzado el punto de cierre o parada temporal de una operación, la producción mostrará la correspondiente comportamiento de la producción de dicho mineral.

Teniendo en cuenta lo anterior, y considerando que el escenario de continuidad establece que las fuerzas y el comportamiento actual siguen la misma tendencia actual, los modelos de demanda y oferta para este escenario sólo se basan en los modelos matemáticos de proyección de series futuras.

La precisión del modelo fue determinado por la cantidad de datos históricos disponibles.

El comportamiento del Platino, así como sucede con la Plata, está estrechamente relacionado con el Oro, de ahí que compartan algunas premisas.

Los casos donde no se realizaron algunas proyecciones, ya sea de producción, importaciones, consumo intermedio o exportaciones es porque: 1) No existen datos: en la información del BOU las cifras son cero. 2) Los datos son marginales: cuando la magnitud de los datos no proporciona una gráfica que ofrezca información adecuada para análisis (dado que, en escala, el contraste con respecto a los otros datos disponibles los hace irrelevante).

Escenario 1. Continuidad

Modelo de proyección de oferta y demanda para Platino

Para la construcción del modelo para la proyección de oferta y demanda de Platino, se consideraron las variables que corresponden al análisis de Balance Oferta / Utilización, es decir, las mismas empleadas por el DANE en el Sistema de Cuentas Nacionales, en el capítulo de Bienes y Servicios, y que están relacionadas con el entregable Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016 realizado en el marco del proyecto.

Para las realizar las proyecciones se utilizaron las fuentes de datos que se describen a continuación, con las respectivas series de datos que se indican al lado de cada una, tanto para oferta como para demanda. Es esquema de la información es el siguiente:

[Tipo de dato]	[fuente]	(serie de tiempo)
Consumo Intermedio	DANE	(2012 - 2016)

Series de datos relativos a OFERTA

- Producción - DANE
- Producción - UPME
- Importaciones - DANE
- Importaciones - UPME
- Regalías – ANM
- Precio del Platino – Ministerio de Minas y Energía
- Oferta Mundial de Platino - World Platinum Investment Council
- Oferta Mundial de Platino proveniente de Mina - World Platinum Investment Council
- Oferta Mundial de Platino proveniente de reciclaje - World Platinum Investment Council
- Producción mundial de platino - BMI
- Demanda mundial de platino industrial - World Platinum Investment Council
- Demanda mundial de platino inversión - World Platinum Investment Council
- Precio del Platino – Ministerio de Minas y Energía
- Producción de Vehículos Colombia - FitchSolutions
- Venta de Vehículos Colombia - FitchSolutions
- Producción de Vehículos Mundial - FitchSolutions
- Venta de Vehículos Mundial - FitchSolutions
- Producción de Vehículos Estados Unidos - FitchSolutions
- Venta de Estados Unidos - FitchSolutions
- Exportaciones de Joyería Colombiana - ProColombia
- PIB Minerales Metalíferos Escenario Base - UPME
- PIB Minerales Metalíferos Escenario Optimista - UPME
- PIB Minerales Metalíferos Escenario Pesimista - UPME
- PIB Minerales Metalíferos Escenario Alternativo - UPME
- PIB Minerales Minas y Canteras Base - UPME
- PIB Minerales Minas y Canteras Optimista - UPME
- PIB Minerales Minas y Canteras Pesimista - UPME
- PIB Minerales Minas y Canteras Alternativa - UPME

Series de datos relativos a DEMANDA

- Consumo Intermedio - DANE
- Variación Existencias - DANE
- Exportaciones - DANE
- Exportaciones - UPME
- Demanda mundial de platino - World Platinum Investment Council
- Demanda mundial de platino industria automotriz - World Platinum Investment Council
- Demanda mundial de platino joyería - World Platinum Investment Council

Escenario 1. Continuidad**Variables modelo de continuidad**

Para Plata, a partir del balance del DANE, se considera que las variables más importantes son: Producción por el lado de la oferta y exportaciones en la demanda. En una menor medida el consumo intermedio es una variable que tiene afectación sobre la demanda del mineral. Teniendo en cuenta lo anterior, las series seleccionadas para proyectar fueron:

Producción	Exportaciones
<ul style="list-style-type: none"> • Precio del Platino (ajustado) - MinMinas • PIB Minerales Metalíferos Escenario Base (ajustado) – UPME • PIB Minerales Minas y Canteras Base (ajustado) – UPME • Oferta Mundial de Platino proveniente de reciclaje (ajustado) - World Platinum Investment Council 	<ul style="list-style-type: none"> • Precio del Platino (ajustado) - MinMinas • PIB Minerales Metalíferos Escenario Base (ajustado) – UPME • PIB Minerales Minas y Canteras Base (ajustado) – UPME • Oferta Mundial de Platino proveniente de reciclaje (ajustado) - World Platinum Investment Council

El criterio de selección de las variables fue:

- El valor absoluto de la correlación de las series seleccionadas fue superior al 0,4% en todos los casos
- El PIB de Minas y Canteras recoge información de producción y entorno de mercado del sector minero en Colombia.
- El 100% del platino producido en Colombia es exportado, según la información consignada en el BOU del DANE, razón por la cual el precio y la oferta internacional son variables de relevancia para la producción y exportación del mineral es de vital importancia para el análisis.

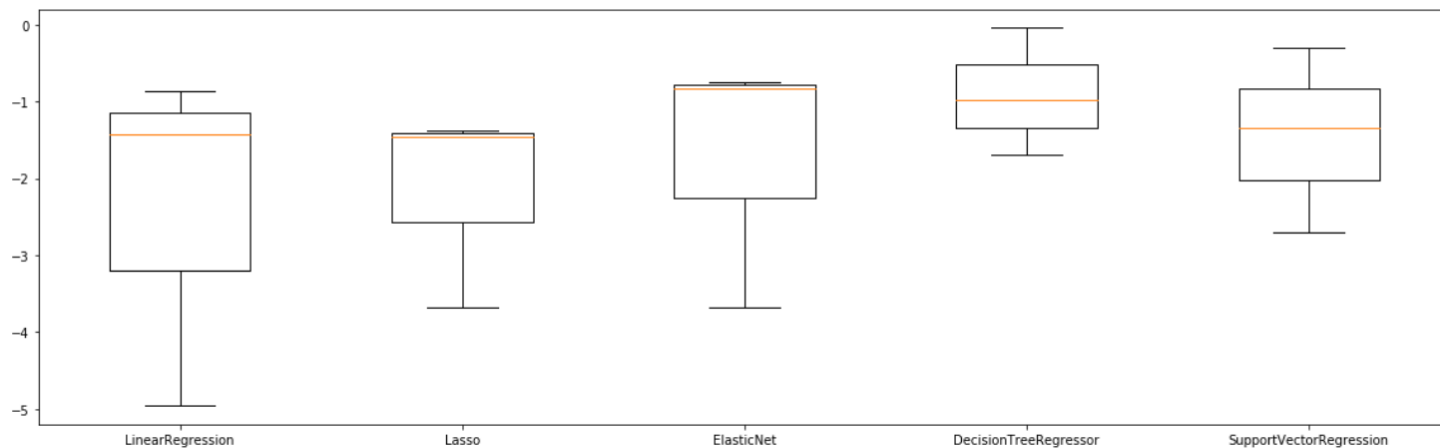
Las proyecciones se realizaron a partir de 5 técnicas diferentes de machine learning con el fin de evaluar cuál de ellas se adapta mejor a los datos históricos que permiten el entrenamiento de los modelos.

Adicionalmente, se implementaron técnicas de entrenamiento cruzado de modelos para aprovechar al máximo los datos de entrenamiento (series históricas). Como resultado del entrenamiento cruzado de los modelos, se obtienen diferentes métricas del error (Ej. MSE, RMSE, R^2 , AAE) las cuales son evaluadas con el fin de seleccionar el modelo que de un mejor ajuste hacia los datos.

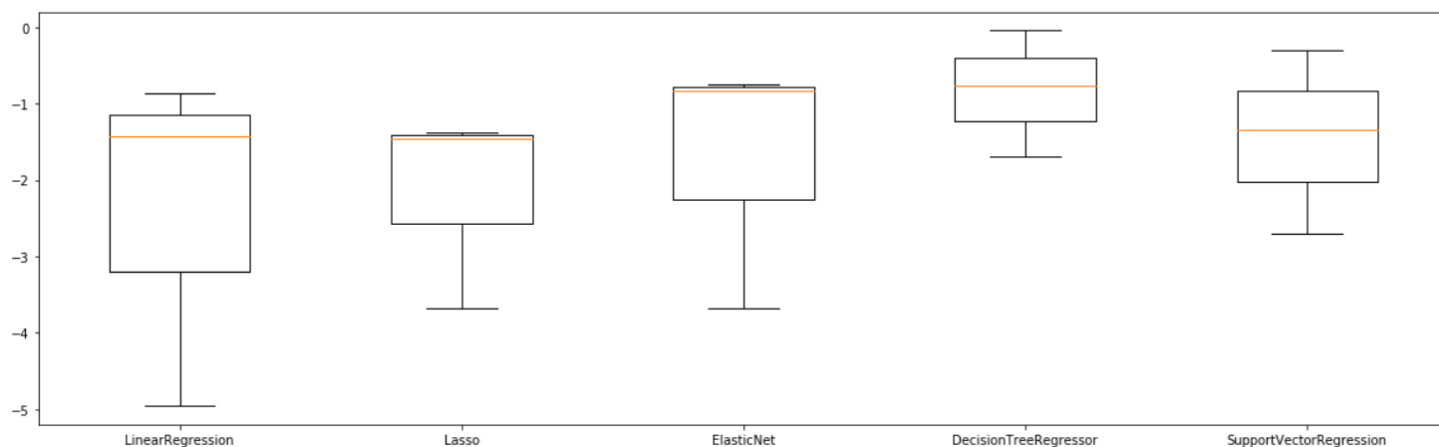
La siguiente gráfica muestra el MSE obtenido para los 5 modelos en el entrenamiento cruzado, en ella se puede ver que los modelos Lasso, Elastic Net y Soporte Vectorial tienen MSE similares lo cual indica que son candidatos para realizar la proyección.

Escenario 1. Continuidad**Producción**

Comparación de algoritmos con datos estandarizados

**Exportaciones**

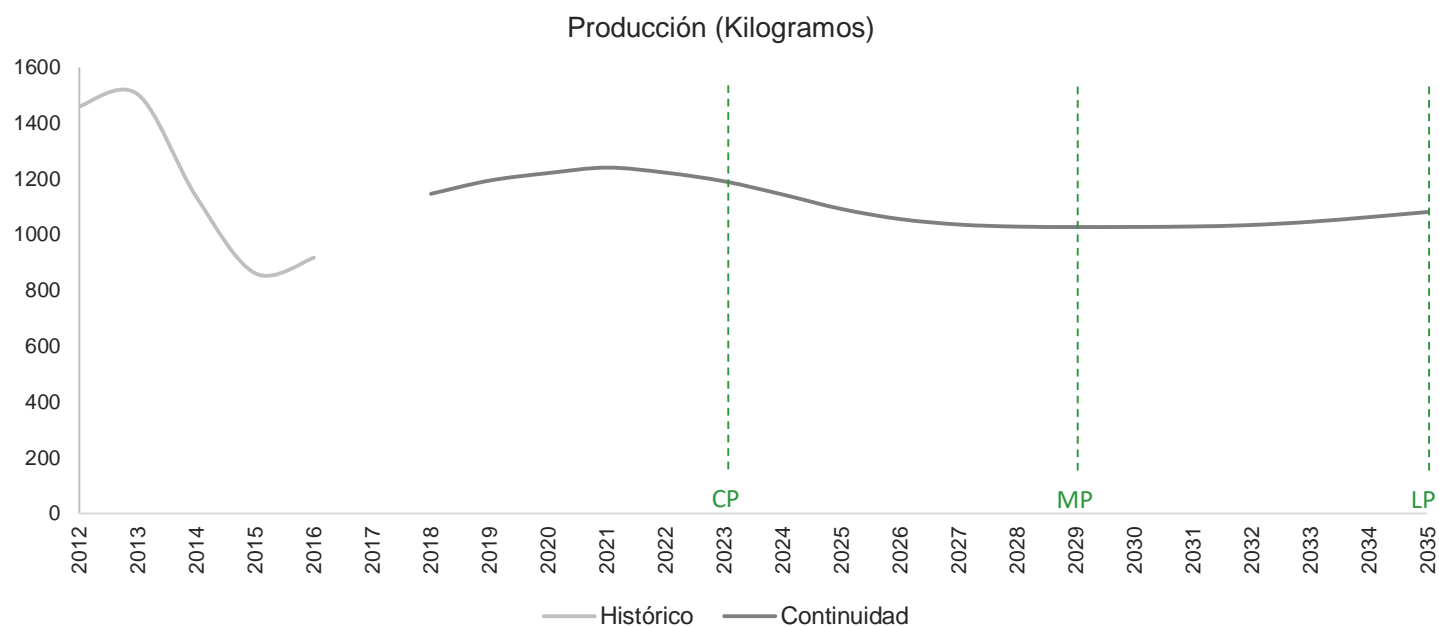
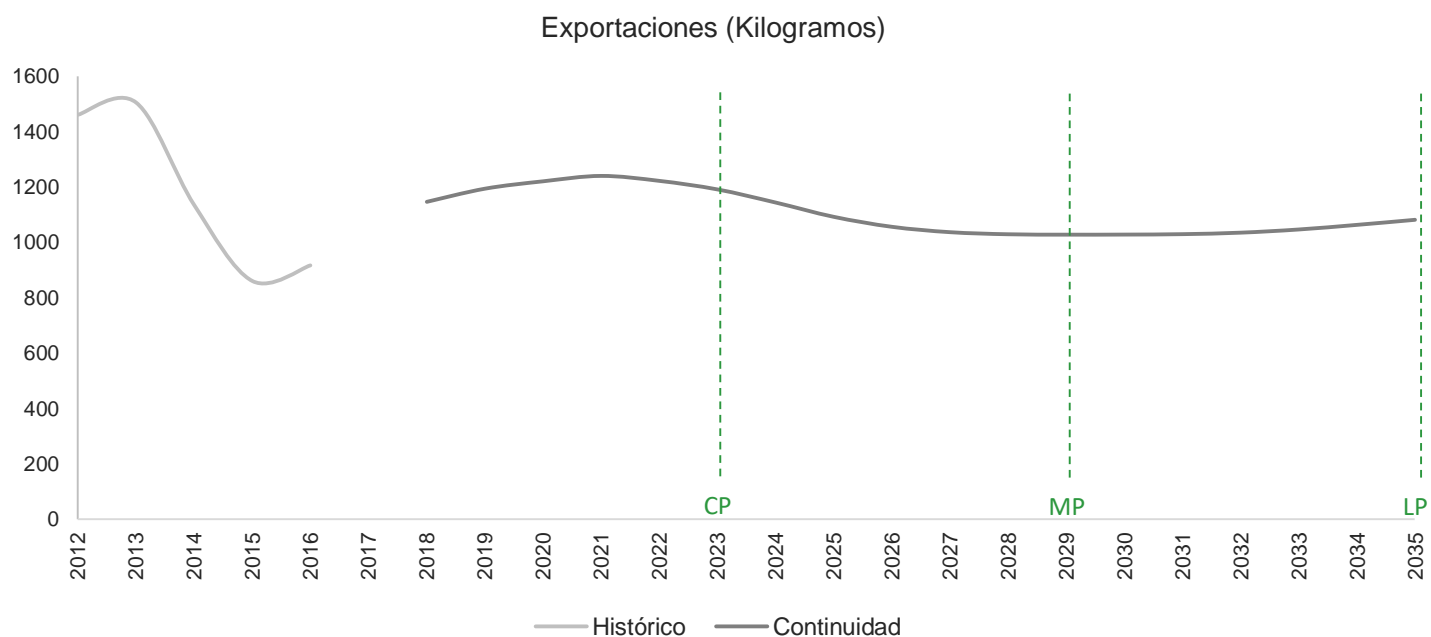
Comparación de algoritmos con datos estandarizados



Las medidas de error se presentan en los anexos asociados al mineral (ver anexo H)

Escenario 1. Continuidad

Las curvas resultantes, de acuerdo al modelo seleccionado para cada serie, son:

Modelo de oferta**Modelo de demanda**

Escenario 1. Continuidad

Premisas para el análisis de Platino:

La producción de platino en Colombia presentó un comportamiento marcado por pequeños crecimientos (5% en promedio) en los periodos 2012 – 2013 y 2015 – 2016; y unas fuertes caídas (24% en promedio) en los periodos 2013 – 2014 y 2014 – 2015.

El país no tiene proyectos especializados en platino, la principal fuente de crecimiento o decrecimiento en la producción se encuentra asociada con las condiciones de los barequeros [1]. Adicional, se debe considerar que los barequeros pueden tener una producción anual máxima de 420 gramos [2], actualmente se tiene estimado que hay más de 15 mil mineros de subsistencia.

Según la Agencia Nacional de Minería, en el Departamento de Chocó se produce alrededor del 97% de platino en Colombia, siendo los municipios de Condoto, Istmina, Tadó, Unión Panamericana y Quibdó las principales fuentes de explotación del mineral. Éstos municipios, principalmente, se encuentran ubicados en la cuenca del río San Juan.

Una posible razón para la reducción en la producción es la entrada en vigencia del Registro Único de Comercializadores -RUCOM-, que regula el comercio de minerales en el país y con éste las extracciones ilícitas.

Otra de las situaciones que pueden explicar el descenso en la producción del mineral es la caída que ha venido experimentando el precio del platino entre 2013 y 2017, en donde su precio bajo de US1.484 por onza a US905 por onza en diciembre de 2017. Ésta situación podría explicarse por la recuperación de la economía estadounidense que generó confianza en los inversionistas haciendo que volvieran a apostar por las inversiones en dólares. De igual manera, el precio del oro, sustituto del platino, desde 2015 comenzó a tener repuntes después de cuatro años de ir a la baja.

Para el periodo 2012 – 2016 el principal componente de la utilización de platino fueron las exportaciones. Éstas presentan un comportamiento similar al de la producción, aumentos en los periodos 2012 – 2013 y 2015 – 2016; y disminuciones para el periodo 2013 – 2015, por lo cual se podría suponer que esto se explica por los mismos factores de la producción.

De igual manera, consideran que puede relacionarse con una desacumulación de reservas lo cual podría ser la situación que explique los casos presentados en los años 2012 y 2015 en donde la variación de existencias del platino fue negativa, lo cual indica que a final de éstos años los inventarios del mineral eran menores a los que se tenían al comienzo del año.

Como se muestra en las gráficas anteriores, para el escenario de continuidad en el corto plazo (CP) se espera un ligero aumento en la producción y exportaciones, que en luego tiene un descenso para el mediano plazo (MP) hasta alcanzar una estabilización en el largo plazo (LP).

[1] Geoamérica (2005)

[2] Resolución 40103 de 2017

Escenario 2. Coexistencia

Colombia 2035: Coexistencia

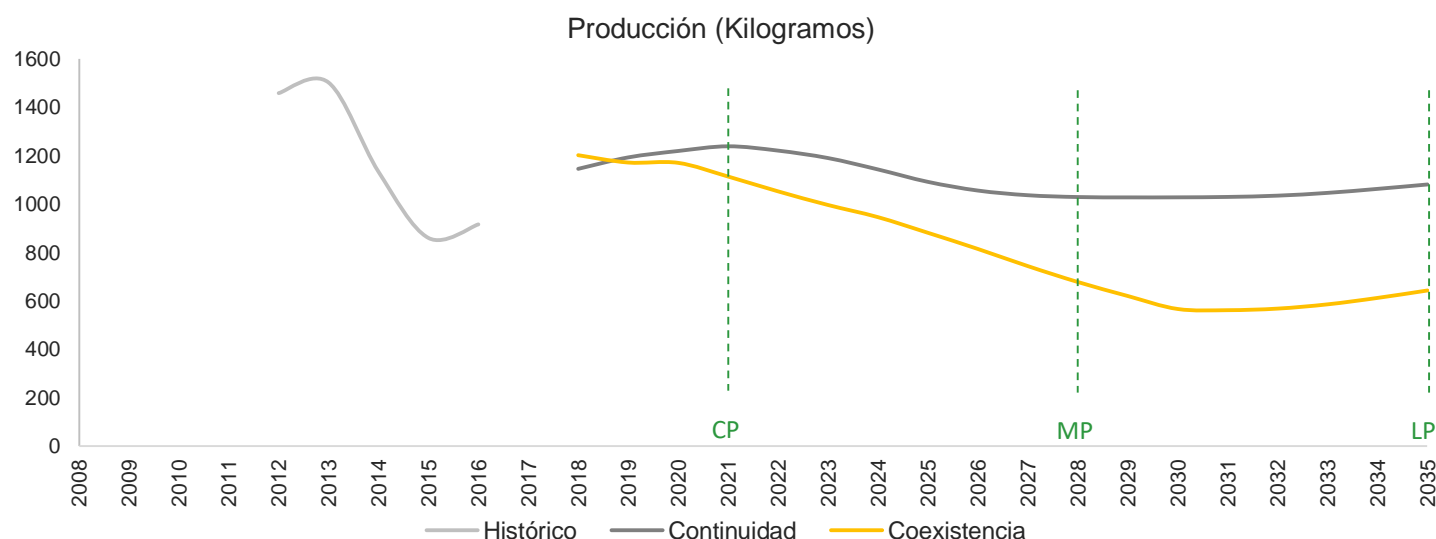
Febrero, 2035

“La mejor forma de predecir el futuro es crearlo”

Peter Drucker

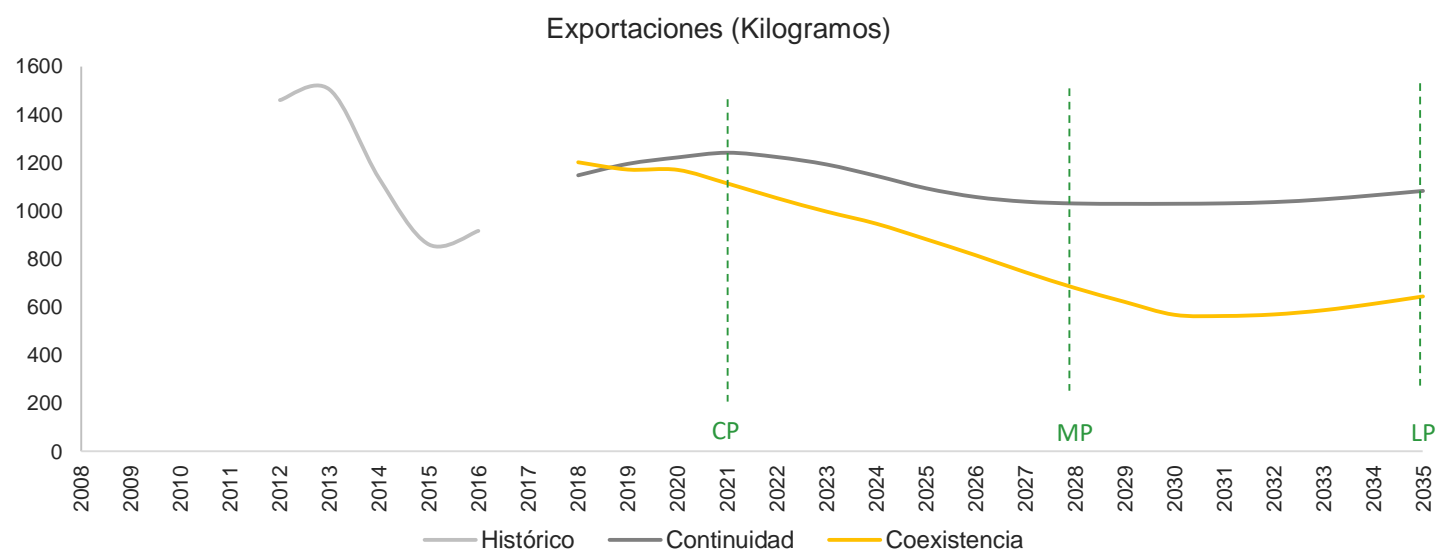
Colombia comprende que la riqueza está en aquello que nos complementa y que la minería responsable con el medio ambiente, las comunidades y con otras actividades que utilicen el suelo, es un instrumento de prosperidad. El equilibrio entre el impulso Estatal, una comunidad constructiva, activa y participante, y una minería apalancada en el conocimiento de su potencial, le permitieron a Colombia avanzar en espirales ascendentes de creación de valor compartido.

Modelo de oferta



Hay avances en los procesos de formalización y control a las extracciones ilícitas, lo que genera una reducción en la actividad de los mineros de subsistencia, y por ende baja la producción de platino. El fenómeno tiene un efecto espejo sobre las exportaciones, dado que la totalidad del mineral producido es exportado, como ya se indicó previamente en este mismo documento.

Modelo de demanda



Escenario 2. Coexistencia

Impacto de las fuerzas para el escenario



Posición estatal ante
recursos mineros y
ambientales
(Un Estado activo)



Se asume que los mineros (pequeña minería, en la explotación de Platino no interviene la gran empresa) que explotan el mineral no logran obtener las licencias ambientales para comenzar con el proceso de explotación del mineral. Lo anterior debido a no lograr responder satisfactoriamente a los requerimientos de la ANLA



Gobernanza y
Gobernabilidad
(Un Estado confiable)



Se asume que hay una reducción en la ilegalidad en la producción permitiendo que desde 2020 se incremente la producción, gracias al aporte de los nuevos productores legales.



Grupos sociales
(Un ciudadano
que exige)



Mejoran las condiciones de seguridad que afectó durante el quinquenio a las poblaciones de influencia del Alto, Medio y Bajo San Juan, lo que reactiva la explotación del mineral.



Asuntos
ambientales
(Un bien común)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Platino en Colombia.



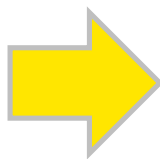
Dotación minera y su
conocimiento
(Un conocimiento de todos)



Aumentan el conocimiento sobre el material existente en los ríos del Chocó, lo cual permite a los barequeros que aumenten su producción de 1,1 a 1,6 toneladas por año, en 5 años



Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y
competidores)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas de mercado que puedan impactar la producción de Platino en Colombia.

Escenario 3. Divergencia

Colombia 2035: Divergencia

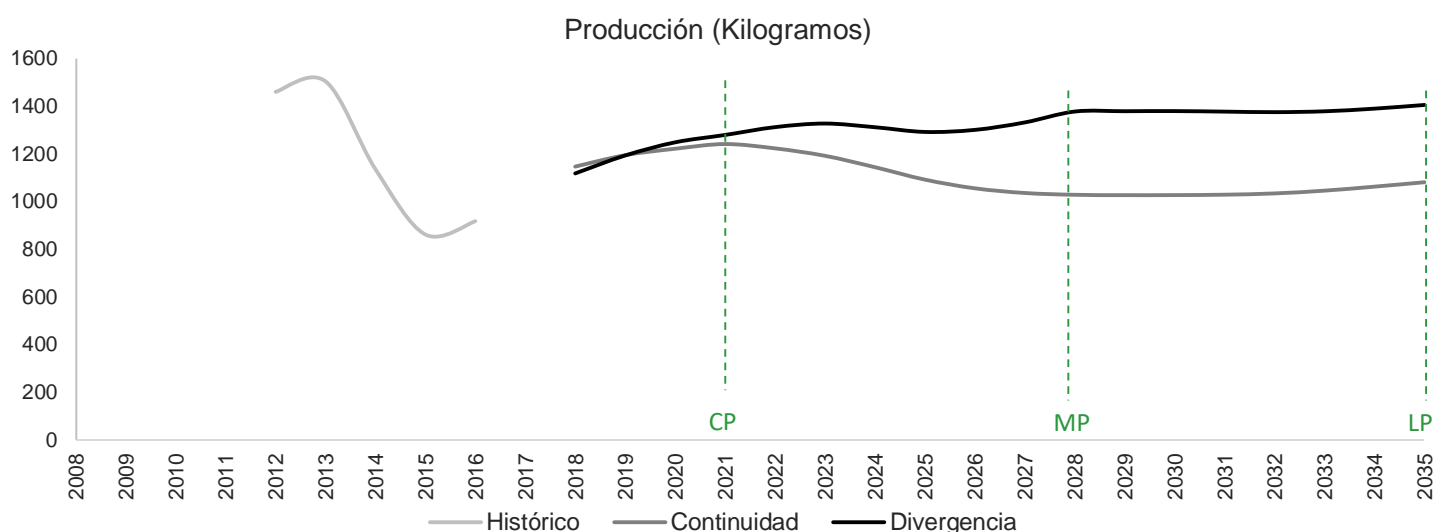
Febrero, 2035

“Si el ritmo de cambio de afuera excede el ritmo de cambio al interior, el fin esta cerca ”

Jack Welch

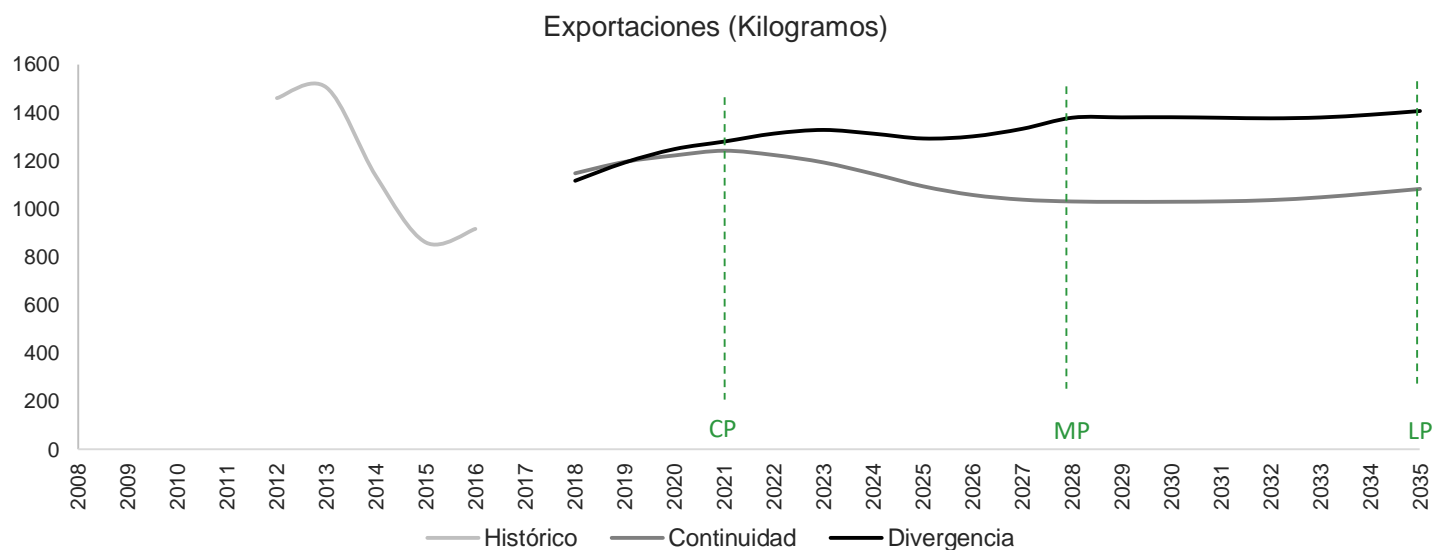
La perspectiva de futuro donde la actividad minería era boyante y aportaba los recursos necesarios para apalancar el progreso del País, se disolvió entre actores de integridad cuestionable y el aire insalubre que ahoga al mundo. Fracasaron los esfuerzos en pro del desarrollo sostenible y se materializa la distopía. Algunos piensan que perdieron los mineros, pero la verdad es que todos perdimos un poco... o todo.

Modelo de oferta



Aumento en número de barequeros por flexibilización de requisitos para su ejercicio, y permite el aumento en la producción de platino. El fenómeno tiene un efecto espejo sobre las exportaciones, dado que la totalidad del mineral producido es exportado, como ya se indicó previamente en este mismo documento.

Modelo de demanda



Escenario 3. Divergencia

Impacto de las fuerzas para el escenario



Posición estatal ante
recursos mineros y
ambientales
(Un Estado activo)



Se asume que los mineros (pequeña minería, en la explotación de Platino no participan grandes empresas) que explotan el mineral logran obtener las licencias ambientales para comenzar con el proceso de explotación del mineral. Lo anterior implica que lograron responder a los requerimientos de la ANLA.



Gobernanza y
Gobernabilidad
(Un Estado confiable)



Se asume que no hay un control efectivo por parte del Gobierno para el cumplimiento de la normatividad asociada a la minería, lo cual permite que la producción ilegal se realice sin mayores obstáculos.



Grupos sociales
(Un ciudadano
que exige)



No mejora, e incluso empeora la situación de seguridad que afectó durante el quinquenio a las poblaciones de influencia del Alto, Medio y Bajo San Juan, lo que ralentiza la explotación del mineral.



Asuntos
ambientales
(Un bien común)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, el Gobierno no tiene interés en los temas ambientales, por ende no hay un control efectivo a la normatividad y tampoco hay interés en generar grandes cambios al respecto.



Dotación minera y su
conocimiento
(Un conocimiento de todos)



Las condiciones para explotar el Platino existente en los ríos del Chocó sigue igual, lo cual impide aumentar la producción



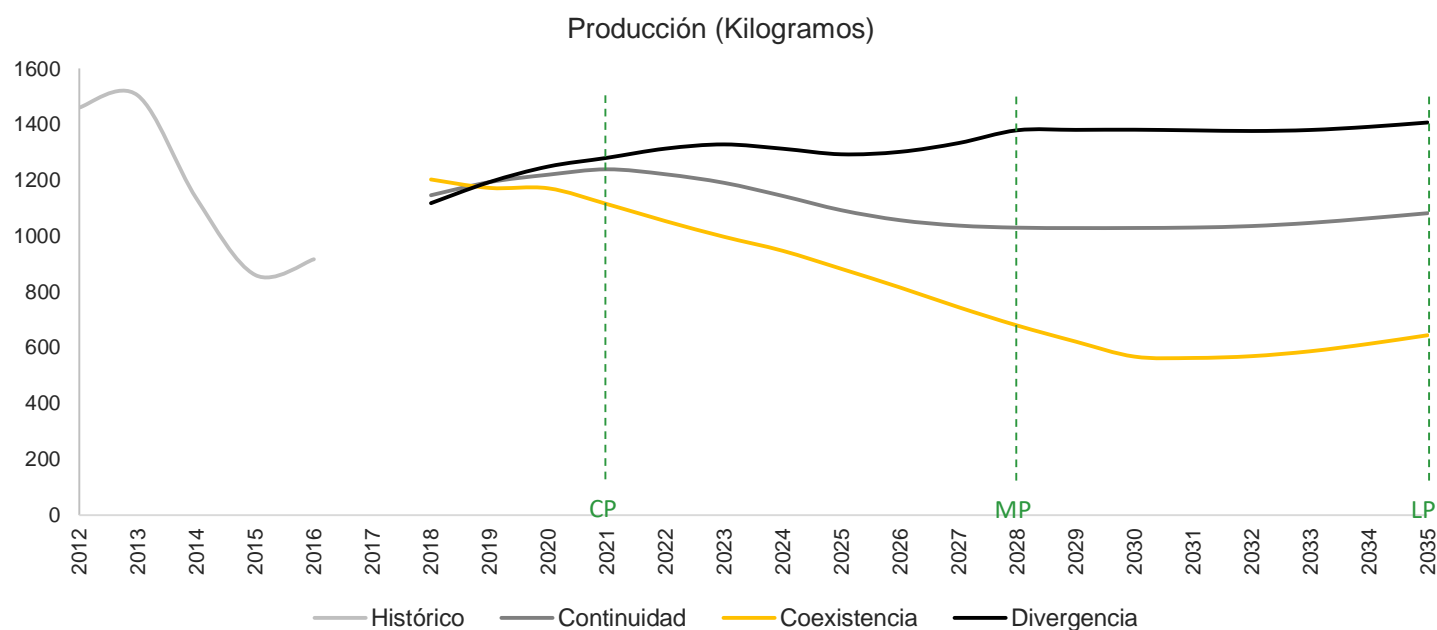
Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y
competidores)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas de mercado que puedan impactar la producción de Platino en Colombia.

Síntesis

Modelo de Oferta



Cifras proyección de producción (cifras en kilogramos) – Tabla 1/2

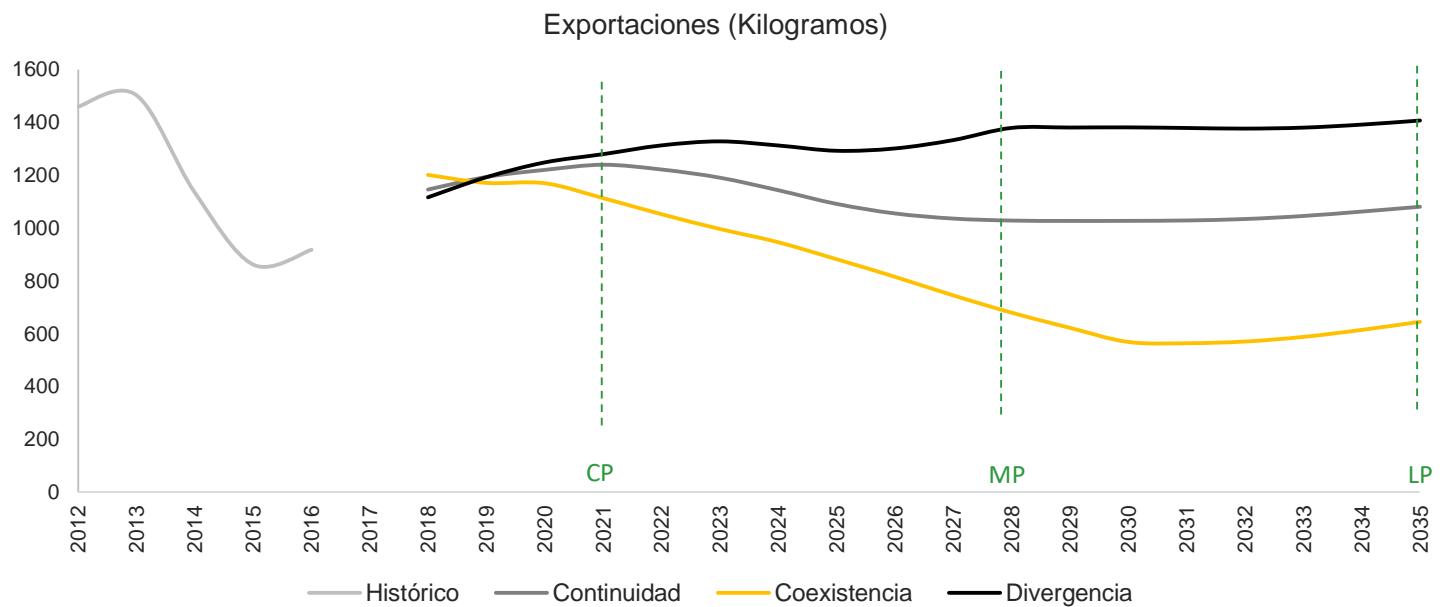
Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	1.171,84	1.170,46	1.114,10	1.052,90	996,78	946,60	882,10	815,40
Continuidad	1.194,16	1.220,87	1.240,39	1.222,44	1.191,46	1.144,14	1.092,45	1.056,33
Divergencia	1.192,68	1.248,37	1.279,57	1.312,66	1.327,81	1.312,31	1.292,32	1.301,05

Cifras proyección de producción (cifras en kilogramos) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	744,66	679,17	621,40	567,79	562,91	569,34	586,93	613,44	644,20
Continuidad	1.036,88	1.029,30	1.027,88	1.028,16	1.029,75	1.035,11	1.046,60	1.063,27	1.081,56
Divergencia	1.332,57	1.378,58	1.379,98	1.380,55	1.378,28	1.375,96	1.379,58	1.390,92	1.406,44

Síntesis

Modelo de Demanda



Cifras proyección de exportaciones (cifras en kilogramos) – Tabla 1/2

Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	1.171,84	1.170,46	1.114,10	1.052,90	996,78	946,60	882,10	815,40
Continuidad	1.194,16	1.220,87	1.240,39	1.222,44	1.191,46	1.144,14	1.092,45	1.056,33
Divergencia	1.192,68	1.248,37	1.279,57	1.312,66	1.327,81	1.312,31	1.292,32	1.301,05

Cifras proyección de exportaciones (cifras en kilogramos) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	744,66	679,17	621,40	567,79	562,91	569,34	586,93	613,44	644,20
Continuidad	1.036,88	1.029,30	1.027,88	1.028,16	1.029,75	1.035,11	1.046,60	1.063,27	1.081,56
Divergencia	1.332,57	1.378,58	1.379,98	1.380,55	1.378,28	1.375,96	1.379,58	1.390,92	1.406,44

Plata



Escenario 1. Continuidad**Colombia 2035: Continuidad**

Febrero, 2035

“Solamente aquel que construye el futuro tiene derecho a juzgar el pasado.”

Friedrich Nietzsche

Las expectativas prometían cambios radicales que impulsarían al Estado hacia una sólida visión; sin embargo, al llegar el 2035, las amenazas no materializadas y las oportunidades no aprovechadas en el sector minero, son las que determinan su realidad. El País es administrado a través de entidades públicas que siguen sin lograr una óptima sincronización, lo que lleva a que en ocasiones las reglas de juego no sean claras y justas para todos.

Premisas modelo de continuidad

El comportamiento histórico de la oferta y la demanda del mineral incluye o muestra el efecto que las fuerzas motoras han tenido a la fecha sobre el mineral. Por ejemplo los niveles de producción históricos de un mineral acogen el efecto de las fuerzas motoras, desde la perspectiva de la fuerza de condiciones de mercado, si las condiciones del mercado han sido buenas para un mineral la producción de este históricamente captura un aumento de la producción para dicho periodo.

Si adicional a las buenas condiciones de mercado, se tiene que los grupos sociales han tenido un rechazo hacia la explotación de un mineral, y este rechazo ha alcanzado el punto de cierre o parada temporal de una operación, la producción mostrará la correspondiente comportamiento de la producción de dicho mineral.

Teniendo en cuenta lo anterior, y considerando que el escenario de continuidad establece que las fuerzas y el comportamiento actual siguen la misma tendencia actual, los modelos de demanda y oferta para este escenario sólo se basan en los modelos matemáticos de proyección de series futuras.

La precisión del modelo determinado por la cantidad de datos históricos disponibles.

El comportamiento de este mineral, al igual que ocurre con el Platino, está estrechamente relacionado con Oro, de ahí que comparten algunas premisas, como se verá más adelante.

Los casos donde no se realizaron algunas proyecciones, ya sea de producción, importaciones, consumo intermedio o exportaciones es porque: 1) No existen datos: en la información del BOU las cifras son cero. 2) Los datos son marginales: cuando la magnitud de los datos no proporciona una gráfica que ofrezca información adecuada para análisis (dado que, en escala, el contraste con respecto a los otros datos disponibles los hace irrelevante).

Escenario 1. Continuidad

Modelo de proyección de oferta y demanda para Plata

Para la construcción del modelo para la proyección de oferta y demanda de Plata, se consideraron las variables que corresponden al análisis de Balance Oferta / Utilización, es decir, las mismas empleadas por el DANE en el Sistema de Cuentas Nacionales, en el capítulo de Bienes y Servicios, y que están relacionadas con el entregable Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016 realizado en el marco del proyecto.

Para las realizar las proyecciones se utilizaron las fuentes de datos que se describen a continuación, con las respectivas series de datos que se indican al lado de cada una, tanto para oferta como para demanda. Es esquema de la información es el siguiente:

[Tipo de dato]	[fuente]	(serie de tiempo)
Consumo Intermedio	DANE	(2012 - 2016)

Series de datos relativos a OFERTA

- Producción - DANE
- Producción - UPME
- Importaciones - DANE
- Importaciones - UPME
- Reservas Mundiales - CRU
- Exportaciones Mundiales - CRU
- Importaciones Mundiales - CRU
- Producción mundial histórica y proyectada - CRU
- Oferta mundial mina histórica y proyectada - CRU
- Oferta mundial chatarra histórica y proyectada - CRU
- Oferta mundial total - CRU
- Balance mundial - CRU
- Precio (LBMA) (US\$/oz) - CRU
- Precio real (LBMA) (2017 US\$/oz) - CRU
- Proyección de precios escenario divergencia - CRU
- Proyección de precios escenario coexistencia - CRU
- Precio base regalías - UPME
- Importaciones Plata Categoría 10:Plata en Bruto - DANE
- Importaciones Plata Categoría 131,138 y 139:Plata procesada
- Importaciones FOB Categoría 10:Plata en Bruto
- Importaciones FOB Categoría 131,138 y 139:Plata procesada
- Importaciones CIF Categoría 10:Plata en Bruto
- Importaciones CIF Categoría 131,138 y 139:Plata procesada

Series de datos relativos a DEMANDA

- Consumo Intermedio - DANE
- Variación Existencias - DANE
- Exportaciones - DANE
- Exportaciones - UPME
- Exportaciones Valor FOB - DANE
- Demanda mundial total - CRU
- PIB Minerales Metalíferos Escenario Base - UPME
- PIB Minerales Metalíferos Escenario Optimista - UPME
- PIB Minerales Metalíferos Escenario Pesimista - UPME
- PIB Minerales Metalíferos Escenario Alternativo - UPME
- PIB Minerales Minas y Canteras Base - UPME
- PIB Minerales Minas y Canteras Base Ajuste - UPME
- PIB Minerales Minas y Canteras Base Ajuste Exp - UPME
- PIB Minerales Minas y Canteras Optimista - UPME
- PIB Minerales Minas y Canteras Pesimista - UPME
- PIB Minerales Minas y Canteras Pesimista Ajuste - UPME
- PIB Minerales Minas y Canteras Pesimista Ajuste Exp - UPME
- PIB Minerales Minas y Canteras Alterna - UPME
- Proyección producción oro

Escenario 1. Continuidad**Variables modelo de continuidad**

Para Plata, a partir del balance del DANE, se considera que las variables más importantes son: Producción por el lado de la oferta y exportaciones en la demanda. En una menor medida el consumo intermedio es una variable que tiene afectación sobre la demanda del mineral. Teniendo en cuenta lo anterior, las series seleccionadas para proyectar fueron:

Producción	Exportaciones	Consumo Intermedio
<ul style="list-style-type: none"> • PIB Minerales Minas y Canteras Base (Ajustada) – UPME • Oferta mundial mina histórica y proyectada (Ajustada) – CRU 	<ul style="list-style-type: none"> • PIB Minerales Minas y Canteras Base (Ajustada a exportaciones) – UPME • Oferta mundial mina histórica y proyectada (Ajustada a exportaciones) - CRU 	<ul style="list-style-type: none"> • Oferta mundial total - CRU

El criterio de selección de las variables fue:

- El valor absoluto de la correlación de las series seleccionadas fue superior al 0,4% en todos los casos
- El PIB de Minas y Canteras recoge información de producción y entorno de mercado del sector minero en Colombia.
- Según el BOU del DANE, cerca del 98% de la plata producida en Colombia es exportado, razón por la cual el precio y la oferta internacional son variables de relevancia para la producción y exportación del mineral la oferta mundial de minas histórica y proyectada es de vital importancia para el análisis.

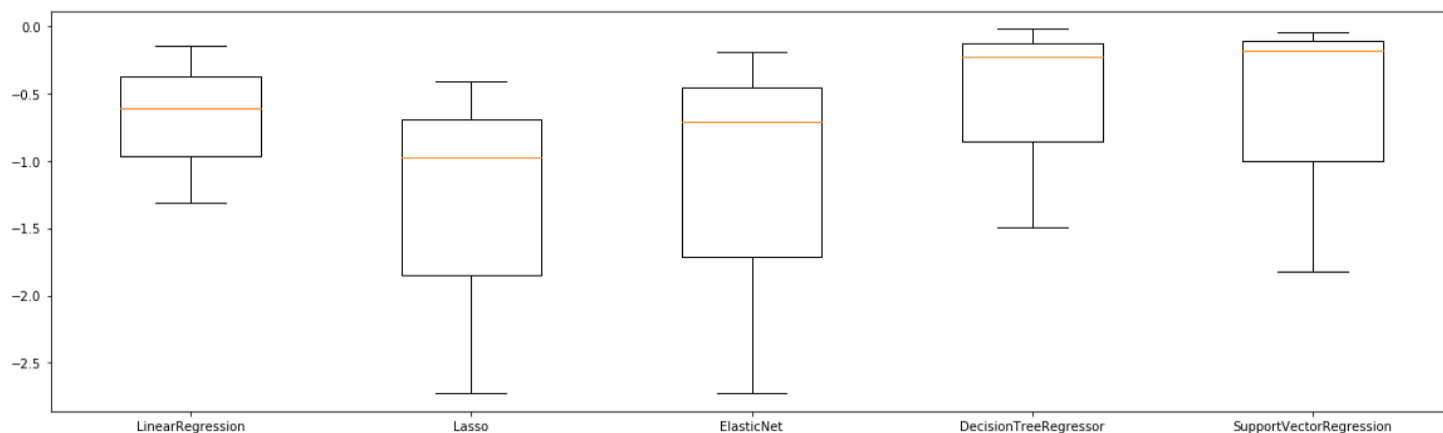
Las proyecciones se realizaron a partir de 5 técnicas diferentes de machine learning con el fin de evaluar cuál de ellas se adapta mejor a los datos históricos que permiten el entrenamiento de los modelos.

Adicionalmente, se implementaron técnicas de entrenamiento cruzado de modelos para aprovechar al máximo los datos de entrenamiento (series históricas). Como resultado del entrenamiento cruzado de los modelos, se obtienen diferentes métricas del error (Ej. MSE, RMSE, R^2 , AAE) las cuales son evaluadas con el fin de seleccionar el modelo que de un mejor ajuste hacia los datos.

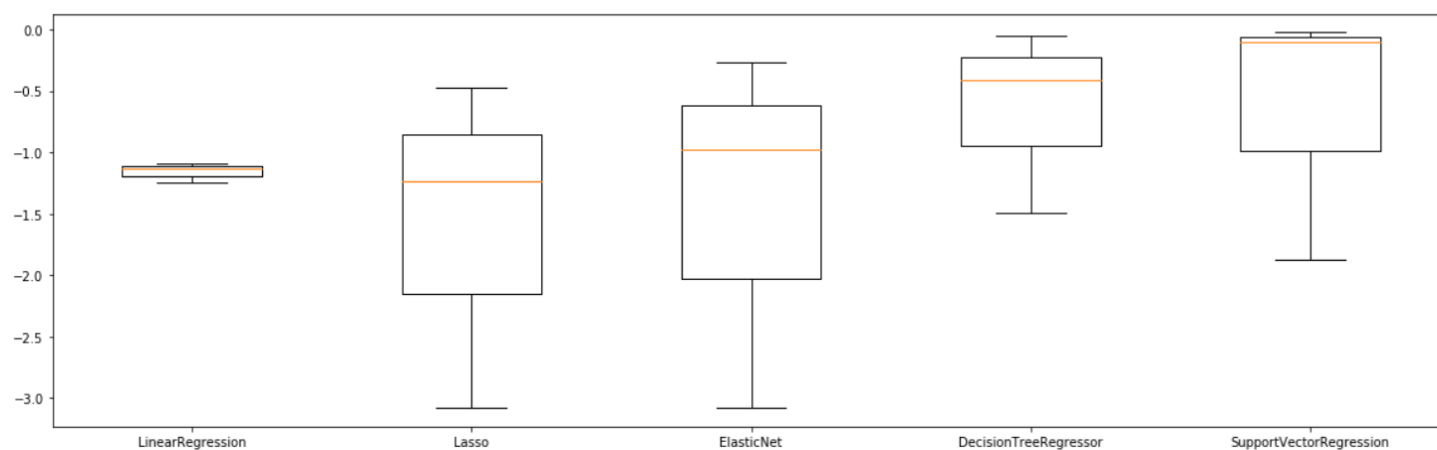
La siguiente gráfica muestra el MSE obtenido para los 5 modelos en el entrenamiento cruzado, en ella se puede ver que los modelos Lasso, Elastic Net y Soporte Vectorial tienen MSE similares lo cual indica que son candidatos para realizar la proyección.

Escenario 1. Continuidad**Producción (seleccionada ElasticNet)**

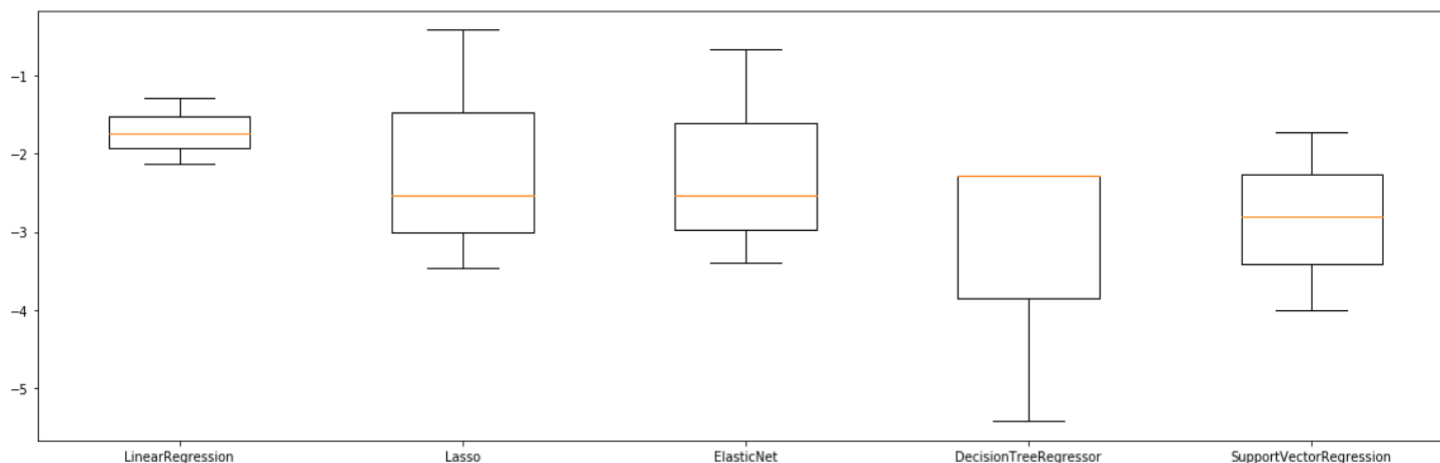
Comparación de algoritmos con datos estandarizados

**Exportaciones (seleccionada ElasticNet)**

Comparación de algoritmos con datos estandarizados

**Consumo Intermedio (seleccionada ElasticNet)**

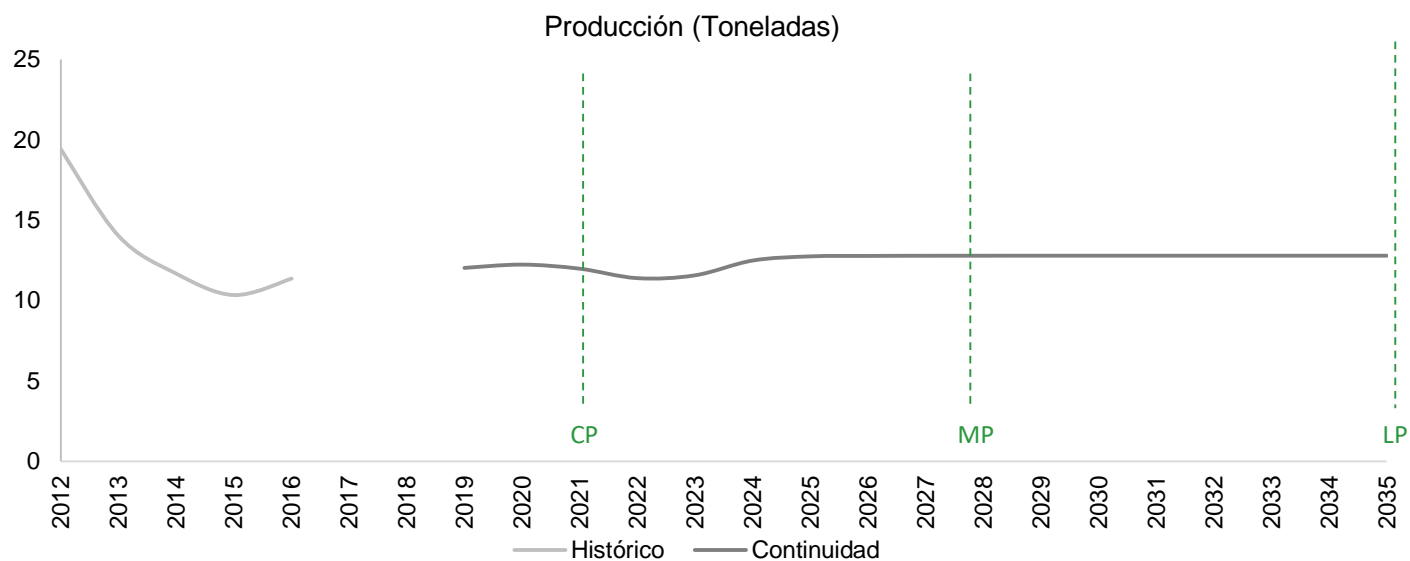
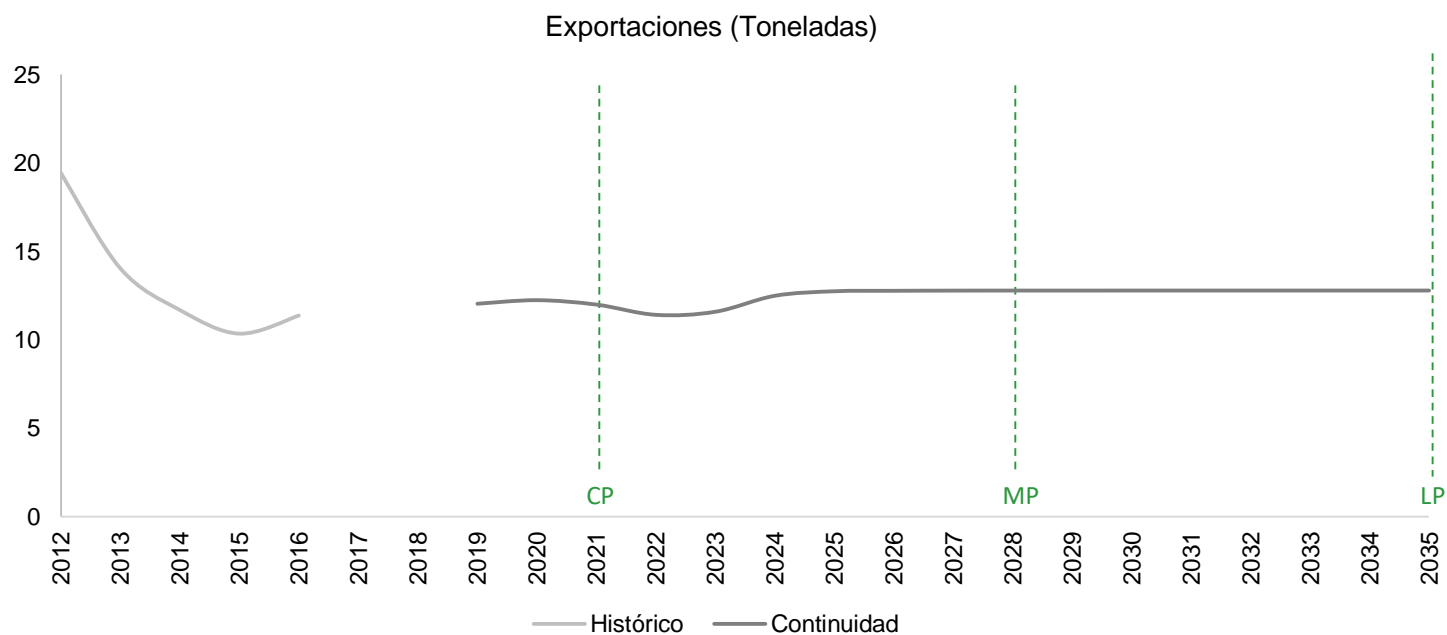
Comparación de algoritmos con datos estandarizados



Las medidas de error se presentan en los anexos asociados al mineral (ver anexo I)

Escenario 1. Continuidad

Las curvas resultantes, de acuerdo al modelo seleccionado para cada serie, son:

Modelo de oferta**Modelo de demanda**

Escenario 1. Continuidad**Premisas para el análisis de Plata:**

En cuanto a oferta, la producción es el principal componente de la oferta de Plata en el país con un promedio del 89% para el periodo 2012 – 2016. Sin embargo, es de resaltar que las importaciones adquirieron una participación importante en la oferta entre 2013 y 2016, supliendo las caídas en la producción de plata en Colombia, la cual durante el periodo en mención decreció en promedio un 12% anual.

En Colombia, la plata se obtiene como un subproducto de la minería aurífera y es por esto que resulta posible relacionar sus niveles de producción. El comportamiento de estos minerales se explica en buena medida por la recuperación de la economía mundial, que hizo que el mercado volviera a confiar en el dólar para sus inversiones reduciendo la función de refugio financiero de los metales preciosos)metales preciosos como el oro, la plata o el platino que sirvieron de refugio en los momentos de incertidumbre.

La dinámica del precio de la plata el cual tomó una senda decreciente muy fuerte desde 2011 y sólo volvió a tener síntomas de recuperación desde 2016. Ésta situación también puede explicar el por qué del rezago en la recuperación de la producción de la plata frente al oro. Si bien el precio de los dos minerales presenta un comportamiento prácticamente igual durante el periodo 2012 – 2016, la diferencia en precios es muy alta, razón por la cual siempre se tendrán más incentivos a reactivar con mayor prontitud la producción de oro que la de plata.

El principal foco de utilización de la Plata en Colombia son las exportaciones, las cuales durante el periodo 2012 – 2016 representaron en promedio un 91% de la demanda del mineral. Podemos inferir que en buena medida el comportamiento de las exportaciones se puede explicar a través de las dinámicas de la producción de Plata en Colombia expuestas en la sección anterior. Esto teniendo en cuenta que las exportaciones del mineral, como la producción, también presentaron caídas entre 2013 y 2015, solo volviendo a registrar crecimiento en el año 2016.

A pesar que las exportaciones dominan la utilización de la plata en Colombia, hay un remanente de un 9% que se queda en el país como materia prima para la elaboración de otros elementos como la joyería.

El consumo intermedio de plata presenta una fuerte caída entre 2012 y 2013 (36%) y vuelve a registrar crecimiento en 2015 (9%) y 2016 (21%).

Esta situación puede ser explicada por la dinámica de exportación de joyería en el país la cual entre 2013 y 2014 sufrió una caída del 24% y presentó crecimientos del 131% entre 2014 y 2015, y del 50% entre 2015 y 2016.

Se podría intuir que hay un rezago en el efecto que genera la exportación de joyas en el consumo intermedio de plata, ya que las caídas fuertes se presentan con un año de diferencia y los niveles de crecimiento para 2015 y 2016 no son de un tamaño semejante.

Escenario 2. Coexistencia

Colombia 2035: Coexistencia

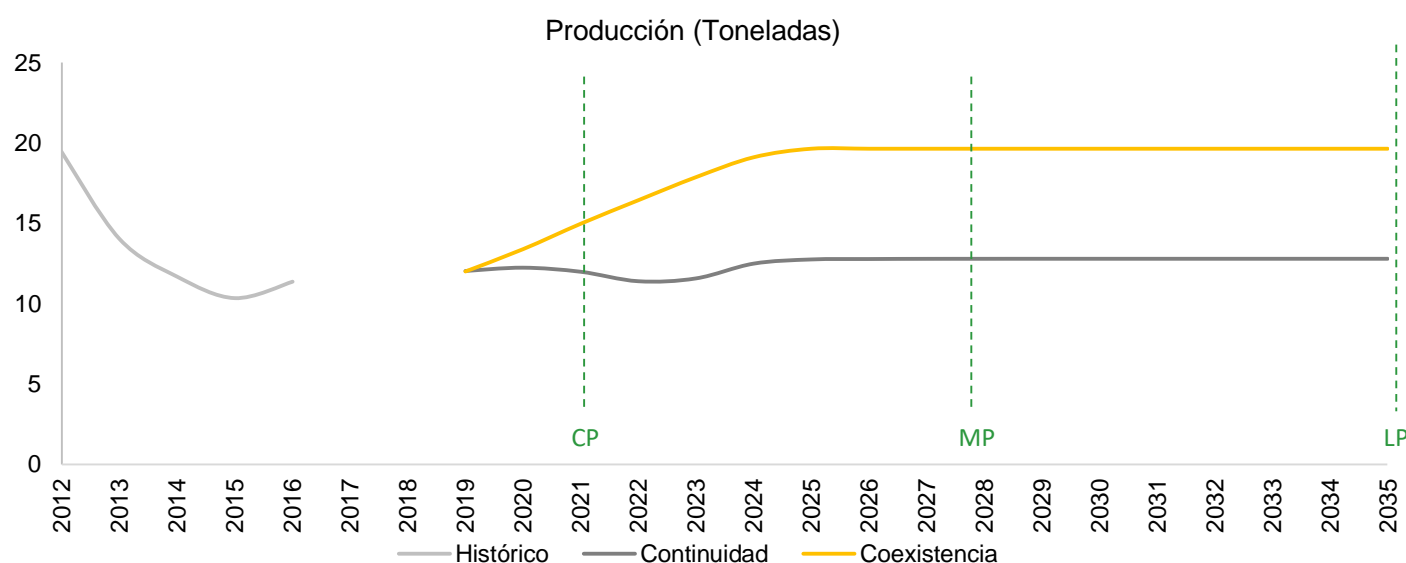
Febrero, 2035

“La mejor forma de predecir el futuro es crearlo”

Peter Drucker

Colombia comprende que la riqueza está en aquello que nos complementa y que la minería responsable con el medio ambiente, las comunidades y con otras actividades que utilicen el suelo, es un instrumento de prosperidad. El equilibrio entre el impulso Estatal, una comunidad constructiva, activa y participante, y una minería apalancada en el conocimiento de su potencial, le permitieron a Colombia avanzar en espirales ascendentes de creación de valor compartido.

Modelo de oferta

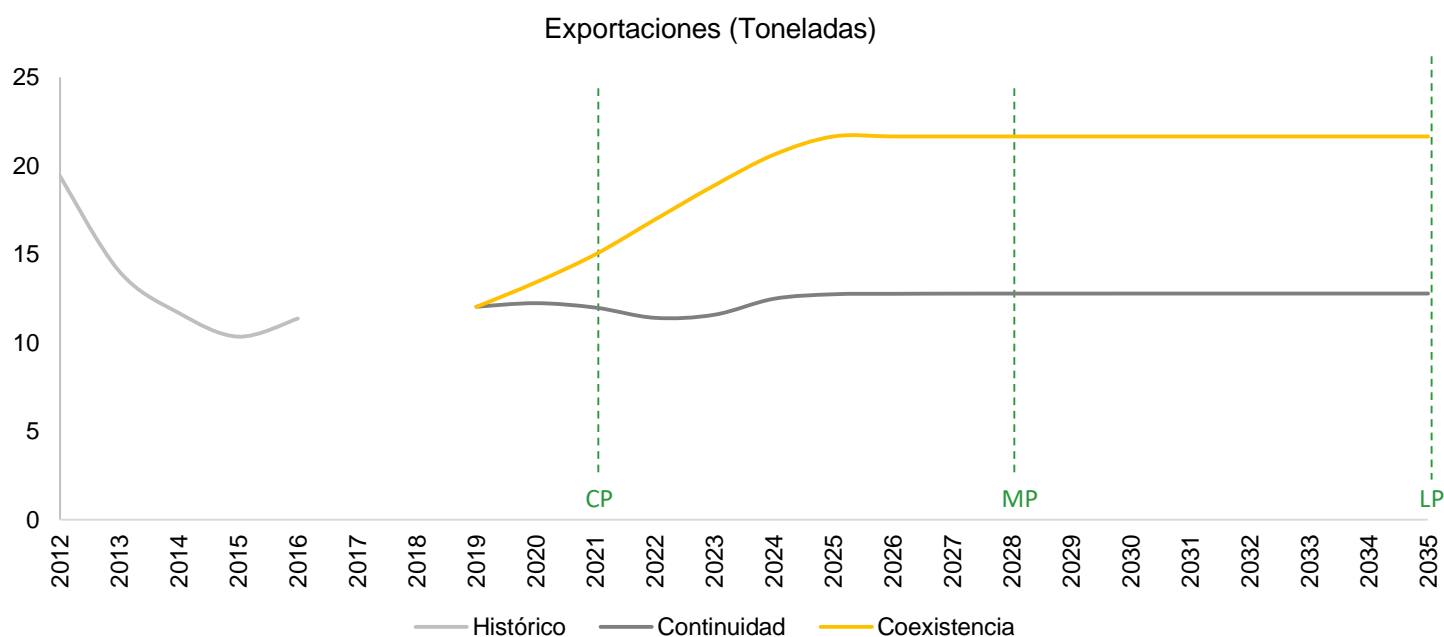


La producción de Plata en el escenario de coexistencia muestra una serie de tendencias debido a los siguientes hitos:

- Se asume que hay una reducción en la ilegalidad en la producción de oro permitiendo que desde 2020 se incremente la producción en 0,4 tonelada, gracias al aporte de los nuevos productores legales.
- Proyecto Buriticá Continental Gold entra en operación en 2019 a una tasa promedio de producción de 3,5 toneladas al año, por 14 años. De igual manera, se asume que en 2033 le es renovada la licencia ambiental y continúan más allá de 2035 con la misma tasa de producción.
- Aprovechamiento de la planta San Ramón para beneficiar hasta 0,7 toneladas de producción acopiada de pequeña minería.
- Proyecto Gramalote de Anglogold entra en operación en 2021 por 12 años a una tasa de 3,784 (3,8) toneladas por año.
- Proyecto Cisneros de Antioquia Gold entra en operación en 2019 por 7 años a una tasa de 0,4 tonelada al año.

Escenario 2. Coexistencia

Modelo de demanda



- A partir de 2019 hay un repunte de las exportaciones gracias a los proyectos que entran en producción en Colombia.
- A partir de 2023 las exportaciones presentan un comportamiento tendiente a la baja, acorde con lo evidenciado en la producción y el precio internacional.
- No obstante estos resultados, la unión temporal JTBOYD - EY considera que el escenario coexistencia mostrará un mejor ajuste en la medida que se cuente con información actualizada año tras año.

Escenario 2. Coexistencia

Impacto de las fuerzas para el escenario



Posición estatal ante
recursos mineros y
ambientales
(Un Estado activo)



Se asume que los proyectos no logra obtener las licencias ambientales para comenzar con el proceso de explotación del mineral. Lo anterior debido a no lograr responder satisfactoriamente a los requerimientos de la ANLA.



Gobernanza y
Gobernabilidad
(Un Estado confiable)



Se asume que hay una reducción en la ilegalidad en la producción de oro permitiendo que desde 2020 se incremente la producción, gracias al aporte de los nuevos productores legales.



Grupos sociales
(Un ciudadano
que exige)

NA

No se registran acciones específicas en este aspecto que pueda afectar el comportamiento del mineral.



Asuntos
ambientales
(Un bien común)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Plata en Colombia.



Dotación minera y su
conocimiento
(Un conocimiento de todos)



Dentro del horizonte de la proyección a 2035, en el escenario coexistencia se asume que las empresas interesadas en la explotación del mineral adelantarán procesos exploratorios basados en la información geológica que el Servicio Geológico Colombiano tiene disponibles. Los procesos exploratorios que realicen las empresas generarán conocimiento de la dotación minera que será compartido con el Gobierno nacional y tendrán efectos en la producción de oro en un horizonte posterior a 2035.

Escenario 2. Coexistencia**Impacto de las fuerzas para el escenario**

Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y
competidores)



A partir del análisis de los proyectos que se prevé entren en producción en el horizonte a 2035, se realizan las siguientes consideraciones para el escenario coexistencia:

- Se asume que hay una reducción en la ilegalidad en la producción permitiendo que desde 2020 se incremente la producción en 0,43 tonelada, gracias al aporte de los nuevos productores legales.
- Proyecto Buriticá de Continental Gold entra en operación en 2019 a una tasa promedio de producción de 3,5 toneladas al año, por 14 años. De igual manera, se asume que en 2033 le es renovada la licencia ambiental y continúan más allá de 2035 con la misma tasa de producción.
- Aprovechamiento de la planta del proyecto San Ramón para beneficiar hasta 0,7 toneladas de producción acopiada de pequeña minería.
- Proyecto Gramalote de Anglogold entra en operación en 2021 por 12 años a una tasa de 3,8 toneladas por año.
- Proyecto Cisneros de Antioquia Gold entra en operación en 2019 por 7 años a una tasa de 0,4 tonelada al año

Escenario 3. Divergencia

Colombia 2035: Divergencia

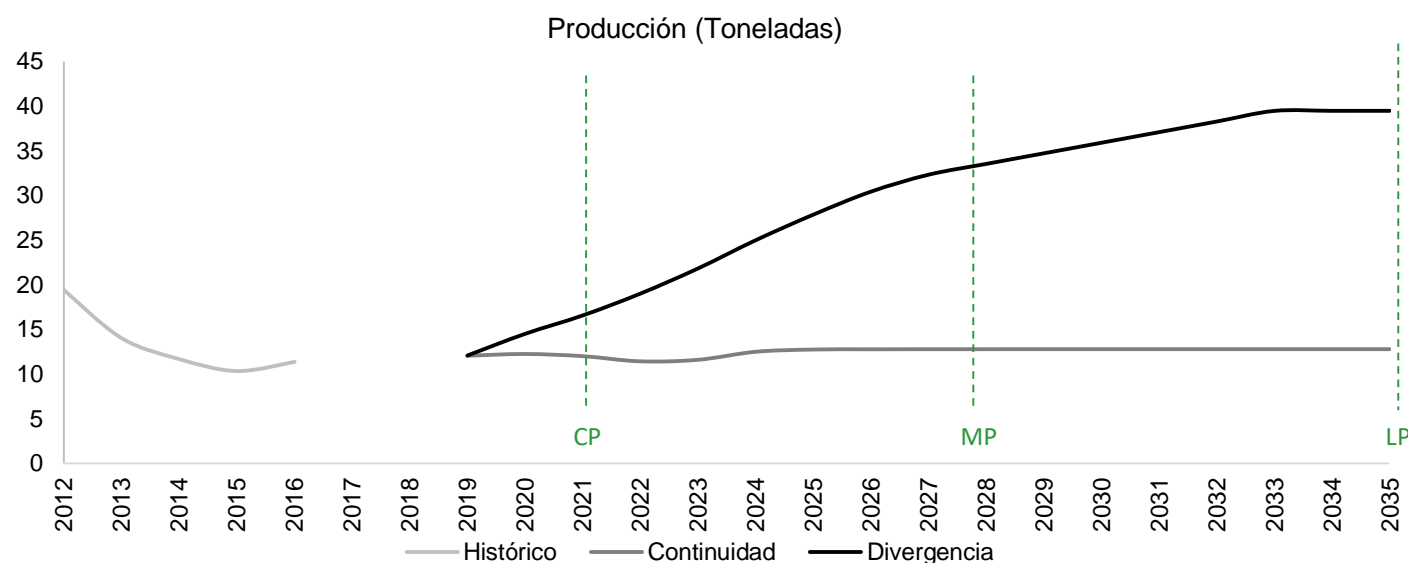
Febrero, 2035

“Si el ritmo de cambio de afuera excede el ritmo de cambio al interior, el fin esta cerca ”

Jack Welch

La perspectiva de futuro donde la actividad minería era boyante y aportaba los recursos necesarios para apalancar el progreso del País, se disolvió entre actores de integridad cuestionable y el aire insalubre que ahoga al mundo. Fracasaron los esfuerzos en pro del desarrollo sostenible y se materializa la distopía. Algunos piensan que perdieron los mineros, pero la verdad es que todos perdimos un poco... o todo.

Modelo de oferta

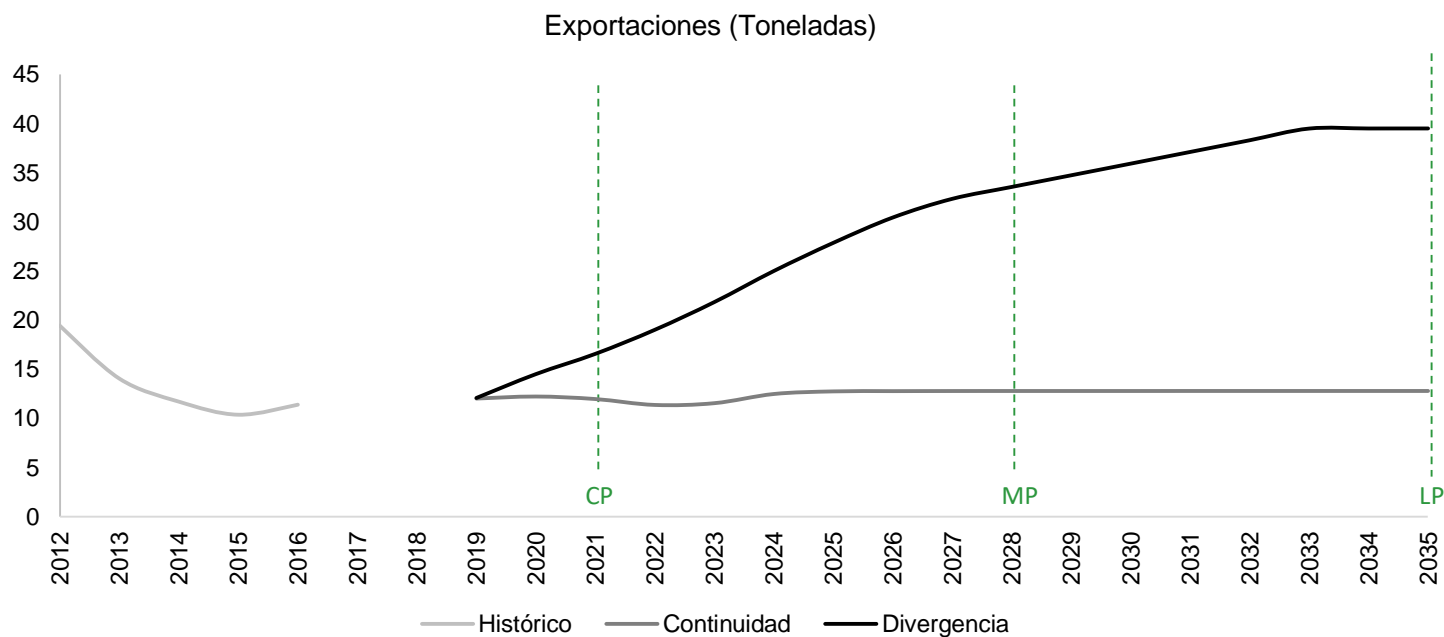


La producción de Plata en el escenario de divergencia muestra una serie de tendencias debido a los siguientes hitos:

- Se asume que el proyecto Soto Norte de la empresa Minesa logra obtener las licencias ambientales para comenzar con el proceso de explotación del mineral. Lo anterior debido a que logró responder satisfactoriamente a los requerimientos de la ANLA frente al manejo de aguas asociado al proyecto. De igual manera, la institucionalidad otorgó la licencia de explotación a pesar de las presiones de las comunidades que están en contra de la minería en zonas de paramo y aledaños. El proyecto entra en operación en 2021 con un horizonte de tiempo a 23 años, con una tasa de producción de 3,9 toneladas por año.
- Se asume que el Gobierno emprende una lucha frontal contra la extracción ilícita desde diferentes ámbitos, sin embargo los altos costos de los operativos, las dificultades de ingreso a las zonas no permiten que se tengan los resultados deseados y la ilegalidad retorne a los niveles vistos antes de 2012. Se llega progresivamente a 16,5 toneladas en 2032.
- Proyecto Buriticá de Continental Gold entra en operación en 2019 a una tasa promedio de producción de 3,5 toneladas al año, por 14 años. De igual manera, se asume que en 2033 no le es renovada la licencia ambiental y el proyecto debe concluir operaciones.
- Proyecto Gramalote de AngloGold entra en operación en 2023 por 13 años a una tasa de 2,6 toneladas por año.
- Proyecto Cisneros de Antioquia Gold entra en operación en 2019 por 5 años a una tasa de 0,2 tonelada al año.

Escenario 3. Divergencia

Modelo de demanda



Frente al escenario de continuidad, las exportaciones de Plata presentan una senda creciente entre 2018 y 2019 lo cual puede explicarse por la entrada de nuevos proyecto de oro en Colombia.

La senda creciente que toman las exportaciones entre 2023 y 2033 puede explicarse por un crecimiento en el PIB de Minas y Canteras del 37% entre 2002 y 2034. De igual manera, el precio del oro a nivel internacional presenta un crecimiento del 7% entre 2018 y 2035.

Escenario 3. Divergencia

Impacto de las fuerzas para el escenario



Posición estatal ante
recursos mineros y
ambientales
(Un Estado activo)



Se asume que los proyectos logran obtener las licencias ambientales para comenzar con el proceso de explotación del mineral. Lo anterior debido a que logró responder satisfactoriamente a los requerimientos de la ANLA frente al manejo de aguas asociado al proyecto.



Gobernanza y
Gobernabilidad
(Un Estado confiable)



Se asume que los esfuerzos por combatir la ilegalidad en la Se asume que no hay un control efectivo por parte del Gobierno para el cumplimiento de la normatividad asociada a la minería, lo cual permite que la producción ilegal se realice sin mayores obstáculos. Por ende, la proyección realizada en este escenario parte de los datos de producción reales que ya traen incorporado el componente de ilegalidad en la producción



Grupos sociales
(Un ciudadano
que exige)

NA

No se registran acciones específicas en este aspecto que pueda afectar el comportamiento del mineral.



Asuntos
ambientales
(Un bien común)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, el Gobierno no tienen interés en los temas ambientales, por ende no hay un control efectivo a la normatividad y tampoco hay interés en generar grandes cambios al respecto. Esta situación genera que la producción aumenten significativamente.



Dotación minera y su
conocimiento
(Un conocimiento de todos)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas de conocimiento del potencial geológico.

Escenario 3. Divergencia**Impacto de las fuerzas para el escenario**

Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y
competidores)

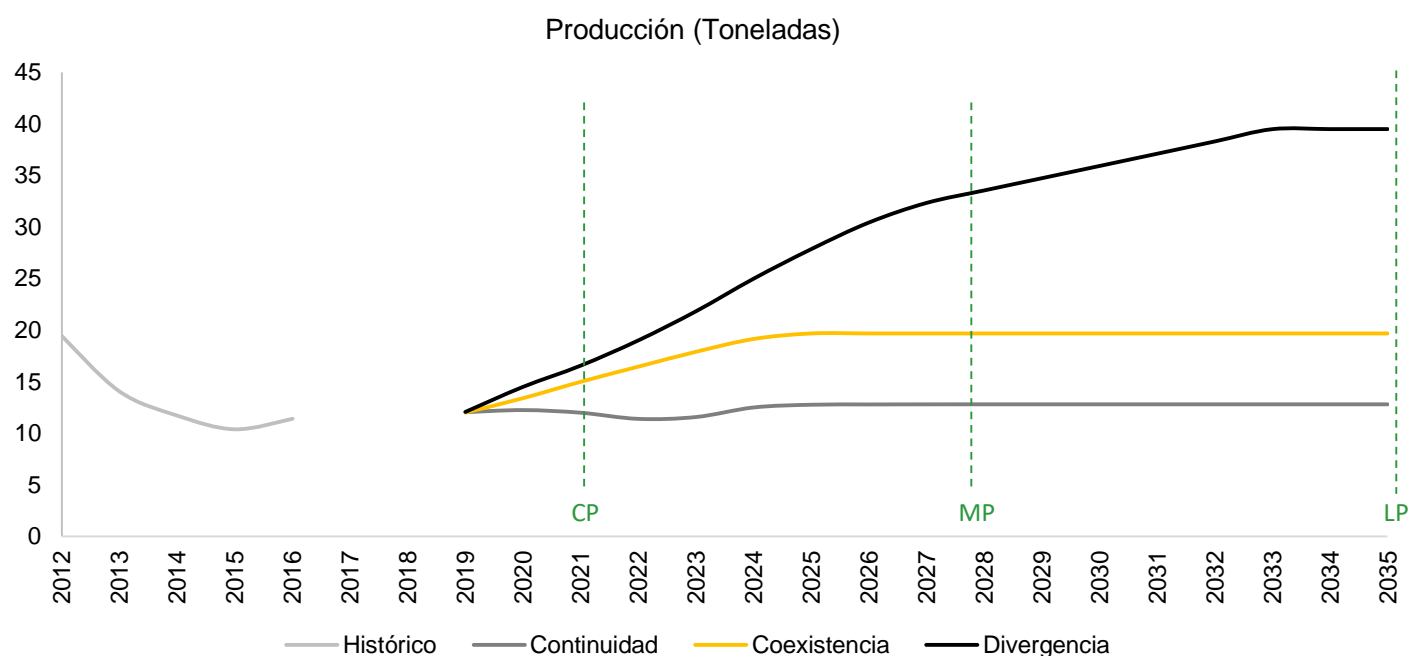


A partir del análisis de los proyectos que se prevé entren en producción en el horizonte a 2035, se realizan las siguientes consideraciones para el escenario divergencia:

- Proyecto Buriticá de Continental Gold entra en operación en 2019 a una tasa promedio de producción de 3,5 toneladas al año, por 14 años. De igual manera, se asume que en 2033 no le es renovada la licencia ambiental y el proyecto debe concluir operaciones.
- Proyecto Gramalote de Anglogold entra en operación en 2023 por 13 años a una tasa de 2,6 toneladas por año.
- Proyecto Cisneros de Antioquia Gold entra en operación en 2019 por 5 años a una tasa de 0,2 tonelada al año.

Síntesis

Modelo de oferta



Cifras proyección de producción (cifras en toneladas) – Tabla 1/2

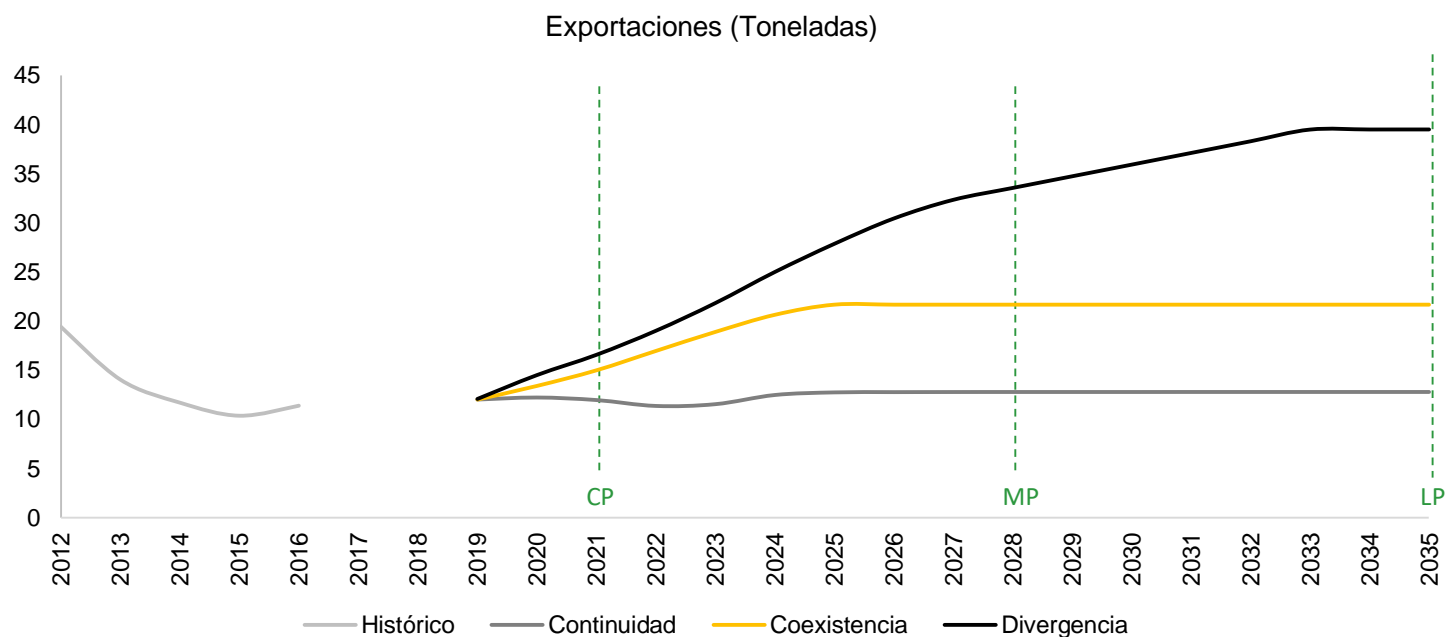
Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	12,02	13,41	14,99	16,46	17,89	19,13	19,66	19,66
Continuidad	12,05	12,25	12,00	11,41	11,59	12,50	12,76	12,79
Divergencia	12,08	14,51	16,57	19,02	21,84	25,00	27,86	30,44

Cifras proyección de producción (cifras en toneladas) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	19,66	19,66	19,66	19,66	19,66	19,66	19,66	19,66	19,66
Continuidad	12,80	12,80	12,80	12,80	12,80	12,80	12,80	12,80	12,80
Divergencia	32,34	33,56	34,74	35,93	37,11	38,30	39,50	39,50	39,51

Síntesis

Modelo de demanda



Cifras proyección de exportaciones (cifras en toneladas) – Tabla 1/2

Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	12,02	13,41	14,99	16,96	18,89	20,63	21,66	21,66
Continuidad	12,05	12,25	12,00	11,41	11,59	12,50	12,76	12,79
Divergencia	12,08	14,51	16,57	19,02	21,84	25,00	27,86	30,44

Cifras proyección de exportaciones (cifras en toneladas) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	21,66	21,66	21,66	21,66	21,66	21,66	21,66	21,66	21,66
Continuidad	12,80	12,80	12,80	12,80	12,80	12,80	12,80	12,80	12,80
Divergencia	32,34	33,56	34,74	35,93	37,11	38,30	39,50	39,50	39,51

Cobre



Escenario 1. Continuidad**Colombia 2035: Continuidad**

Febrero, 2035

“Solamente aquel que construye el futuro tiene derecho a juzgar el pasado.”

Friedrich Nietzsche

Las expectativas prometían cambios radicales que impulsarían al Estado hacia una sólida visión; sin embargo, al llegar el 2035, las amenazas no materializadas y las oportunidades no aprovechadas en el sector minero, son las que determinan su realidad. El País es administrado a través de entidades públicas que siguen sin lograr una óptima sincronización, lo que lleva a que en ocasiones las reglas de juego no sean claras y justas para todos.

Premisas modelo de continuidad

El comportamiento histórico de la oferta y la demanda del mineral incluye o muestra el efecto que el estado de las fuerzas motoras han tenido a la fecha sobre el mineral. Por ejemplo los niveles de producción históricos de un mineral acogen el efecto de las fuerzas motoras, si los grupos sociales han tenido un impacto negativo, para un mineral en particular, que ha ocasionado una parada en la producción, este efecto estará representado en la serie histórica como una disminución en la producción en el periodo asociado a dicho evento.

Teniendo en cuenta lo anterior, y considerando que el escenario de continuidad establece que las fuerzas y el comportamiento actual siguen la misma tendencia actual, los modelos de demanda y oferta para este escenario sólo se basan en los modelos matemáticos de proyección de series futuras.

Dichos modelos matemáticos se basan solamente en la información histórica disponible para cada mineral, razón por la cual la proyección va a seguir un comportamiento parecido a la series históricas utilizadas. Lo anterior significa que si en la serie histórica se tienen pendientes positivas fuertes seguidas de pendientes negativas, la proyección también las va a tener. Así mismo, si la información histórica en su mayoría se mantiene en un rango de valores determinado, el modelo va a tender a estar alrededor de ese rango de valores.

Adicional, dependiendo de la cantidad de datos históricos que se tengan, se va a ver influenciado la precisión del modelo. Entre mayor sea el tiempo de la proyección, más datos se van a requerir para hacer la proyección, y menos preciso va a ser.

Los casos donde no se realizaron algunas proyecciones, ya sea de producción, importaciones, consumo intermedio o exportaciones es porque: 1) No existen datos: en la información del BOU las cifras son cero. 2) Los datos son marginales: cuando la magnitud de los datos no proporciona una gráfica que ofrezca información adecuada para análisis (dado que, en escala, el contraste con respecto a los otros datos disponibles los hace irrelevante).

Escenario 1. Continuidad**Modelo de proyección de oferta y demanda para Cobre**

Para la construcción del modelo para la proyección de oferta y demanda del Cobre, se consideraron las mismas variables que corresponden al análisis de Balance Oferta / Utilización, es decir, las mismas empleadas por el DANE en el Sistema de Cuentas Nacionales, en el capítulo de Bienes y Servicios, y que están relacionadas con el entregable Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016 realizado en el marco del proyecto.

Para las realizar las proyecciones se utilizaron las fuentes de datos que se describen a continuación, con las respectivas series de datos que se indican al lado de cada una, tanto para oferta como para demanda. El esquema de la información que se presenta a continuación es:

[Tipo de dato]	[fuente]	(serie de tiempo)
Consumo Intermedio	DANE	(2012 - 2016)

Series de datos relativos a DEMANDA

- Consumo Intermedio - DANE (2012 - 2016)
- Variación Existencias - DANE (2012 - 2016)
- Exportaciones - DANE (2012 - 2016)
- Exportaciones - UPME (1970 - 2018)
- Valor FOB Exportaciones - DANE (2000 - 2018)
- Valor FOB Exportaciones TEST (2000 - 2018)
- Exportaciones mundiales cobre refinado- CRU (2008 -2017)
- Exportaciones mundiales concentrado de cobre - CRU (2008 -2017)
- Demanda mundial histórica y proyectada - CRU (2008 - 2035)
- Precio base regalías - UPME (2014 - 2018)
- PIB Minerales Minas y Canteras Base - UPME(2006 - 2035)

Series de datos relativos a OFERTA

- Producción - DANE (2012 - 2016)
- Importaciones - DANE (2012 - 2016)
- Reservas totales mundiales – CRU (2008 - 2017)
- Oferta histórica y proyección de la producción – CRU (2008 – 2035)
- Balance histórico Demanda – CRU (2008 – 2035)
- Precio (LME 3 meses) (2017 US\$/t) – CRU (2008 – 2035)
- Proyección precios divergencia – CRU (2018 – 2035)
- Proyección precios coexistencia – CRU (2018 – 2035)
- Histórico títulos vigentes – ANM (2000 – 2016)

Escenario 1. Continuidad**Variables modelo de continuidad**

Para la construcción del modelo, se consideraron específicamente las variables que se enuncian a continuación, dado que el índice de correlación de mayor de 0,4 como valor absoluto:

Producción:	Exportaciones:
<ul style="list-style-type: none"> • Producción DANE • Valor FOB de las exportaciones - DANE • Demanda de cobre internacional- CRU 	<ul style="list-style-type: none"> • Exportaciones DANE • Demanda de cobre internacional- CRU • PIB Minerales Minas y Canteras Base

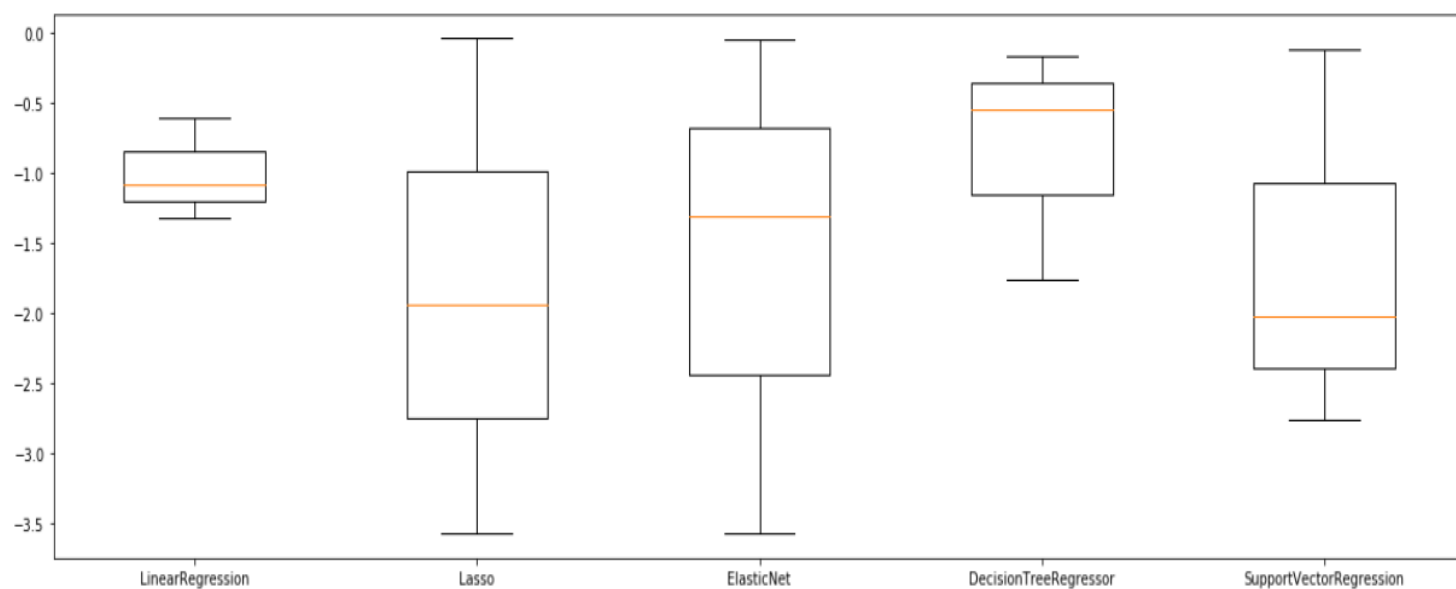
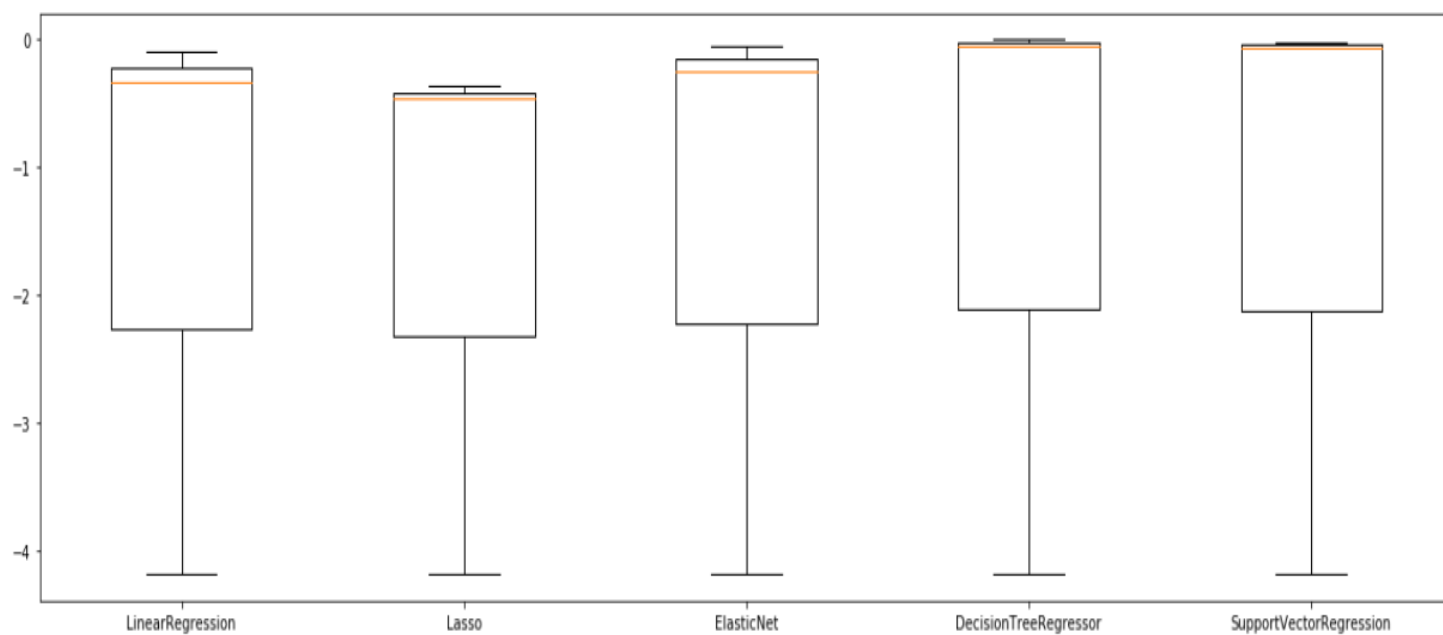
Los modelos requieren de su misma serie para “aprender” su comportamiento histórico y su relación con las otras variables utilizadas. Por lo anterior es que para el modelo de oferta (producción) una de las variables utilizadas es la serie histórica de producción y para el modelo de demanda (exportaciones) una de las variables utilizadas es la serie de exportaciones.

En los modelos de oferta y/o demanda también se incluyeron variables como: el PIB de minas y canteras, que es una representación de los esfuerzos por mejorar el sector, ya sea que estos esfuerzos provengan desde el gobierno, desde la inversión privada en el sector de minas o dado por el comportamiento del mercado de la canasta de minerales con la que cuenta el país. De igual forma, se incluyó la demanda internacional de Cobre, dado que el uso que se le da a este mineral en Colombia es con fines de exportación.

Selección del modelo utilizado

Las proyecciones se realizaron a partir de 5 técnicas diferentes de machine learning con el fin de evaluar cuál de ellas se adapta mejor a los datos históricos que permiten el entrenamiento de los modelos. Adicionalmente, se implementaron técnicas de entrenamiento cruzado de modelos para aprovechar al máximo los datos de entrenamiento (series históricas). Como resultado del entrenamiento cruzado de los modelos, se obtienen diferentes métricas del error (Ej. MSE, RMSE, R^2 , AAE) las cuales son evaluadas con el fin de seleccionar el modelo que de un mejor ajuste hacia los datos.

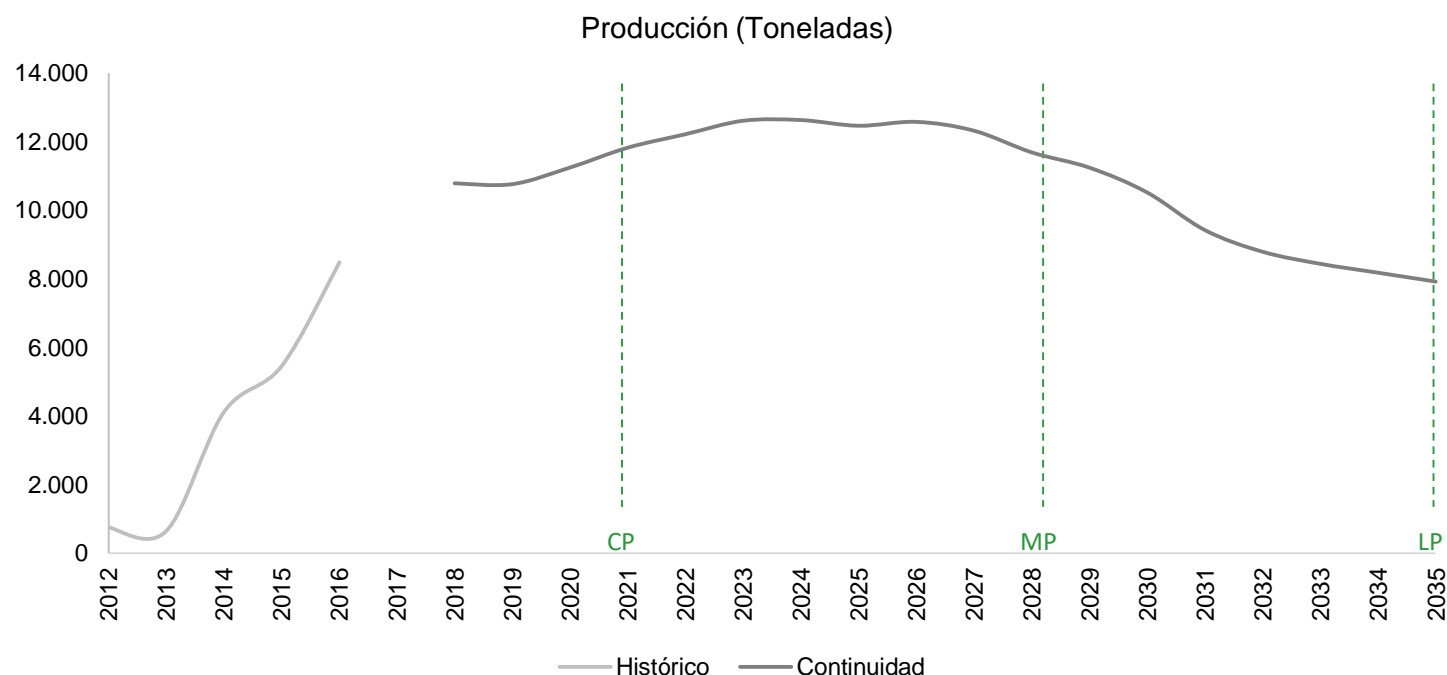
La siguientes gráficas muestran el MSE obtenido para los 5 modelos en el entrenamiento cruzado para producción y exportaciones. En la de producción se puede ver que los modelos de Regresión Lineal y Regresión de Árboles de decisión tienen MSE similares lo cual indica que son candidatos para realizar la proyección. Y para las exportaciones se puede ver que todos los modelos tienen MSE similares lo cual indica que son candidatos para realizar la proyección.

Escenario 1. Continuidad**Producción****Exportaciones**

Las medidas de error se presentan en los anexos asociados al mineral (ver anexo J)

Escenario 1. Continuidad

Modelo de oferta



- Actualmente la única mina que explota Cobre en Colombia es la mina El Roble de la canadiense Atico Mining Corp.
- La empresa Atico Mining Corp se hace responsable de la operación de la mina El Roble a finales del 2013.
- De acuerdo con la información oficial, desde el 2012 la producción nacional registra valores menores a mil toneladas; sin embargo, desde 2014 la empresa ha mostrado valores crecientes de producción hasta alcanzar las 9.355 toneladas en 2017, volumen que espera superar en 2018.
- Así mismo, la empresa Atico Mining Corp aumentó su capacidad nominal original de 400 a 800 toneladas día.
- Hay varios proyectos de exploración de cobre en Colombia (Mandé Norte, Pantanos, Comita, entre otros). Sin embargo, se encuentran en fases muy tempranas de exploración y algunos de ellos se encuentran en zonas de reserva forestal y/o donde hay presencia de grupos minoritarios (p.ej. comunidades indígenas)

Considerando la información anteriormente expuesta, este escenario considera los siguientes supuestos:

- Continua la producción de la mina El Roble, con las mismas tendencias históricas que ha tenido desde 2014.
- No entran nuevos proyectos a explotación
- No hay inconvenientes entre las comunidades aledañas a la mina El Roble y la operación minera

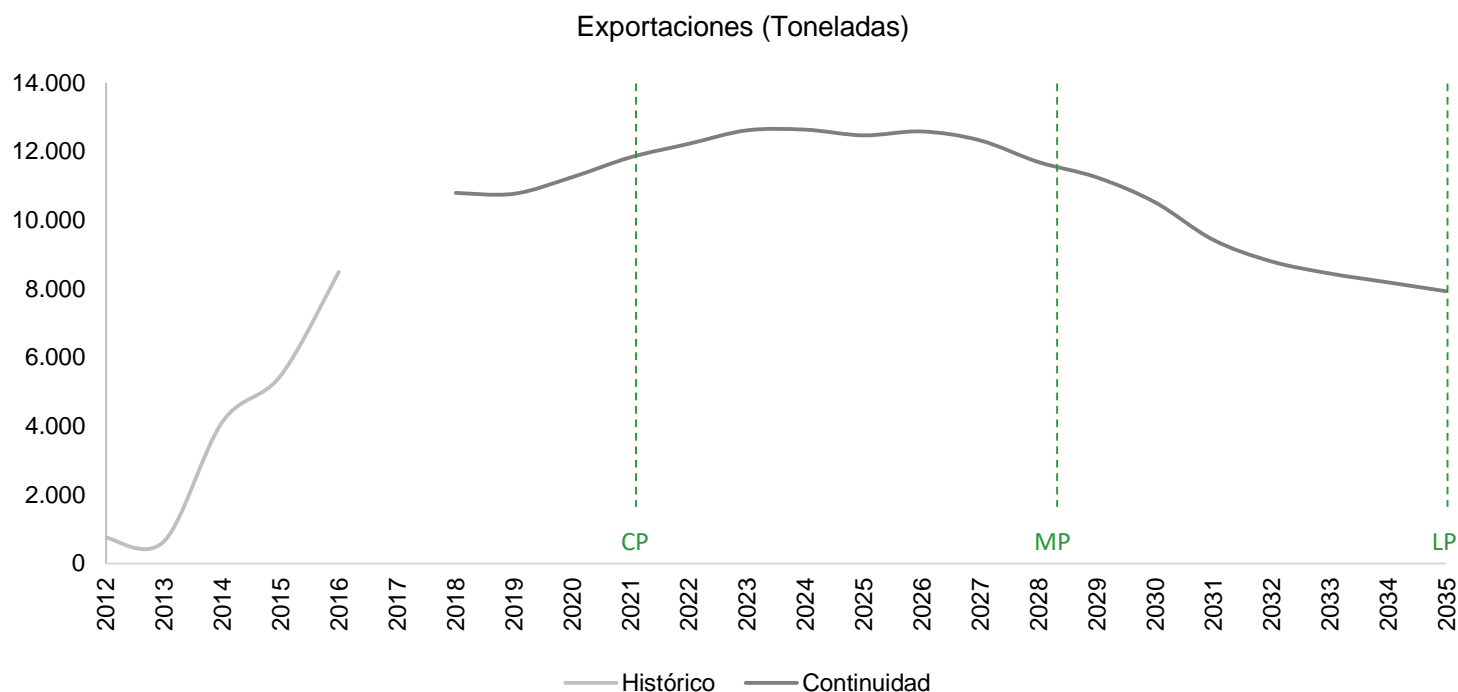
Lo anterior da, según los resultados de los modelos matemáticos, un aumento paulatino de la producción hasta alcanzar valores de 12.645 toneladas para luego empezar un decrecimiento lento, hasta cerrar en 2035 con valores alrededor de las 8.000 toneladas en el largo plazo (LP).

En el corto plazo (CP) la gráfica muestra un crecimiento anual compuesto entre 2016 y 2021 del 7,3%, relacionado con las mejoras en tecnificación y exploración que la empresa Atico Mining ha venido desarrollando.

Mientras que en el mediano plazo (MP) se observa que se alcanza un máximo en 2024 para seguir con un leve decrecimiento de aproximadamente un 2% anual compuesto entre 2024 y 2028. El cual se puede encontrar asociado a una no identificación de nuevos yacimientos.

Escenario 1. Continuidad

Modelo de demanda



Las exportaciones de este mineral se encuentran apalancadas en los niveles de producción y en las condiciones de mercado, por lo cual presenta el mismo comportamiento que la producción, como se muestra en la gráfica de exportaciones.

Escenario 2. Coexistencia

Colombia 2035: Coexistencia

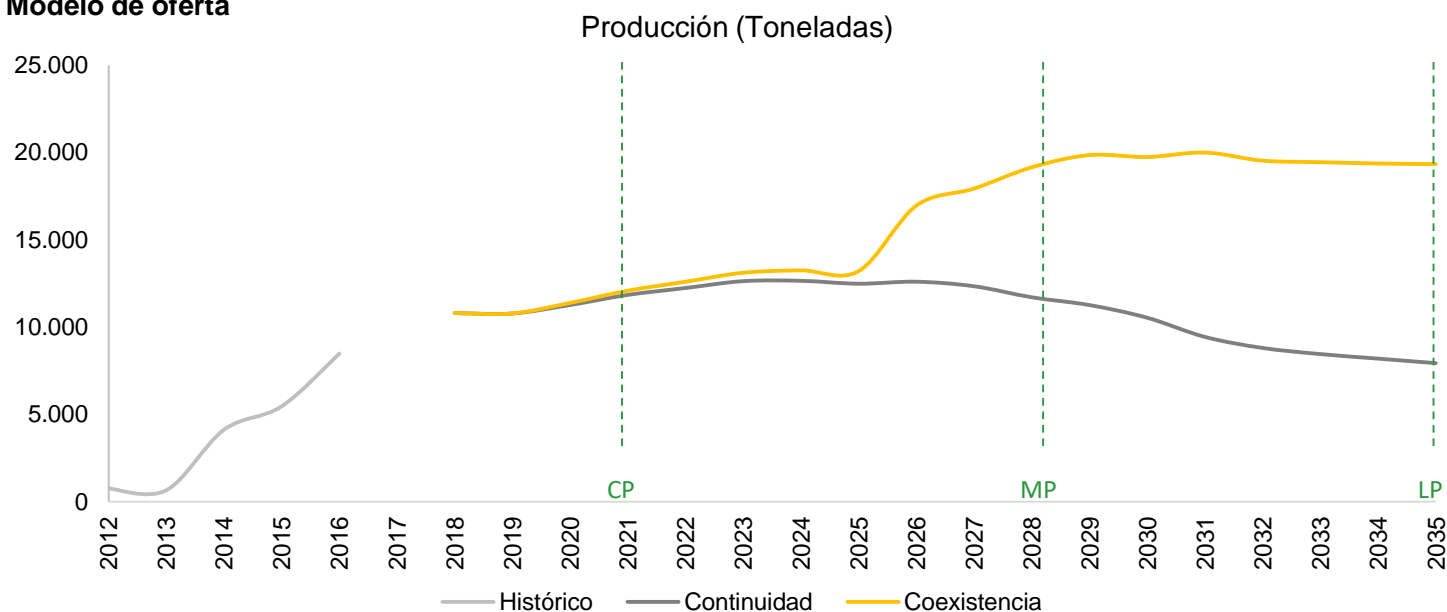
Febrero, 2035

“La mejor forma de predecir el futuro es crearlo”

Peter Drucker

Colombia comprende que la riqueza está en aquello que nos complementa y que la minería responsable con el medio ambiente, las comunidades y con otras actividades que utilicen el suelo, es un instrumento de prosperidad. El equilibrio entre el impulso Estatal, una comunidad constructiva, activa y participante, y una minería apalancada en el conocimiento de su potencial, le permitieron a Colombia avanzar en espirales ascendentes de creación de valor compartido.

Modelo de oferta



En el escenario de coexistencia, se observa una tendencia creciente en la producción de Cobre, hasta alcanzar un valor alrededor de las 19,7 mil toneladas en 2030, con un decrecimiento gradual hasta llegar en 2035 con una producción alrededor de las 18 mil toneladas en el largo plazo (LP).

Mientras en el corto plazo (CP) presenta un comportamiento similar al escenario de continuidad, en el mediano plazo (MP) se ve un aumento progresivo, con una tasa de crecimiento anual compuesta del 6,8% entre 2021 y 2028.

El anterior comportamiento se encuentra asociado con los siguientes supuestos:

- Actualmente, el proyecto de exploración de Cobre que se encuentra en una etapa más avanzada en relación con los anteriormente mencionados es el proyecto San Matías, ubicado en el Departamento de Córdoba, de la empresa Cordoba Minerals Corp.

- En este escenario se considera que el proyecto San Matías entra a producción para el año 2026, lo que hace que la producción total de Cobre aumente a partir de dicho año, como se muestra en la gráfica.
- Actualmente, Atico Mining está evaluando un yacimiento aledaño al actual. Este escenario considera que este yacimiento entra a producción hacia finales del periodo en evaluación.

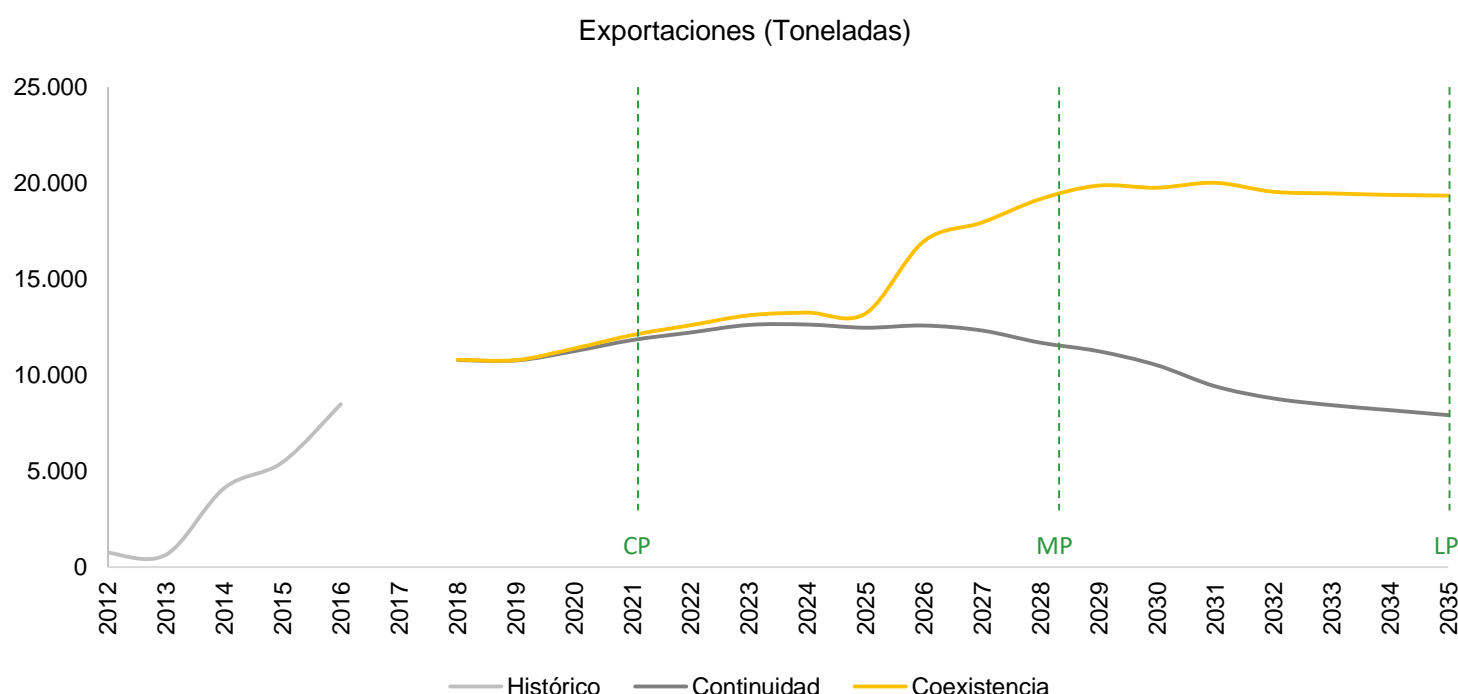
Para que el proyecto pueda entrar, es necesario que:

- Las condiciones de mercado sean favorables, lo cual incluye precios internacionales óptimos.
- Condiciones de infraestructura que permitan la retirada del material a costos competitivos con relación al mercado internacional
- Aprobación de la comunidad para la explotación del mineral

Escenario 2. Coexistencia

- Trámites ágiles que eviten demoras en la obtención del título de explotación, las licencias ambientales y demás requisitos legales.
- Las condiciones del yacimiento hacen que sea económicamente factible su explotación
- Las buenas condiciones de mercado también impulsan a una mayor producción de la mina El Roble en comparación con el escenario de continuidad.

Modelo de demanda



Para el escenario de coexistencia se tiene que las exportaciones presentan una tendencia creciente, con un comportamiento similar a la producción. Este aumento en las exportaciones se podría encontrar apalancado en:

- El aumento de la producción, dado que toda la producción se exporta, dependiendo de las condiciones de mercado.
- La revolución tecnológica ha apalancado un aumento en la demanda de Cobre, dado el uso de este mineral en todos los avances tecnológicos actuales y futuros, como lo es el caso de los vehículos eléctricos.
- Lo anterior podría generar unas condiciones de mercado que impulsarían la producción y la exploración de nuevos yacimientos en Colombia.

Escenario 2. Coexistencia

Impacto de las fuerzas para el escenario



Posición estatal ante
recursos mineros y
ambientales
(Un Estado activo)



El supuesto en este escenario es que el gobierno tiene una visión de desarrollo minero sostenible, que ha permitido un mejor desarrollo en el proceso de obtención de licencias ambientales y la concesión de los títulos. Lo anterior soporta que en este escenario la fuerza tenga un efecto positivo sobre la proyección.

Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- Entrada en funcionamiento del proyecto San Matías en 2026.



Gobernanza y
Gobernabilidad
(Un Estado confiable)



Una mejor gobernanza en la zona de explotación minera habilitaría una mayor comunicación entre las comunidades, la mina y el gobierno.

Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- Entrada en funcionamiento del proyecto de San Matías en 2026.
- Promoción y control del impacto ambiental de la explotación minera en la zona.



Grupos sociales
(Un ciudadano
que exige)



Otro supuesto relacionado con este escenario es que los grupos sociales presentan en su mayoría una posición de apoyo a la explotación del mineral.

Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- Entrada en funcionamiento del proyecto de San Matías en 2026. Si la comunidad apoya el proyecto aprobará la consulta previa y no interpondrá ningún otro mecanismo legal que detenga o demore mas de lo esperado la entrada en operación del proyecto.

Escenario 2. Coexistencia



Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y competidores)



Posibles condiciones de mercado favorables para la explotación de Cobre en Colombia, que podrían estar impulsadas por el crecimiento de los avances tecnológicos asociados a la revolución industrial 4.0, que aumentaría el consumo de Cobre a nivel internacional, impulsando aumento en los precios internacionales.

Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- Entrada en funcionamiento del proyecto San Matías en 2026.
- Incremento en la producción de la mina El Roble



Dotación minera y su conocimiento
(Un conocimiento de todos)



Las condiciones de los yacimientos asociados al proyecto San Matías después del proceso de análisis de factibilidad, podría tener las características geológicas (tenor/ reservas) requeridas para que la explotación sea viable desde la perspectiva económica. Así mismo, el proyecto El Roble podría tener capacidad (en relación a las condiciones del yacimiento) que les permita aumentar su producción por encima del escenario de continuidad.

Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- Entrada en funcionamiento del proyecto San Matías en 2026.
- Mayor producción que en el escenario de continuidad para la mina El Roble.

Escenario 3. Divergencia

Colombia 2035: Divergencia

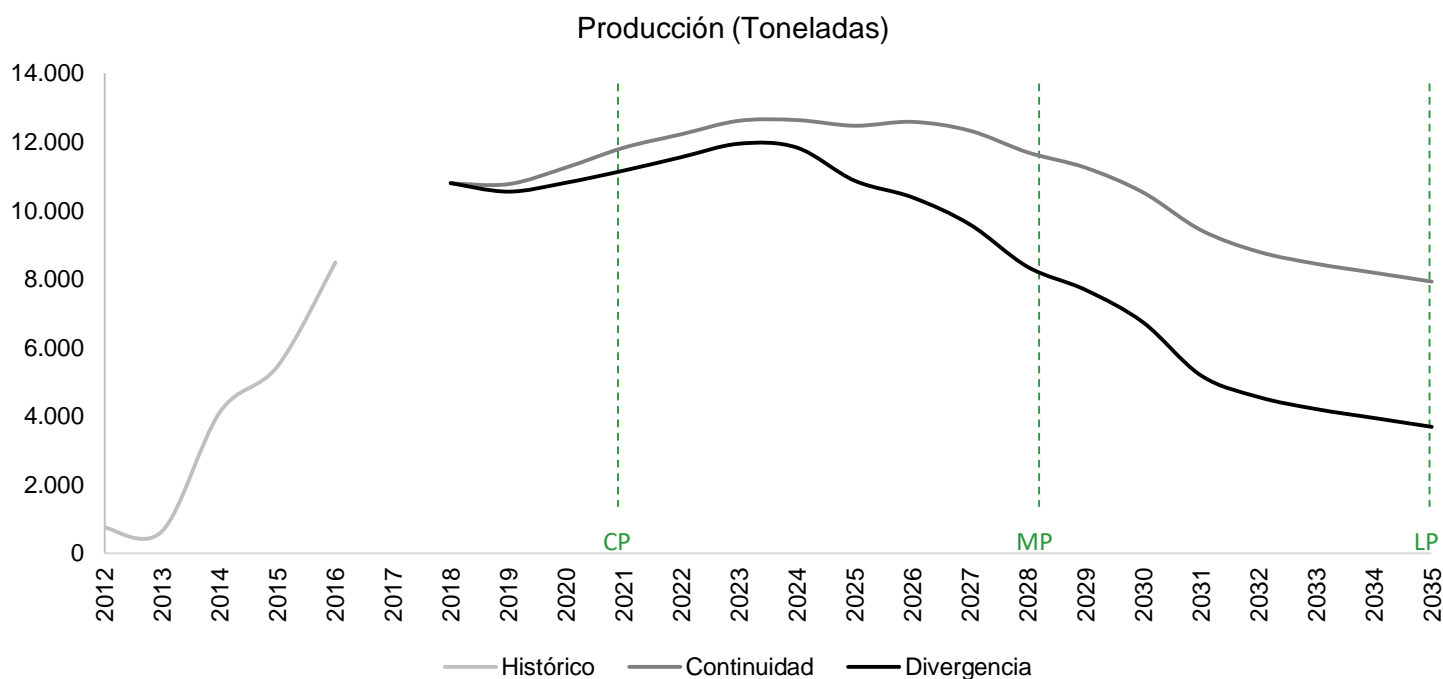
Febrero, 2035

“Si el ritmo de cambio de afuera excede el ritmo de cambio al interior, el fin esta cerca ”

Jack Welch

La perspectiva de futuro donde la actividad minería era boyante y aportaba los recursos necesarios para apalancar el progreso del País, se disolvió entre actores de integridad cuestionable y el aire insalubre que ahoga al mundo. Fracasaron los esfuerzos en pro del desarrollo sostenible y se materializa la distopía. Algunos piensan que perdieron los mineros, pero la verdad es que todos perdimos un poco... o todo.

Modelos de oferta



En el escenario de divergencia, se observa una tendencia decreciente en la producción de Cobre, hasta alcanzar un valor alrededor de las 3,6 mil toneladas en 2035 en el largo plazo (LP).

Para el corto plazo (CP) se observa que hay un crecimiento en la producción, menor al presenciado en el escenario de continuidad, del 5,6% anual compuesto. Este crecimiento se observa hasta 2024, a partir del cual comienza a entrar en un proceso de reducción en su producción, con una tasa de decrecimiento anual compuesta del 8,3% entre 2024 y 2028, para el mediano plazo (MP).

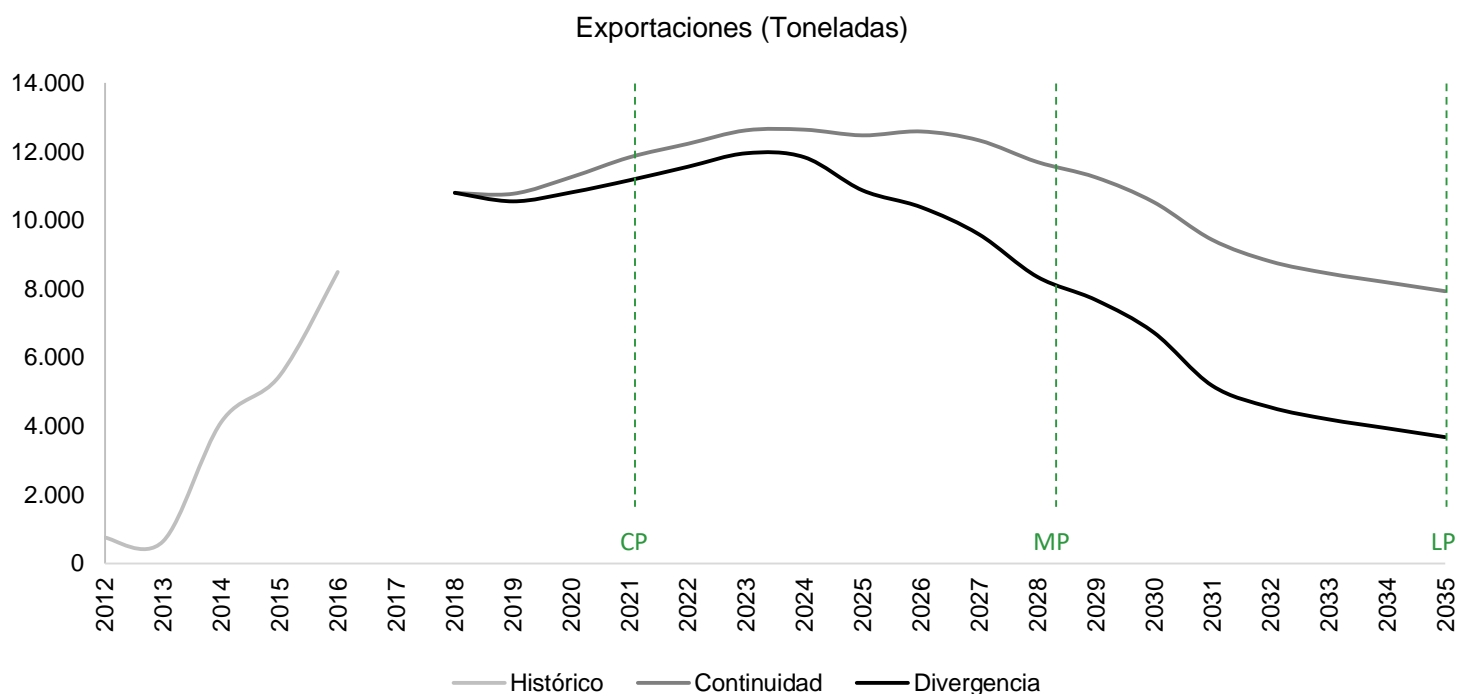
El anterior comportamiento se encuentra asociado con los siguientes supuestos:

- Problemas de infraestructura para exportar el material.
- Condiciones de mercado desfavorables, que incluyen precios internacionales del Cobre que no promueven una mayor producción, preferencia del mercado por Cobre de Chile y costos de explotación nacional poco competitivos en comparación con el mercado internacional.

Escenario 3. Divergencia

- Aumento de los costos de explotación por un aumento en la profundidad de las perforaciones, asociado con el agotamiento paulatino del mineral en la mina.

Modelo de demanda



Para el escenario de divergencia se tiene que las exportaciones presentan una tendencia decreciente, con un comportamiento similar a la producción.

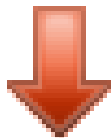
Este comportamiento está dado en que la exportación está relacionada con la capacidad de producción, por lo cual, al disminuir la producción las exportaciones también disminuyen.

Escenario 3. Divergencia

Impacto de las fuerzas para el escenario



Posición estatal ante recursos mineros y ambientales
(Un Estado activo)



Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- No entran nuevos proyectos, el proyecto San Matías no entra en operación.



Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y competidores)



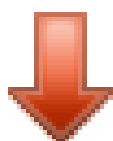
Condiciones de mercado desfavorables para la explotación de Cobre en Colombia, que podrían estar impulsados por un aumento de los costos de explotación por el agotamiento progresivo del yacimiento y el problemas de infraestructura para el envío del mineral a puerto.

Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- La estructura de costos versus las condiciones de mercado disminuyen la rentabilidad de la explotación del mineral.



Dotación minera y su conocimiento
(Un conocimiento de todos)



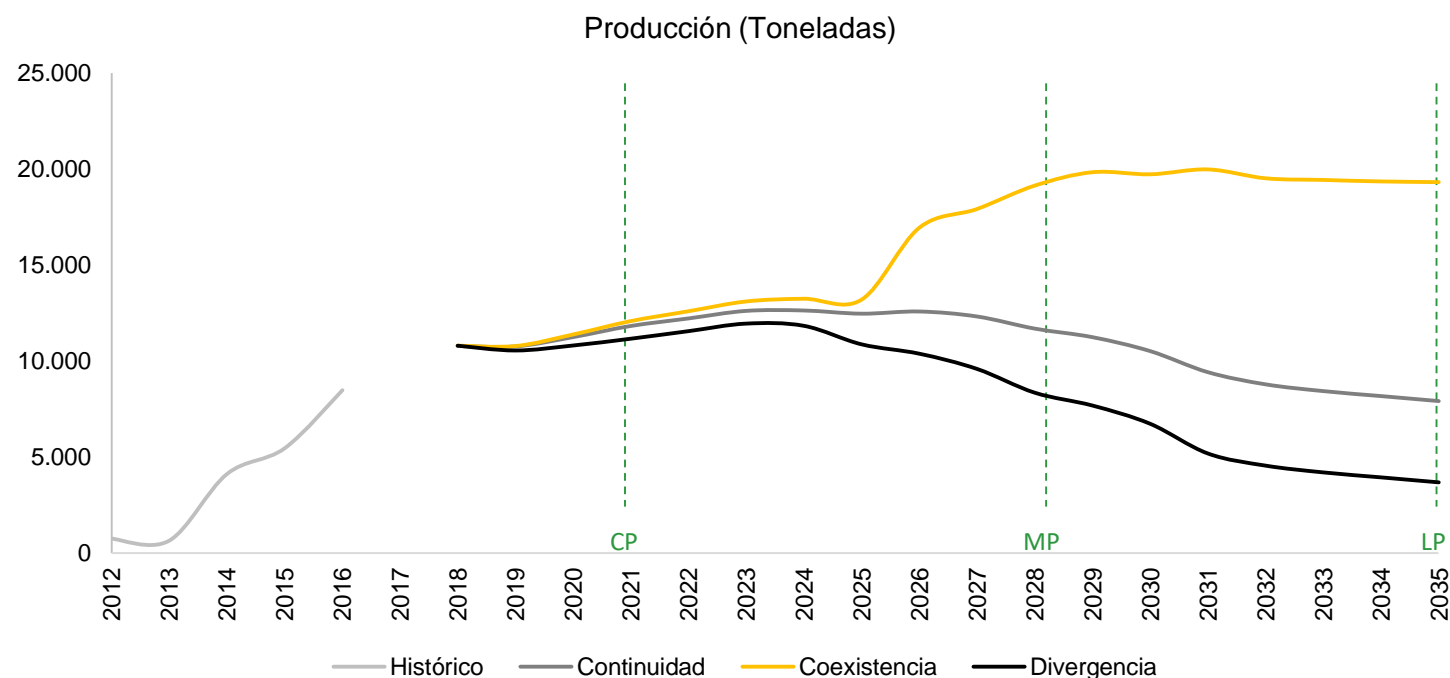
Las condiciones de los yacimientos asociados al proyecto San Matías después del proceso de análisis de factibilidad, podrían no tener las características geológicas (tenor/ reservas) requeridas para que la explotación sea viable desde la perspectiva económica.

Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- El resultado de los estudios de factibilidad sobre el proyecto San Matías dan como resultado que el yacimiento no es económicamente viable.
- La estructura de costos versus las condiciones de mercado disminuyen la rentabilidad de la explotación del mineral.
- Comienzos de un agotamiento del yacimiento en la mina El Roble

Síntesis

Modelo de oferta



Cifras proyección de la producción (cifras en toneladas) – Tabla 1/2

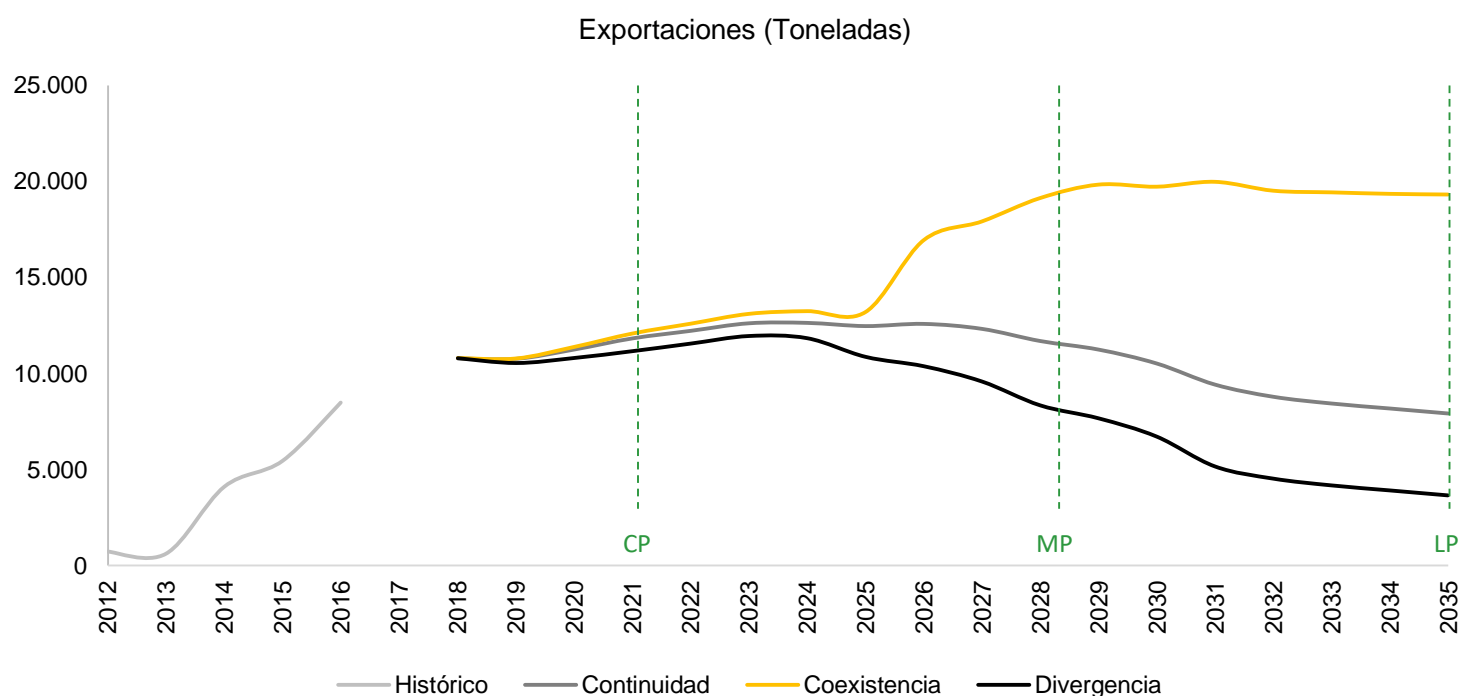
Escenario	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	10.774	11.380	12.079	12.592	13.104	13.245	13.199	16.952	10.774
Continuidad	10.774	11.260	11.839	12.232	12.624	12.645	12.479	12.592	10.774
Divergencia	10.549	10.810	11.164	11.557	11.949	11.835	10.869	10.382	10.549

Cifras proyección de la producción (cifras en toneladas) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	17.929	19.149	19.847	19.739	19.993	19.529	19.443	19.366	19.331
Continuidad	12.333	11.701	11.255	10.531	9.433	8.801	8.449	8.190	7.931
Divergencia	9.588	8.351	7.680	6.731	5.183	4.551	4.199	3.940	3.681

Síntesis

Modelo de demanda



Cifras proyección de las exportaciones (cifras en toneladas) – Tabla 1/2

Escenario	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	10.774	11.380	12.079	12.592	13.104	13.245	13.199	16.952	10.774
Continuidad	10.774	11.260	11.839	12.232	12.624	12.645	12.479	12.592	10.774
Divergencia	10.549	10.810	11.164	11.557	11.949	11.835	10.869	10.382	10.549

Cifras proyección de las exportaciones (cifras en toneladas) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	17.929	19.149	19.847	19.739	19.993	19.529	19.443	19.366	19.331
Continuidad	12.333	11.701	11.255	10.531	9.433	8.801	8.449	8.190	7.931
Divergencia	9.588	8.351	7.680	6.731	5.183	4.551	4.199	3.940	3.681

Magnesio



Escenario 1. Continuidad**Colombia 2035: Continuidad**

Febrero, 2035

“Solamente aquel que construye el futuro tiene derecho a juzgar el pasado.”

Friedrich Nietzsche

Las expectativas prometían cambios radicales que impulsarían al Estado hacia una sólida visión; sin embargo, al llegar el 2035, las amenazas no materializadas y las oportunidades no aprovechadas en el sector minero, son las que determinan su realidad. El País es administrado a través de entidades públicas que siguen sin lograr una óptima sincronización, lo que lleva a que en ocasiones las reglas de juego no sean claras y justas para todos.

Premisas modelo de continuidad

El comportamiento histórico de la oferta y la demanda del mineral incluye o muestra el efecto que el estado de las fuerzas motoras han tenido a la fecha sobre el mineral. Por ejemplo los niveles de producción históricos de un mineral acogen el efecto de las fuerzas motoras, si los grupos sociales han tenido un impacto negativo, para un mineral en particular, que ha ocasionado una parada en la producción, este efecto estará representado en la serie histórica como una disminución en la producción en el periodo asociado a dicho evento.

Teniendo en cuenta lo anterior, y considerando que el escenario de continuidad establece que las fuerzas y el comportamiento actual siguen la misma tendencia actual, los modelos de demanda y oferta para este escenario sólo se basan en los modelos matemáticos de proyección de series futuras.

Dichos modelos matemáticos se basan solamente en la información histórica disponible para cada mineral, razón por la cual la proyección va a seguir un comportamiento parecido a la series históricas utilizadas. Lo anterior significa que si en la serie histórica se tienen pendientes positivas fuertes seguidas de pendientes negativas, la proyección también las va a tener. Así mismo, si la información histórica en su mayoría se mantiene en un rango de valores determinado, el modelo va a tender a estar alrededor de ese rango de valores.

Adicional, dependiendo de la cantidad de datos históricos que se tengan, se va a ver influenciado la precisión del modelo. Entre mayor sea el tiempo de la proyección, más datos se van a requerir para hacer la proyección, y menos preciso va a ser.

Los casos donde no se realizaron algunas proyecciones, ya sea de producción, importaciones, consumo intermedio o exportaciones es porque: 1) No existen datos: en la información del BOU las cifras son cero. 2) Los datos son marginales: cuando la magnitud de los datos no proporciona una gráfica que ofrezca información adecuada para análisis (dado que, en escala, el contraste con respecto a los otros datos disponibles los hace irrelevante).

Escenario 1. Continuidad**Modelo de proyección de oferta y demanda para Magnesio**

Para la construcción del modelo para la proyección de oferta y demanda del Cromo, se consideraron las mismas variables que corresponden al análisis de Balance Oferta / Utilización, es decir, las mismas empleadas por el DANE en el Sistema de Cuentas Nacionales, en el capítulo de Bienes y Servicios, y que están relacionadas con el entregable Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016 realizado en el marco del proyecto.

Para las realizar las proyecciones se utilizaron las fuentes de datos que se describen a continuación, con las respectivas series de datos que se indican al lado de cada una, tanto para oferta como para demanda. El esquema de la información que se presenta a continuación es:

[Tipo de dato]	[fuente]	(serie de tiempo)
Consumo Intermedio	DANE	(2012 - 2016)

Series de datos relativos a DEMANDA

- Consumo Intermedio - DANE (2012 - 2016)
- Variación Existencias - DANE (2012 - 2016)
- Exportaciones - DANE (2012 - 2016)
- Ventas Farmacéuticas en Colombia - BMI Research (2002 – 2027)
- Ventas Farmacéuticas en Colombia - BMI Research (2002 – 2027)
- Ventas de medicamentos genéricos en Colombia - BMI Research (2002 – 2027)
- Ventas de medicamentos genéricos en Colombia - BMI Research (2002 – 2027)

Series de datos relativos a OFERTA

- Producción - DANE (2012 - 2016)
- Producción – ANM (2014 – 2018)
- Importaciones - DANE (2012 - 2016)
- Regalías - ANM (2012 – 2018)
- Producción Serpentina (silicato de magnesio) – ANM (2012 – 2018)
- Regalías Serpentina (silicato de magnesio) – ANM (2012 – 2018)
- PIB Minerales Minas y Canteras – UPME (2005 – 2035)

Escenario 1. Continuidad**Variables modelo de continuidad**

Para la construcción del modelo, se consideraron específicamente las variables que se enuncian a continuación, dado que el índice de correlación de mayor de 0,4 como valor absoluto:

Producción: <ul style="list-style-type: none"> • Producción DANE • PIB Minerales Minas y Canteras 	Exportaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Exportaciones DANE • Producción de acero
Consumo intermedio: <ul style="list-style-type: none"> • Consumo intermedio DANE • Producción de acero 	

Los modelos requieren de su misma serie para “aprender” su comportamiento histórico y su relación con las otras variables utilizadas. Por lo anterior es que para el modelo de oferta (producción) una de las variables utilizadas es la serie histórica de producción y para el modelo de demanda (exportaciones, consumo intermedio) una de las variables utilizadas es la serie de exportaciones / consumo intermedio.

En los modelos de oferta y/o demanda también se incluyeron variables como: el PIB de minas y canteras, que es una representación de los esfuerzos por mejorar el sector, ya sea que estos esfuerzos provengan desde el gobierno, desde la inversión privada en el sector de minas o dado por el comportamiento del mercado de la canasta de minerales con la que cuenta el país. De igual forma, se incluyeron las variables de asociadas con el mercado del mineral.

Selección del modelo utilizado

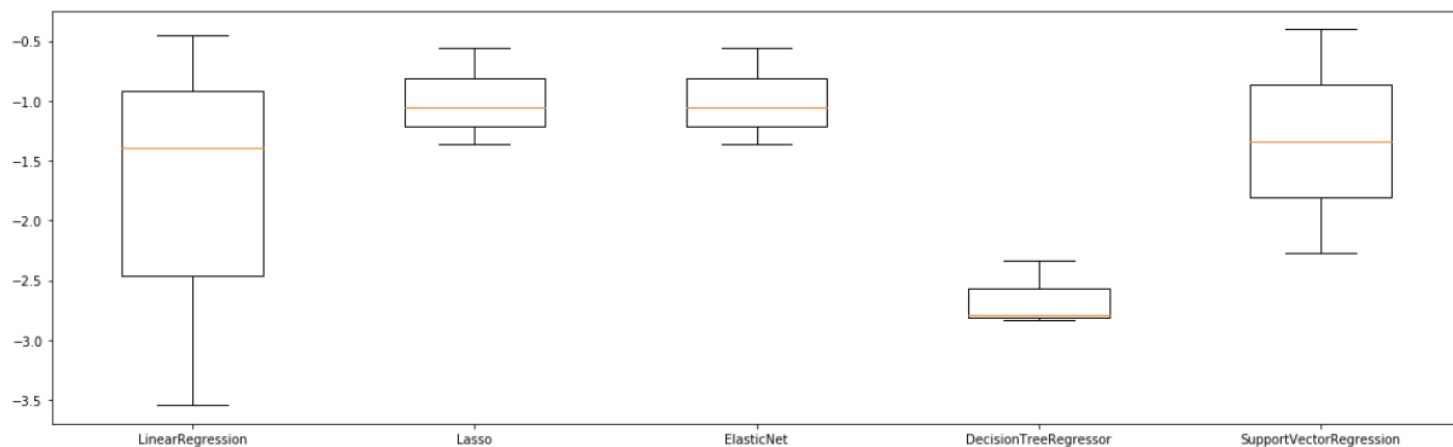
Las proyecciones se realizaron a partir de 5 técnicas diferentes de Machine Learning con el fin de evaluar cuál de ellas se adapta mejor a los datos históricos que permiten el entrenamiento de los modelos. Adicionalmente, se implementaron técnicas de entrenamiento cruzado de modelos para aprovechar al máximo los datos de entrenamiento (series históricas). Como resultado del entrenamiento cruzado de los modelos, se obtienen diferentes métricas del error (Ej. MSE, RMSE, R^2 , AAE) las cuales son evaluadas con el fin de seleccionar el modelo que de un mejor ajuste hacia los datos.

Las siguientes gráficas muestran el MSE obtenido para los 5 modelos en el entrenamiento cruzado para producción, importaciones, consumo intermedio y exportaciones. En la de producción, al igual que en las exportaciones y el consumo intermedio, se puede ver que los modelos de Lasso, Elastic Net y Soporte Vectorial tienen MSE similares lo cual indica que son candidatos para realizar la proyección.

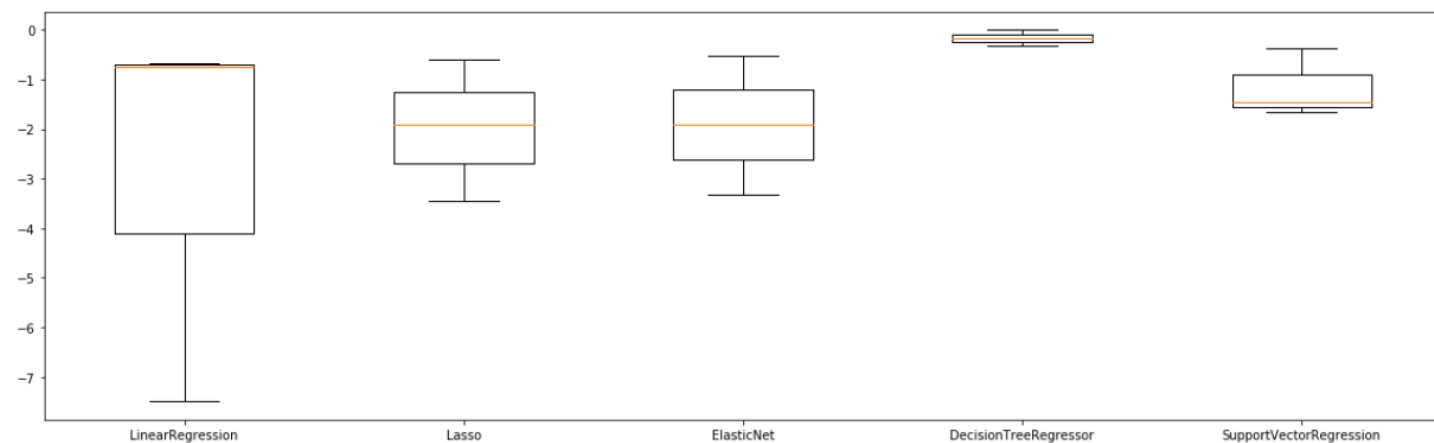
En cada uno de los gráficos se presenta una línea que indica el estado de las proyecciones a corto plazo (CP), calculado a 2021, mediano plazo (MP) calculado a 2028 y largo plazo (LP) calculado a 2035.

Escenario 1. Continuidad

Producción



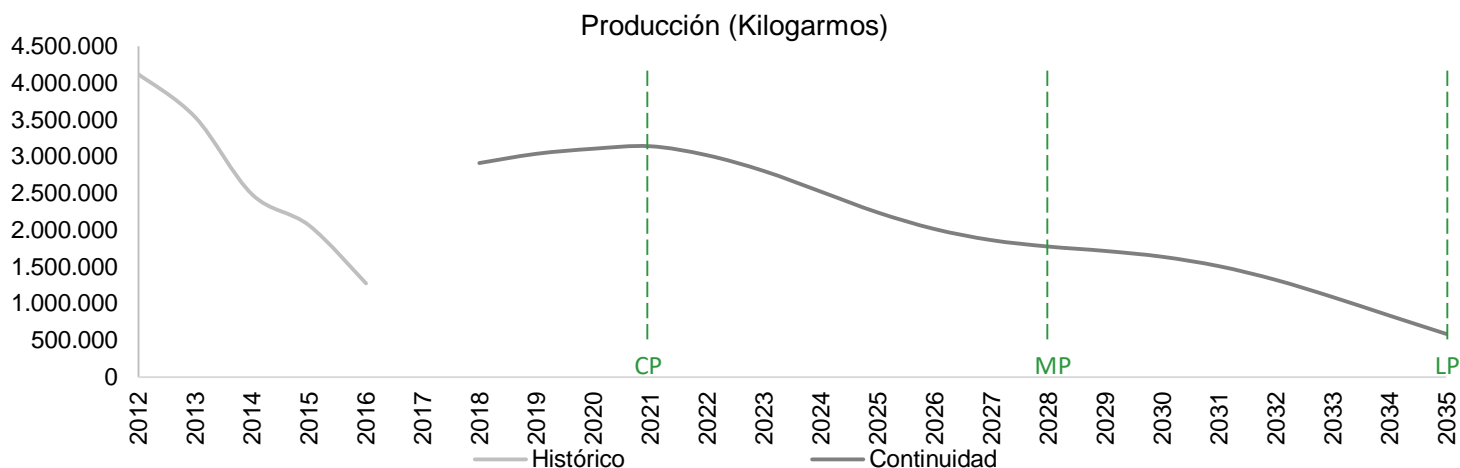
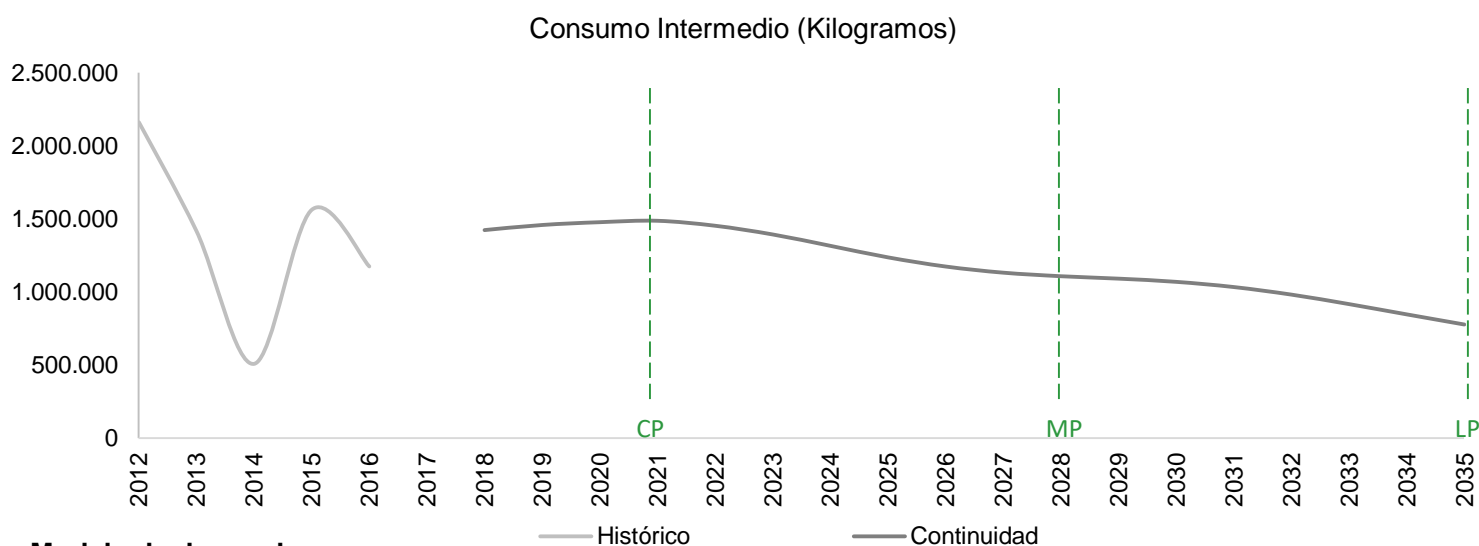
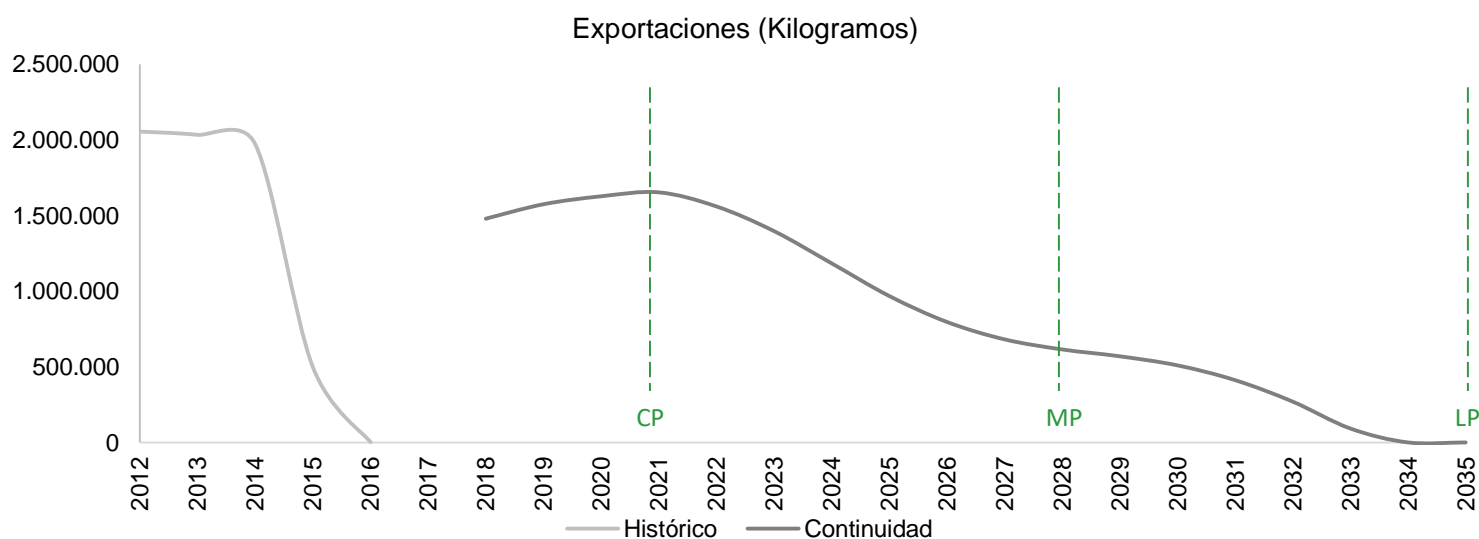
Exportaciones



Consumo intermedio



Las medidas de error se presentan en los anexos asociados al mineral (ver anexo K)

Escenario 1. Continuidad**Modelo de oferta****Producción****Consumo intermedio****Modelo de demanda****Exportación**

Estado actual del mineral

Premisas para el análisis del Magnesio:

No se evidencia información oficial sobre la potencial cantidad de minerales de magnesio que hay en Colombia.

El principal componente de la oferta se encuentra representado por la producción. Las importaciones son del 0%, de acuerdo a la información reportada por el DANE.

Entre 2012 y 2016 se presentó una disminución superior al 40% debido a la competencia, específicamente representada en la introducción en la región (Latinoamérica) de un producto chino que reemplaza el magnesio y que es mucho más económico. Este producto, llamado Glicerita (carbonato de magnesio + ácido sulfúrico + otros componentes), es derivado de una proceso industrial complejo, que actualmente no se lleva a cabo en Colombia, este producto resulta ser más eficiente y más barato que el magnesio natural. La producción de la mina y sus productos se ha reducido drásticamente debido a la pérdida de una demanda externa y externa y la baja dinámica de los cultivos de palma en el País.

El principal productor y exportador de carbonato de magnesio es Bolivalle S.A. su producción se orienta hasta el año 2014 a la exportación a países como Ecuador o Centroamérica, donde se encuentran grandes plantaciones de palma y se emplea el magnesio como fertilizante; y existe otra proporción que se usa en mercados internos también con la misma finalidad.

De acuerdo a los registros de comercio exterior de carbonato de magnesio natural (magnesita), solo se registraron importaciones para el año 2015 y 2016. La principal empresa que lo utiliza como insumo es Microfertisa S. A., en consecuencia a la caída de la producción de Bolivalle S.A.

Con respecto a la Utilización del mineral, durante los años 2012 y 2013 la proporción entre exportaciones y consumo intermedio era prácticamente la misma.

No obstante, para el año 2014 la proporción de exportaciones aumento hasta el 79% y para el 2015 el comportamiento se invirtió siendo mayor el porcentaje de la producción usada para el consumo intermedio, tendencia que se mantuvo en el año 2016, en donde el consumo aumento al 93%.

En 2016 se percibió que la totalidad de la utilización se concentró en consumo intermedio, desapareciendo así el rubro de exportaciones para este mineral.

Como se observó en las gráficas anteriores, que corresponden al escenario de continuidad (en cual es proyectado a partir de información la histórica disponible) a corto plazo (CP), mediano plazo (MP) y largo plazo (LP) las proyecciones de producción y consumo intermedio presentan un comportamiento más o menos estable, el primero con tendencia al alza y el segundo a la disminución; sin embargo, la exportaciones muestran una tendencia marcadamente decreciente. Es importante resaltar que este resultado se produce con las series de datos disponibles al cierre del presente informe, pero que es susceptible de fortalecerse a medida que se vayan agregando nuevos datos o información relacionada con el mineral.

Consideraciones escenarios

Para los resultados que se presentaran a continuación, su análisis y uso, se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:



- La precisión de las proyecciones realizadas dependen de la cantidad y calidad de la información suministrada por el modelo.
- Para este mineral la información disponible corresponde a sólo cinco años de historia, razón por la cual los resultados a 17 años en el futuro se ven afectados en precisión.
- Con el fin de presentar la variación de las proyecciones en los diferentes escenarios, la producción, y por ende las exportaciones, fueron afectadas en función del PIB de Minas y Canteras (base, optimista y pesimista), dado que esta variable agrupa el rendimiento del sector minero en el país.

Escenario 2. Coexistencia

Colombia 2035: Coexistencia

Febrero, 2035

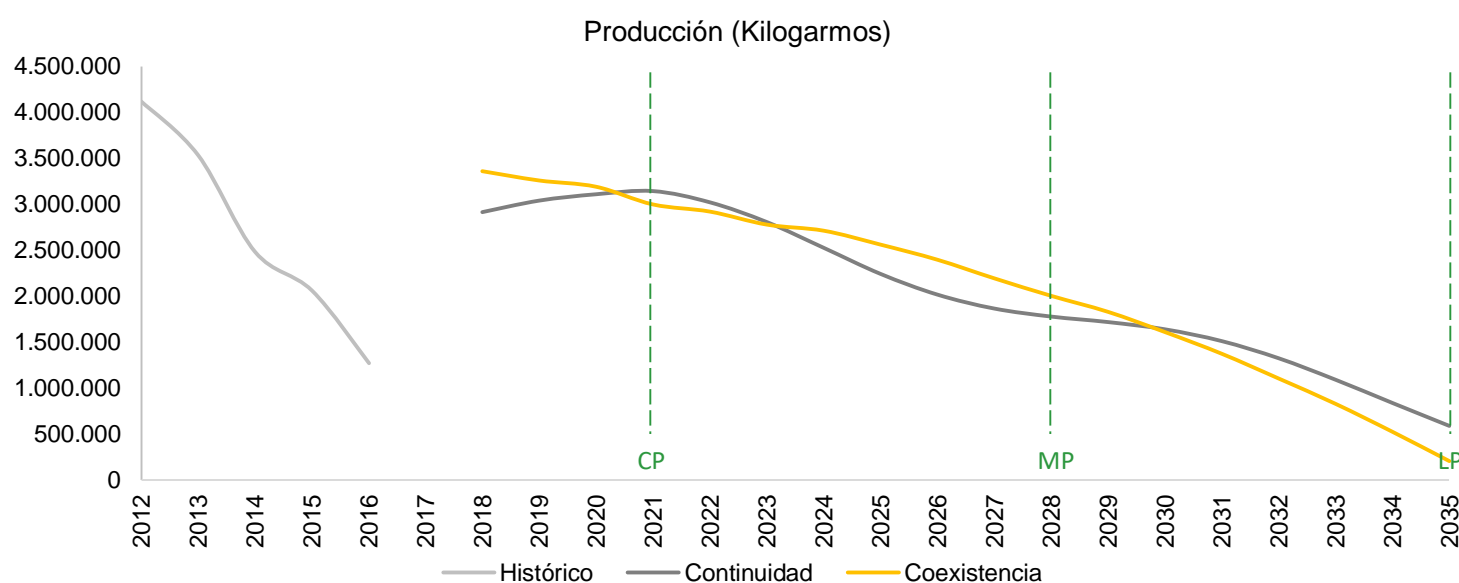
“La mejor forma de predecir el futuro es crearlo”

Peter Drucker

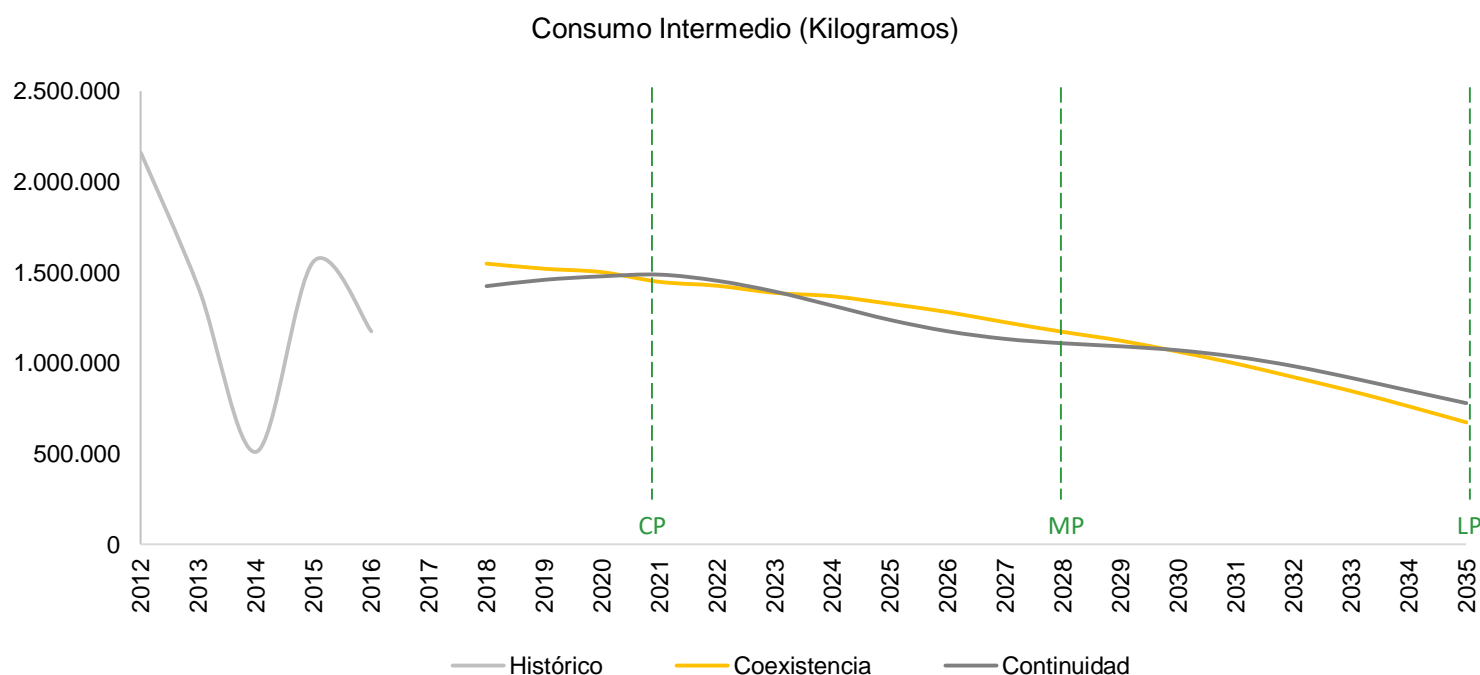
Colombia comprende que la riqueza está en aquello que nos complementa y que la minería responsable con el medio ambiente, las comunidades y con otras actividades que utilicen el suelo, es un instrumento de prosperidad. El equilibrio entre el impulso Estatal, una comunidad constructiva, activa y participante, y una minería apalancada en el conocimiento de su potencial, le permitieron a Colombia avanzar en espirales ascendentes de creación de valor compartido.

Modelo de oferta

Producción

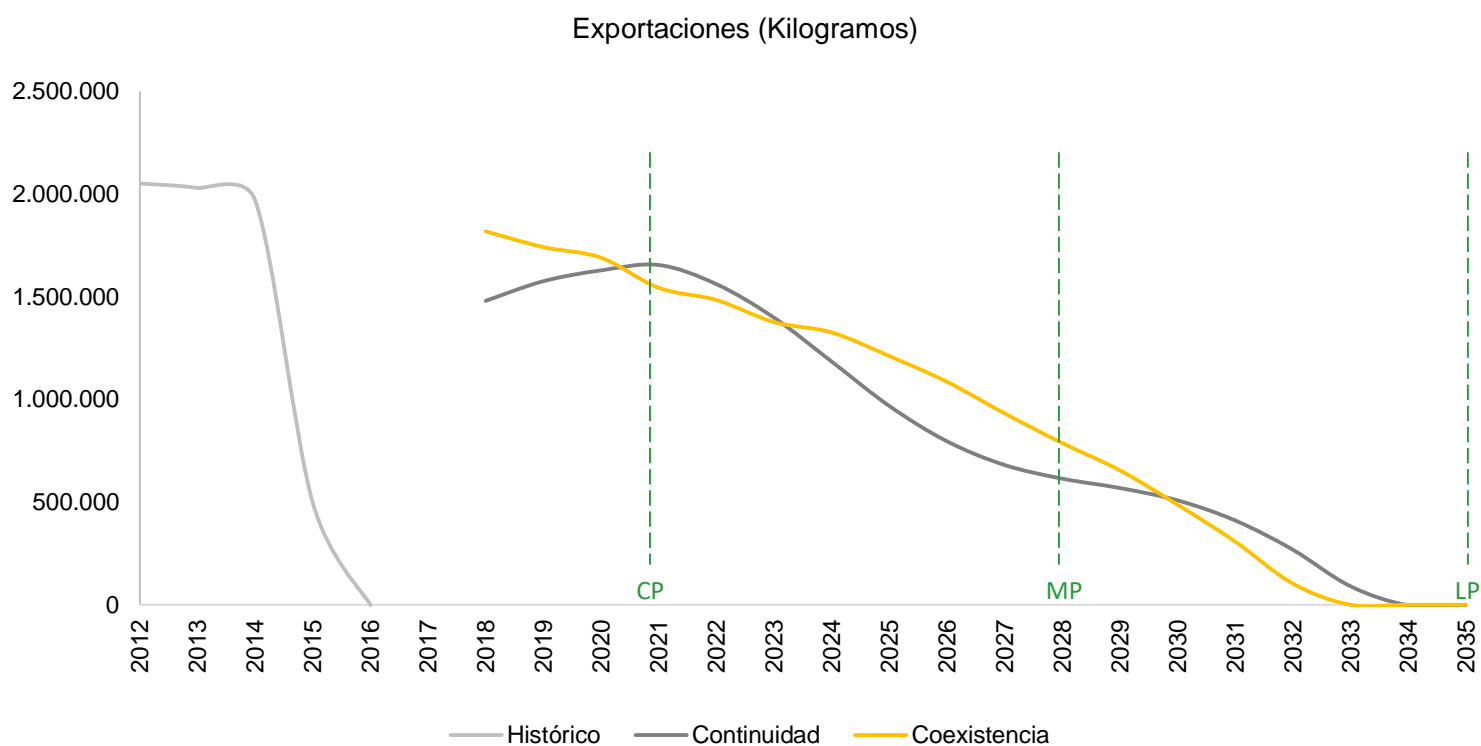


Consumo intermedio



Escenario 2. Coexistencia

La producción, las importaciones y las exportaciones de Magnesio en el escenario de coexistencia fueron sensibilizadas a partir de las proyecciones del PIB de Minas y Canteras suministrado por la UPME.

Modelo de Demanda**Exportaciones**

Escenario 3. Divergencia

Colombia 2035: Divergencia

Febrero, 2035

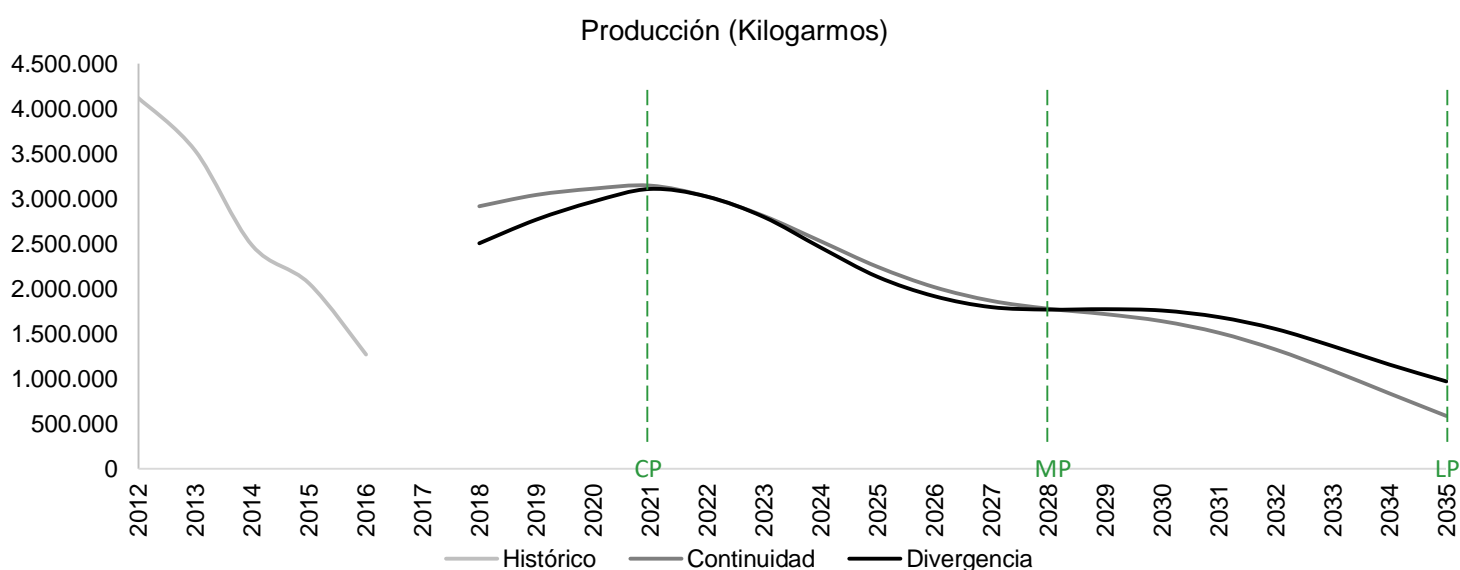
“Si el ritmo de cambio de afuera excede el ritmo de cambio al interior, el fin esta cerca ”

Jack Welch

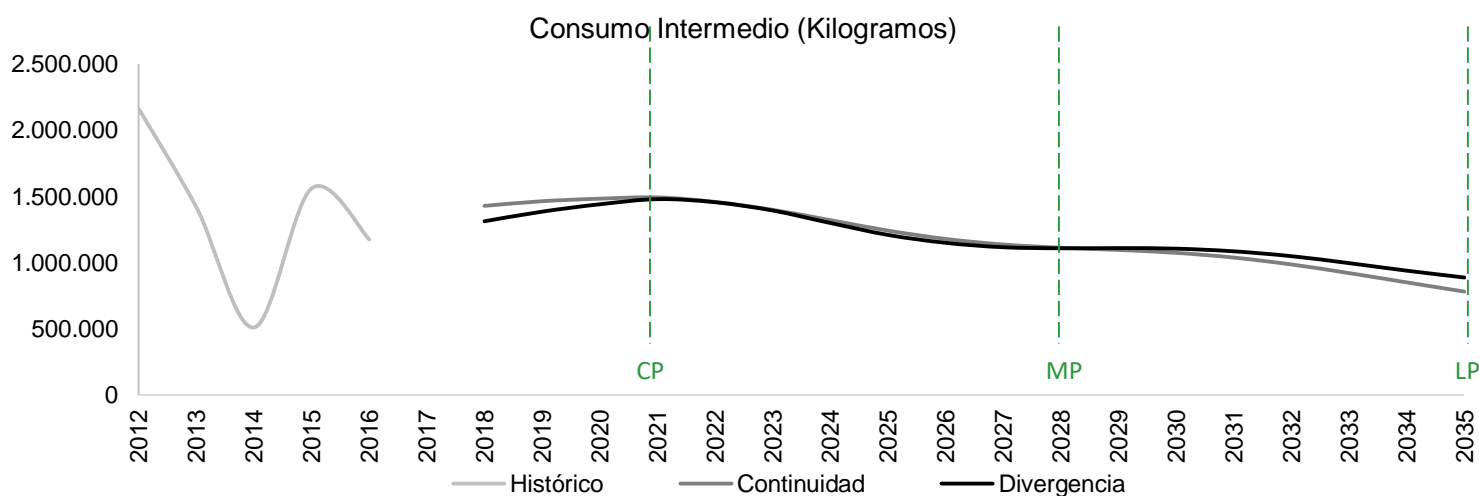
La perspectiva de futuro donde la actividad minería era boyante y aportaba los recursos necesarios para apalancar el progreso del País, se disolvió entre actores de integridad cuestionable y el aire insalubre que ahoga al mundo. Fracasaron los esfuerzos en pro del desarrollo sostenible y se materializa la distopía. Algunos piensan que perdieron los mineros, pero la verdad es que todos perdimos un poco... o todo.

Modelos de oferta

Producción

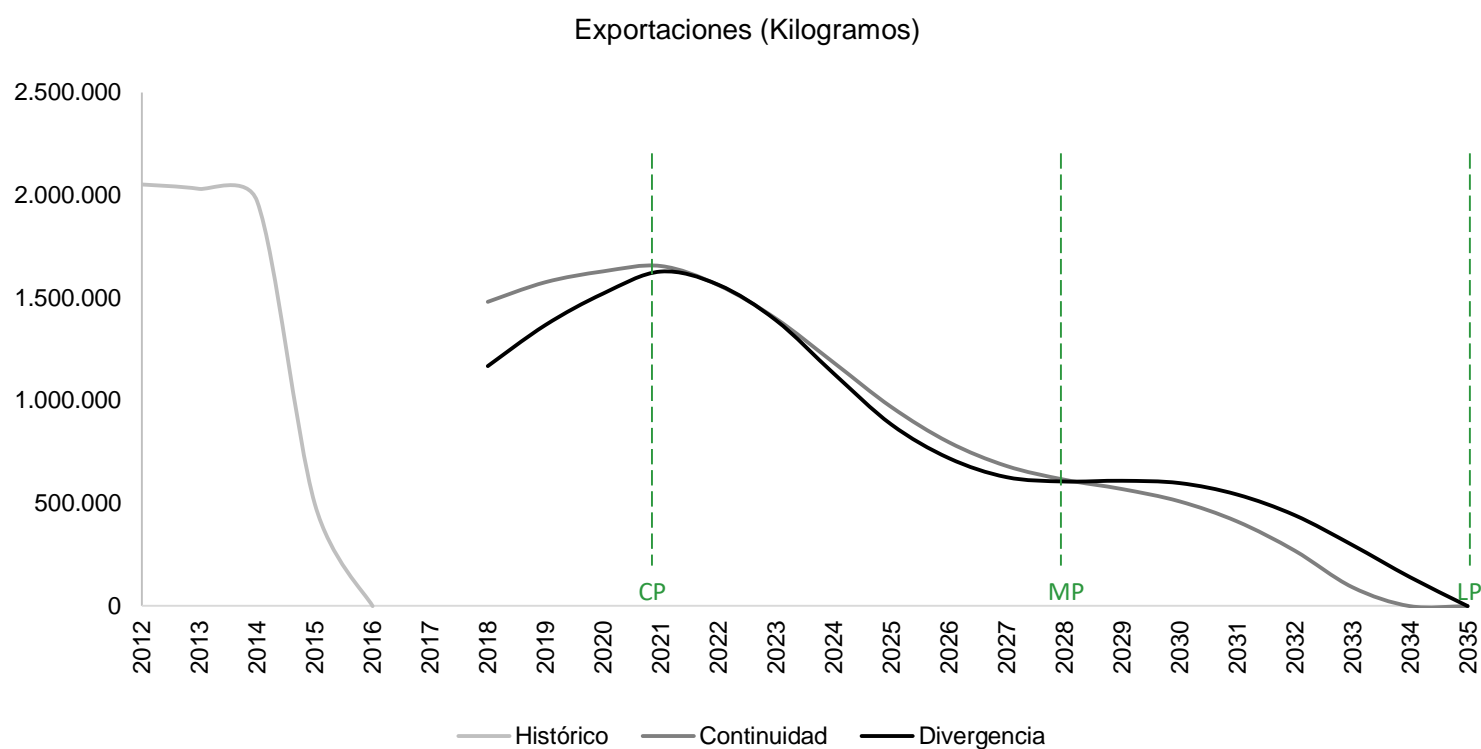


Consumo intermedio



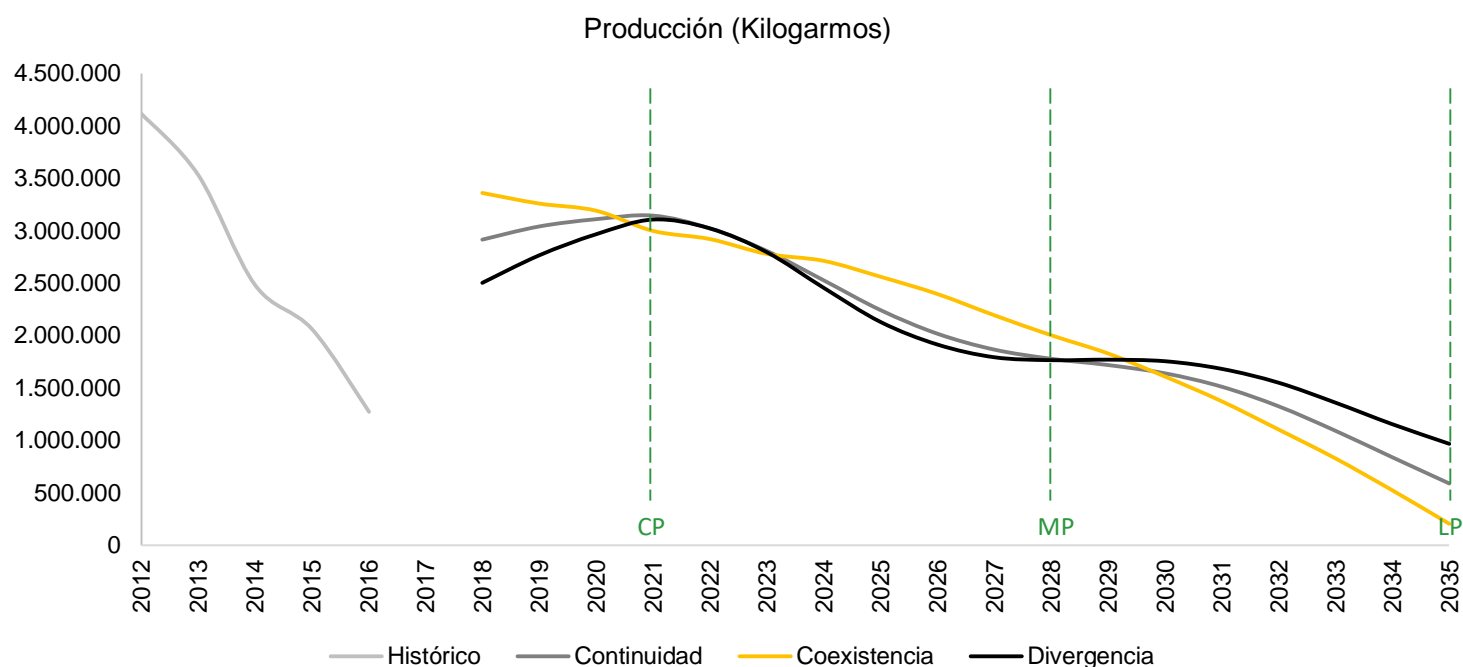
Escenario 2. Coexistencia

La producción, las importaciones y las exportaciones de Magnesio en el escenario de coexistencia fueron sensibilizadas a partir de las proyecciones del PIB de Minas y Canteras suministrado por la UPME.

Modelo de Demanda**Exportaciones**

Síntesis

Modelo de oferta



Cifras proyección de la producción (cifras en kilogramos) – Tabla 1/2

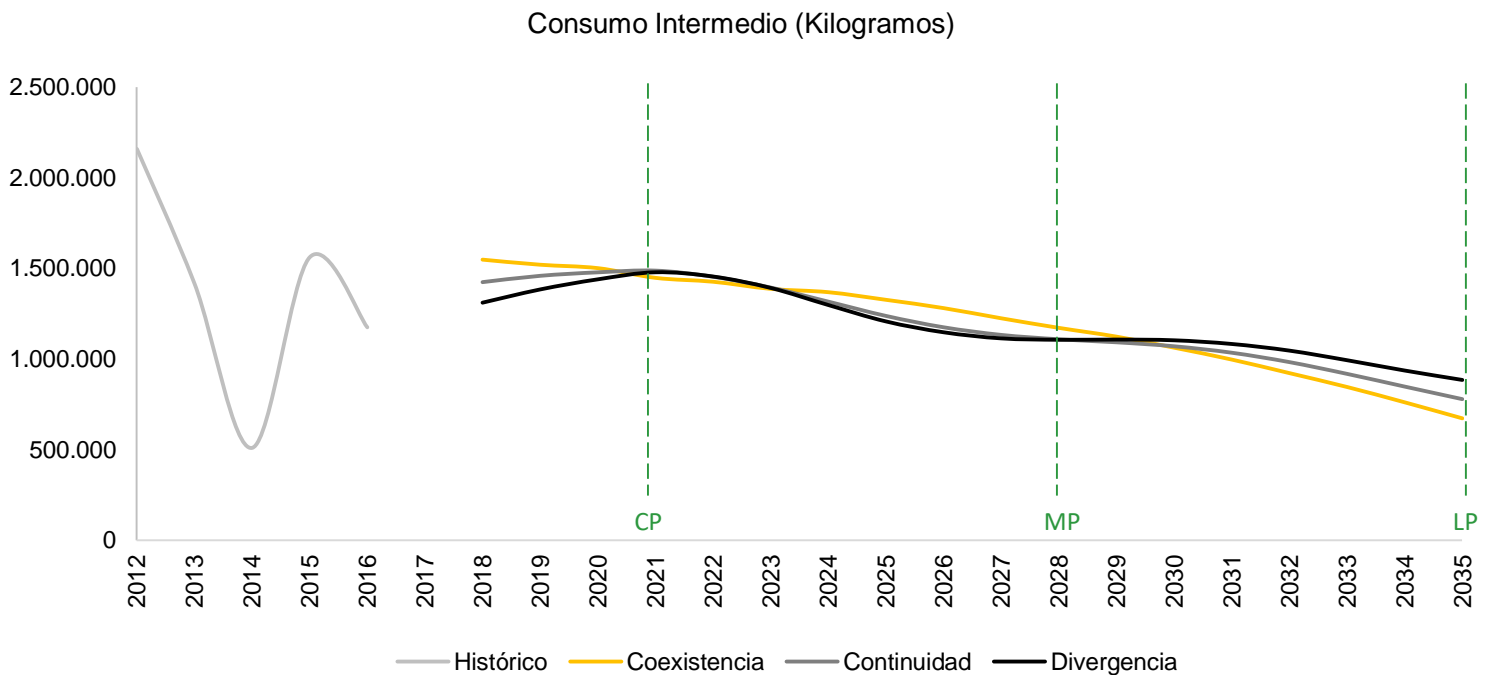
Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	3.260.521	3.192.616	2.999.750	2.921.850	2.780.357	2.714.034	2.562.489	2.397.805
Continuidad	3.039.691	3.108.878	3.143.204	3.020.984	2.806.450	2.526.046	2.241.845	2.016.254
Divergencia	2.766.556	2.967.753	3.108.431	3.024.060	2.796.901	2.456.867	2.130.598	1.914.831

Cifras proyección de la producción (cifras en kilogramos) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	2.195.067	2.004.598	1.830.129	1.610.350	1.373.872	1.104.399	828.581	524.066	205.113
Continuidad	1.864.590	1.777.119	1.717.350	1.638.471	1.510.102	1.323.209	1.089.451	836.458	586.773
Divergencia	1.793.317	1.765.475	1.770.171	1.755.376	1.682.157	1.549.850	1.359.230	1.153.506	966.519

Síntesis

Modelo de oferta



Cifras proyección de consumo intermedio (cifras en kilogramos) – Tabla 1/2

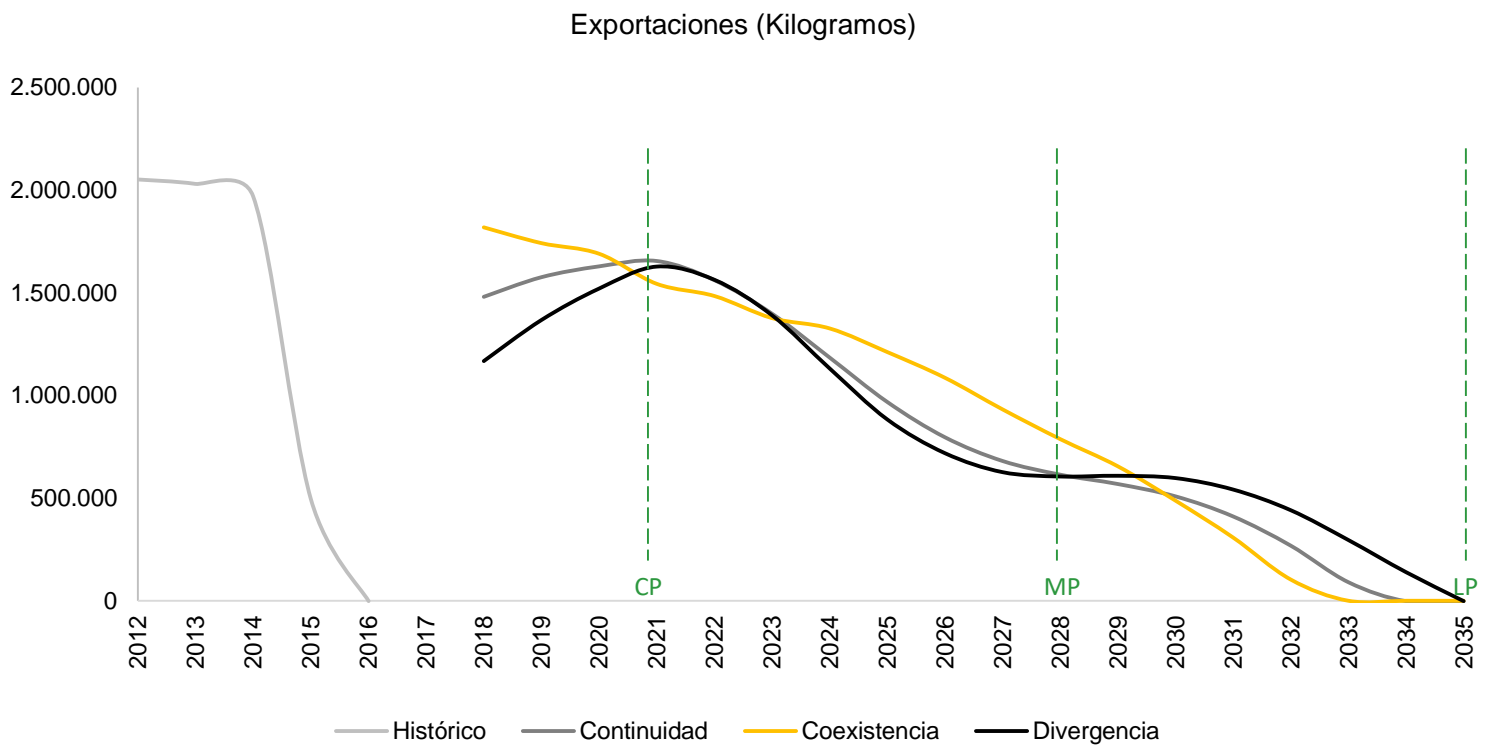
Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	1.522.444	1.503.586	1.450.024	1.428.391	1.389.096	1.370.678	1.328.592	1.282.857
Continuidad	1.461.117	1.480.331	1.489.863	1.455.921	1.396.343	1.318.471	1.239.544	1.176.895
Divergencia	1.385.263	1.441.139	1.480.207	1.456.776	1.393.691	1.299.259	1.208.650	1.148.729

Cifras proyección de consumo intermedio (cifras en kilogramos) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	1.226.554	1.173.658	1.125.206	1.064.170	998.497	923.661	847.063	762.495	673.918
Continuidad	1.134.776	1.110.484	1.093.886	1.071.980	1.036.330	984.428	919.510	849.251	779.910
Divergencia	1.114.983	1.107.250	1.108.555	1.104.446	1.084.112	1.047.369	994.431	937.299	885.370

Síntesis

Modelo de demanda



Cifras proyección de exportaciones (cifras en toneladas) – Tabla 1/2

Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	
Coexistencia	1.742.996	1.691.361	1.544.706	1.485.470	1.377.879	1.327.447	1.212.213	1.086.986	1.742.996
Continuidad	1.575.077	1.627.687	1.653.788	1.560.852	1.397.721	1.184.501	968.394	796.855	1.575.077
Divergencia	1.367.385	1.520.376	1.627.347	1.563.191	1.390.459	1.131.897	883.802	719.733	1.367.385

Cifras proyección de exportaciones (cifras en toneladas) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	932.824	787.991	655.325	488.204	308.386	103.479	0	0	0
Continuidad	681.529	615.016	569.568	509.588	411.976	269.863	92.113	0	0
Divergencia	627.333	606.162	609.733	598.483	542.807	442.201	297.253	140.820	0

Esmeraldas



Escenario 1. Continuidad**Colombia 2035: Continuidad**

Febrero, 2035

“Solamente aquel que construye el futuro tiene derecho a juzgar el pasado.”

Friedrich Nietzsche

Las expectativas prometían cambios radicales que impulsarían al Estado hacia una sólida visión; sin embargo, al llegar el 2035, las amenazas no materializadas y las oportunidades no aprovechadas en el sector minero, son las que determinan su realidad. El País es administrado a través de entidades públicas que siguen sin lograr una óptima sincronización, lo que lleva a que en ocasiones las reglas de juego no sean claras y justas para todos.

Premisas modelo de continuidad

El comportamiento histórico de la oferta y la demanda del mineral incluye o muestra el efecto que el estado de las fuerzas motoras han tenido a la fecha sobre el mineral. Por ejemplo los niveles de producción históricos de un mineral acogen el efecto de las fuerzas motoras, si los grupos sociales han tenido un impacto negativo, para un mineral en particular, que ha ocasionado una parada en la producción, este efecto estará representado en la serie histórica como una disminución en la producción en el periodo asociado a dicho evento.

Teniendo en cuenta lo anterior, y considerando que el escenario de continuidad establece que las fuerzas y el comportamiento actual siguen la misma tendencia, los modelos de demanda y oferta para este escenario sólo se basan en los modelos matemáticos de proyección de series futuras.

Adicional, dependiendo de la cantidad de datos históricos que se tengan, se va a ver influenciado la precisión del modelo. Entre mayor sea el tiempo de la proyección, más datos se van a requerir para hacer la proyección, y menos preciso va a ser.

Los casos donde no se realizaron algunas proyecciones, ya sea de producción, importaciones, consumo intermedio o exportaciones es porque: 1) No existen datos: en la información del BOU las cifras son cero. 2) Los datos son marginales: cuando la magnitud de los datos no proporciona una gráfica que ofrezca información adecuada para análisis (dado que, en escala, el contraste con respecto a los otros datos disponibles los hace irrelevante).

Escenario 1. Continuidad

Modelo de proyección de oferta y demanda para Esmeraldas

Para la construcción del modelo para la proyección de oferta y demanda de Esmeralda, se consideraron las mismas variables que corresponden al análisis de Balance Oferta / Utilización, es decir, las mismas empleadas por el DANE en el Sistema de Cuentas Nacionales, en el capítulo de Bienes y Servicios, y que están relacionadas con el entregable Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016 realizado en el marco del proyecto. Para realizar las proyecciones se utilizaron las fuentes de datos que se describen a continuación. El esquema de la información que se presenta a continuación es:

[Tipo de dato]	[fuente]	(serie de tiempo)
Consumo Intermedio	DANE	(2012 - 2016)

Series de datos relativos a OFERTA

- Producción - DANE (2012 - 2016)
- Producción - UPME (1940 - 2018)
- Producción – ANM (2008 – 2017)
- Producción – FEDESMERALDAS (2009 – 2013)

Series de datos relativos a DEMANDA

- Exportaciones – DANE (2012-2016)
- Exportaciones – FEDESMERALDAS (2004 – 2013)
- Exportaciones – ANM (2008 – 2017)
- Producción Proyección (1940-2035)
- Exportaciones de Joyería – Joyería y Bisutería (2010 – 2017)
- Exportaciones piedras preciosas – Joyería y Bisutería (2010 – 2017)
- PIB Minerales Minas y Canteras Base – UPME (2005-2035)

En relación a los datos históricos base para las proyecciones, se tomó como fuente la información reportada por la ANM, ya que hay diferencias sustanciales entre lo reportado por la ANM y lo reportado por el DANE. Por ejemplo en 2015, se tiene información de la ANM que las exportaciones son de alrededor de 2 millones de quilates, y el DANE reporta información por 400 mil quilates. La Unión Temporal realizó un análisis de la información y decidió utilizar la información que nos reportó la ANM. Al igual, según la información reportada por el DANE los datos fueron obtenidos por aproximaciones y métodos indirectos.

Escenario 1. Continuidad**Variables modelo de continuidad**

Para la construcción del modelo, se consideraron específicamente las variables que se enuncian a continuación, dado que el índice de correlación de mayor de 0,4 como valor absoluto:

Producción:	Exportaciones:
<ul style="list-style-type: none"> • Producción – ANM • Exportaciones piedras preciosas • PIB Minerales Minas y Canteras Base 	<ul style="list-style-type: none"> • Exportaciones ANM • Exportaciones Joyería • PIB Minerales Minas y Canteras Base • Exportaciones Piedras Preciosas

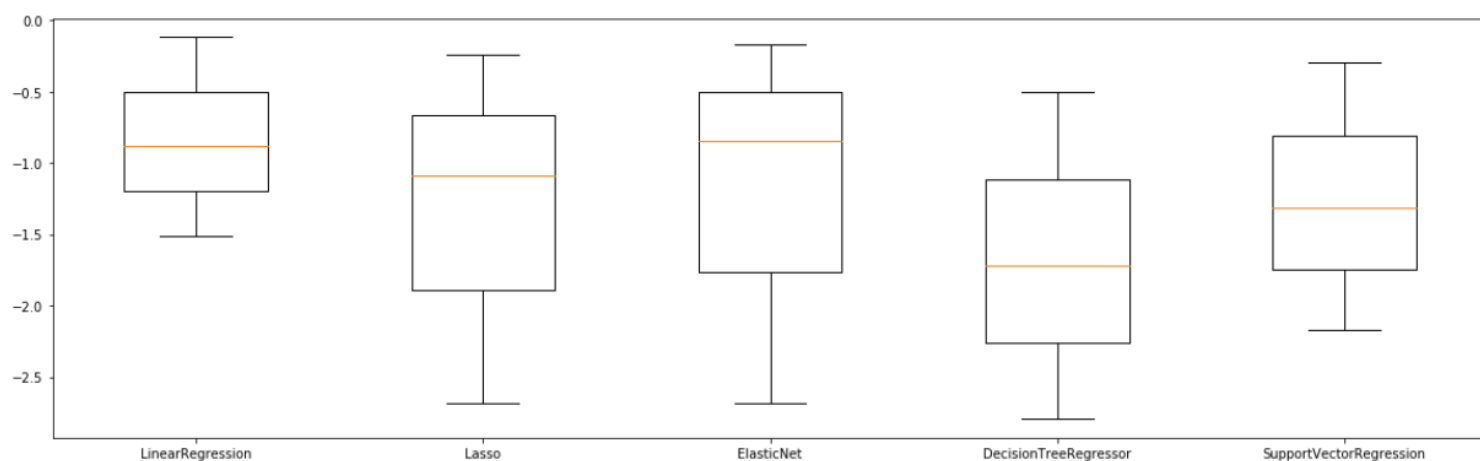
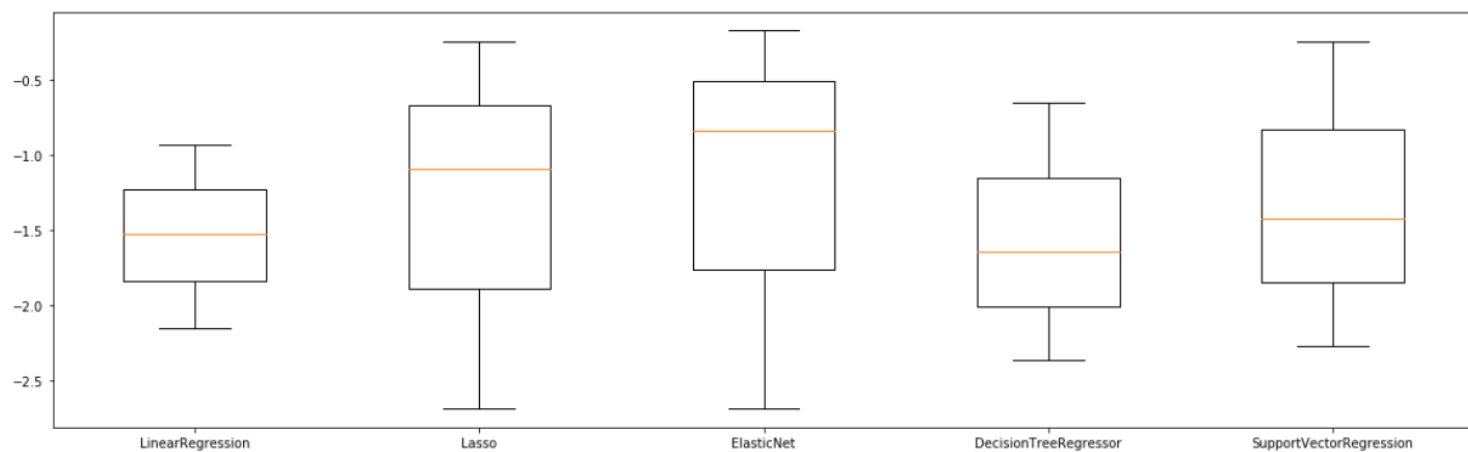
Los modelos requieren de su misma serie para “aprender” su comportamiento histórico y su relación con las otras variables utilizadas. Por lo anterior es que para el modelo de oferta (producción) una de las variables utilizadas es la serie histórica de producción y para el modelo de demanda (exportaciones) una de las variables utilizadas es la serie de exportaciones.

En los modelos de demanda y oferta también se incluyeron variables como el PIB de minas y canteras, que es una representación de los esfuerzos por mejorar el sector, ya sea que estos esfuerzos provengan desde el gobierno, desde la inversión privada en el sector de minas o desde por el comportamiento del mercado de la canasta de minerales con la que cuenta el país. De igual forma, se incluyeron las variables de exportaciones de piedras preciosas y joyería, dado que las Esmeraldas son principalmente un producto de exportación como joyería de lujo.

Selección del modelo utilizado

Las proyecciones se realizaron a partir de 5 técnicas diferentes de machine learning con el fin de evaluar cuál de ellas se adapta mejor a los datos históricos que permiten el entrenamiento de los modelos. Adicionalmente, se implementaron técnicas de entrenamiento cruzado de modelos para aprovechar al máximo los datos de entrenamiento (series históricas). Como resultado del entrenamiento cruzado de los modelos, se obtienen diferentes métricas del error (Ej. MSE, RMSE, R^2 , AAE) las cuales son evaluadas con el fin de seleccionar el modelo que de un mejor ajuste hacia los datos.

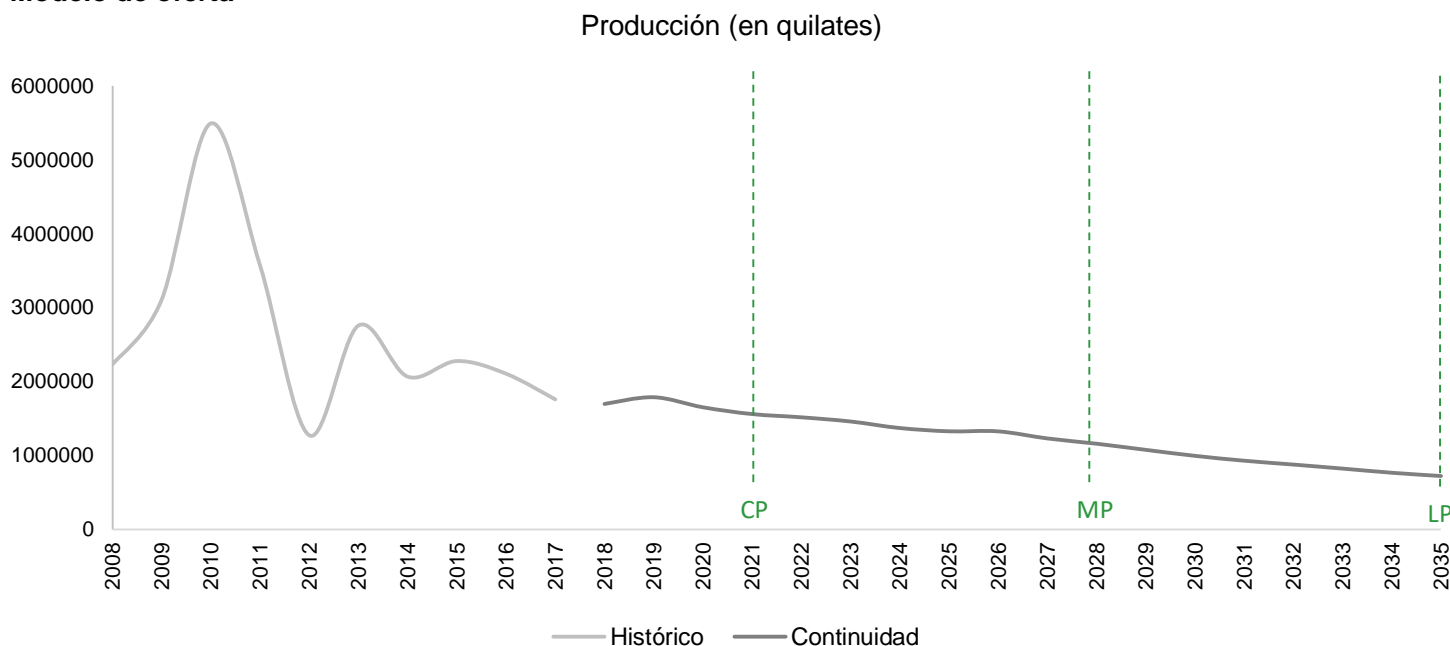
La siguientes gráficas muestran el MSE obtenido para los 5 modelos en el entrenamiento cruzado para producción y exportaciones. En la de producción y las exportaciones se puede ver que el modelo de Regresión Lineal es el que tiene mejor MSE, por lo cual es el modelo seleccionado para la proyección del escenario de continuidad en ambas variables principales de la oferta y la demanda. El consumo intermedio se toma como la diferencia de los dos.

Escenario 1. Continuidad**Producción****Exportaciones**

Las medidas de error se presentan en los anexos asociados al mineral (ver anexo L)

Escenario 1. Continuidad

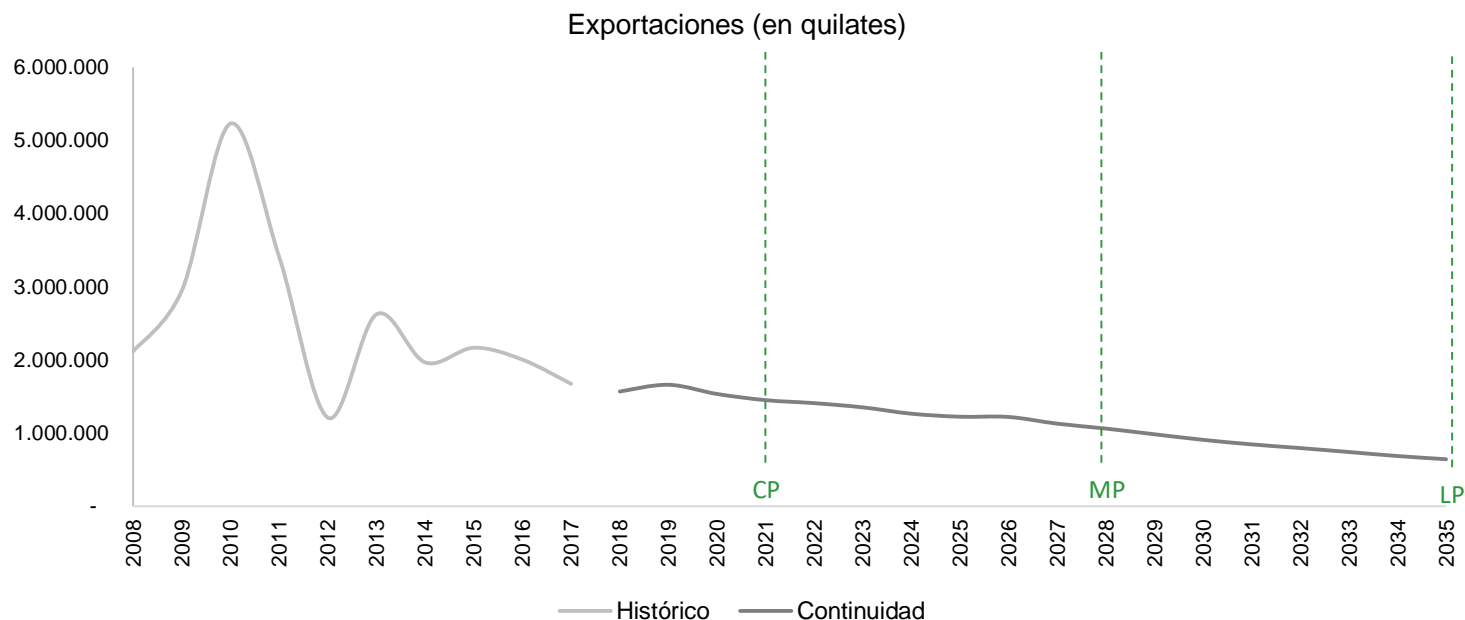
Modelo de oferta



- Las Esmeraldas colombianas son consideradas como las de mejor calidad a nivel mundial, dadas las condiciones geológicas de su origen, que le proporcionan las características de brillo, transparencia, color y dureza óptimos. En el escenario de continuidad se espera que ésta siga siendo una de las características de valor agregado que ofrecen las Esmeraldas colombianas sobre las del mundo.
 - Las unidades productivas mineras (UPM) para el mineral de Esmeraldas se caracterizan por ser en su mayoría de un carácter más artesanal o de baja tecnificación. En un escenario de continuidad se espera que esta tendencia continúe, con una producción principalmente “artesanal” y que no entren nuevas empresas que tecnifiquen el sector.
 - Para este escenario, se considera que a pesar del buen mercado, de las ventajas competitivas de Colombia en el sector de las Esmeraldas y los esfuerzos del gobierno por contar con información precisa sobre el sector, la trazabilidad y seguimiento a la explotación de este mineral sigue siendo un reto para la institucionalidad minera.
 - En relación a las comunidades, actualmente las zonas donde se explota el mineral son de tradición minera, lo que lleva a que no se generen presiones por parte de grupos sociales para evitar la explotación de este mineral.
- Sin embargo, las comunidades si han manifestado su inconformismo de que sean empresas multinacionales las que exploten un recurso que ellos consideran que les pertenece. Este escenario considera que esta tendencia se va a mantener.
- En los últimos 30 años no se han explotado nuevas zonas potenciales de producción de Esmeraldas, tendencia que en un escenario de continuidad se espera que siga.
 - En relación al conocimiento de los yacimientos de Esmeraldas, actualmente no es posible calcular las reservas del mineral o el potencial geológico de los yacimientos que se tienen en la actualidad, lo que genera que se desconozca que tan cerca o lejos del agotamiento de los yacimientos de Esmeraldas se esté.
 - Sin embargo, al observar el comportamiento histórico de la producción se observa una tendencia de decrecimiento en la producción para los últimos años, la cual se espera en un escenario de continuidad continúe en el corto (CP), mediano (MP) y largo plazo (LP), llegando a una producción a 2035 alrededor de los 700.000 quilates.
 - Lo anterior se genera por que las Esmeraldas, al igual que cualquier mineral, es un recurso no renovable y al no explotarse yacimientos nuevos, la tendencia es que continúe la disminución en su producción.

Escenario 1. Continuidad

Modelo de demanda



- Las Esmeraldas presentan unas condiciones favorables para su desarrollo en la actualidad. Las Esmeraldas colombianas son consideradas como las de mejor calidad del mundo, y al ser un producto de lujo, esto le da una ventaja competitiva a Colombia frente a los otros productores internacionales de Esmeraldas. Tendencia que este escenario de continuidad se mantiene.
- El principal destino de las Esmeraldas Colombianas son las exportaciones, con aproximadamente el 95% de la producción utilizado para este fin, de acuerdo con el balance 2012 - 2016 de las Esmeraldas y el conocimiento de los consultores de la U.T. Jhon T. Boyd - EY, razón por la cual el comportamiento de las exportaciones sigue la misma tendencia que el de la producción.
- Las exportaciones de Esmeraldas en quilates para 2017 estuvieron comprendidas en un 83% por Esmeraldas en bruto, 16,6% talladas y 0,04% engastadas. Para el escenario de continuidad se espera que esta tendencia continúe, siendo la exportación de Esmeraldas en bruto en quilates el principal componente de las exportaciones de Esmeraldas.

Escenario 2. Coexistencia

Colombia 2035: Coexistencia

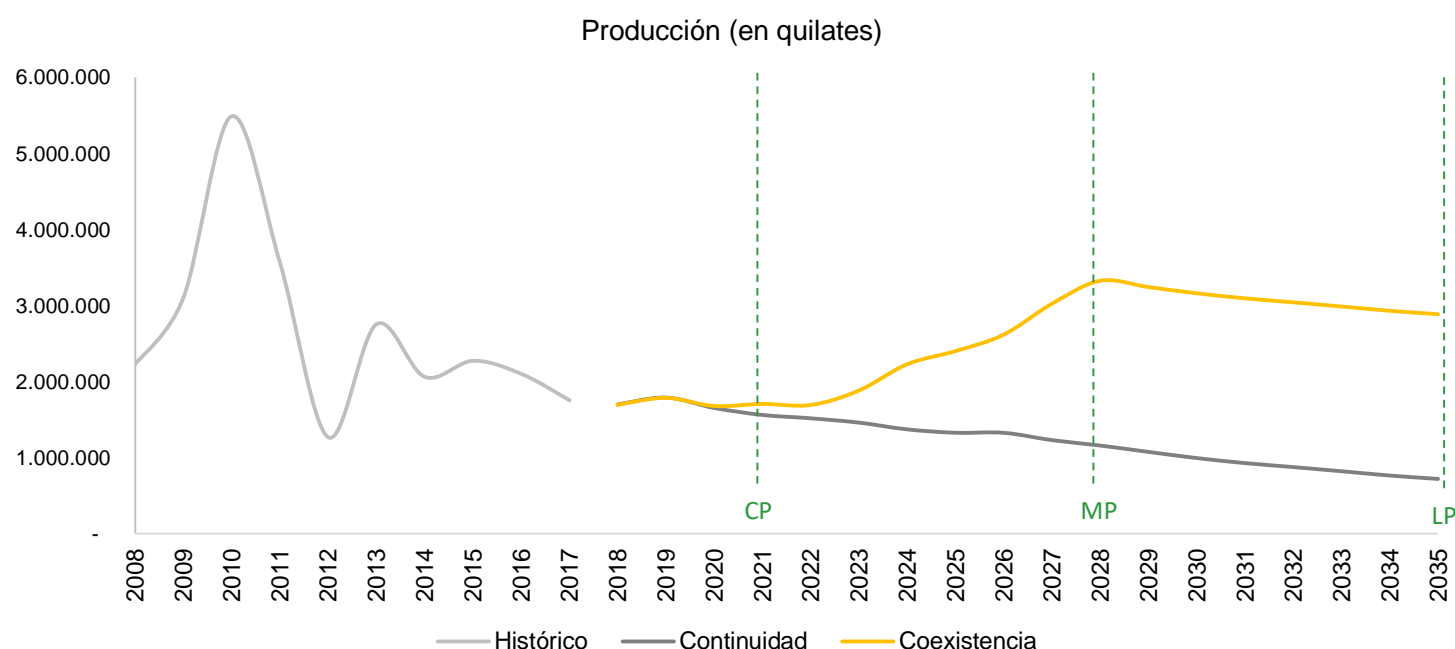
Febrero, 2035

“La mejor forma de predecir el futuro es crearlo”

Peter Drucker

Colombia comprende que la riqueza está en aquello que nos complementa y que la minería responsable con el medio ambiente, las comunidades y con otras actividades que utilicen el suelo, es un instrumento de prosperidad. El equilibrio entre el impulso estatal, una comunidad constructiva, activa y participante, y una minería apalancada en el conocimiento de su potencial, le permitieron a Colombia avanzar en espirales ascendentes de creación de valor compartido.

Modelo de oferta



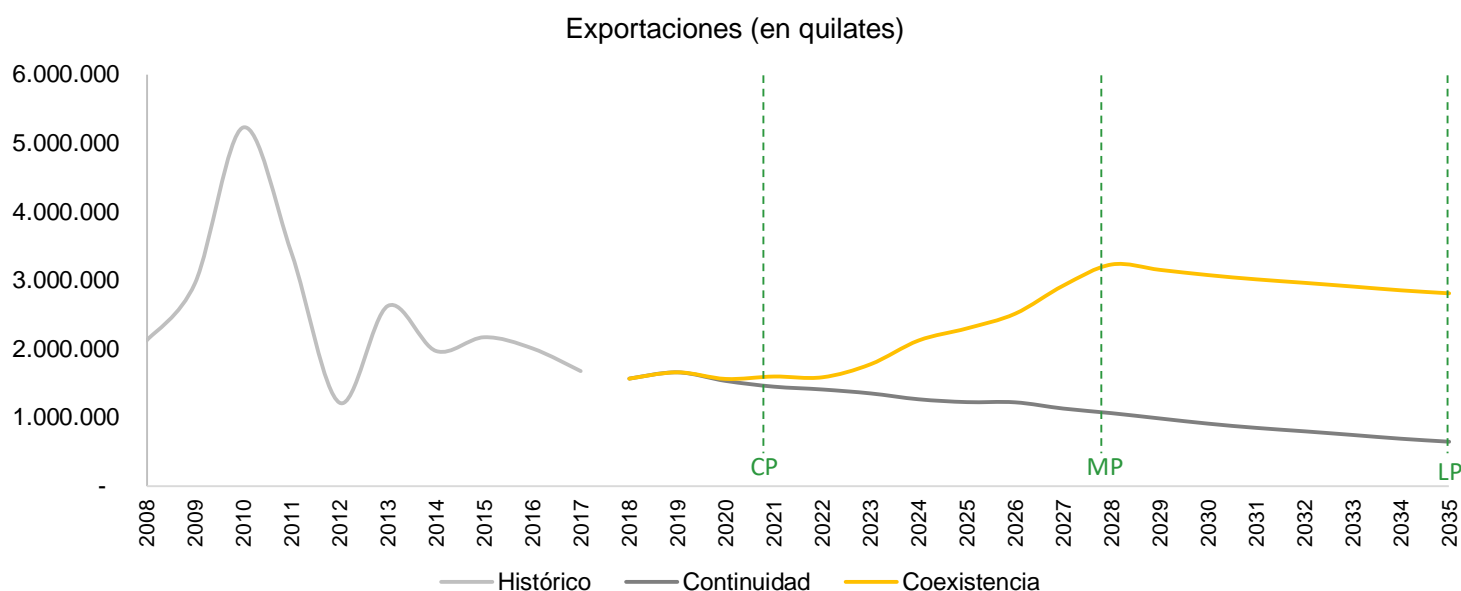
En el escenario de coexistencia, se observa una tendencia creciente en la producción de Esmeraldas, principalmente entre el corto (CP) y mediano plazo (MP), hasta alcanzar un valor alrededor de los 3,3 millones de quilates en 2028, con un decrecimiento gradual en el largo plazo (LP) hasta llegar en 2035 con una producción de 2,8 millones de quilates. El anterior comportamiento se encuentra asociado con los siguientes supuestos:

- La entrada de nuevas empresas que han tecnificado el sector, lo que ha permitido que se aumente la capacidad de producción de Esmeraldas en el país (Fura Gems Inc).
- Las empresas actuales continúan mejorando la capacidad de producción de Esmeraldas apalancados en mejoras en la tecnificación del sector y en buenas prácticas (Minería Texas Colombia S.A.S).
- En este escenario se plantea el supuesto, que después de negociaciones entre la industria esmeraldera del país y las autoridades ambientales, se llegan acuerdos para que la entrada del POMCA (Plan de Manejo y Ordenación de una Cuenca) no impida el ingreso de nuevos proyectos de explotación de Esmeraldas en el país, lo que aportaría al mantenimiento y crecimiento de la producción de Esmeraldas en el país. Lo anterior sin sacrificar la conservación de las cuencas y del recurso hídrico.

Escenario 2. Coexistencia

- Actualmente el Servicio Geológico Colombiano, en alianza con universidades colombianas e instituciones de investigación especializadas en esmeraldas, tienen proyectos cuyo fin es mejorar las prácticas de exploración de Esmeraldas en el país para de esta forma tener un mejor conocimiento de la ubicación y cantidad de los depósitos de Esmeraldas en el país. Este escenario considera que estos estudios dan resultados positivos que permiten tener un mayor conocimiento de los depósitos de Esmeraldas del país, lo que se podría traducir gradualmente en una mayor producción.
- En la actualidad, China acaba de bajar los aranceles para la importación de piedras preciosas, lo que puede llevar a nuevas empresas mineras a querer invertir en la exploración y explotación de todo tipo de piedras preciosas alrededor del mundo. Este escenario considera un posible aumento en la Inversión Extranjera Directa (IED) enfocada a la explotación de esmeraldas.

Modelo de demanda



Para las exportaciones este escenario considera los siguientes supuestos:

- El principal destino de las Esmeraldas Colombianas son las exportaciones, con aproximadamente el 95% de la producción utilizado para este fin, de acuerdo con el balance 2012 - 2016 de las Esmeraldas y el conocimiento de los consultores de la U.T. Jhon T. Boyd - EY, razón por la cual el comportamiento de las exportaciones sigue la misma tendencia que el de la producción.
- Impulsado por los buenos precios de piedras preciosas, que podrían estar dadas por un aumento en la demanda de joyería de lujo.

Este aumento en la demanda se podría presentar por un aumento en la capacidad adquisitiva de las personas consecuencia de una posible bonanza económica en los últimos años del periodo de las proyecciones.

Escenario 2. Coexistencia

- Las exportaciones de Esmeraldas en quilates para 2017 estuvieron comprendidas en un 83% por Esmeraldas en bruto, 16,6% talladas y 0,04% engastadas. Para el escenario de coexistencia se considera que en el mediano plazo (~ 2025) podría haber un cambio en el aporte que cada tipo de Esmeraldas tiene sobre el total de las exportaciones, con las Esmeraldas talladas y engastadas teniendo un mayor porcentaje que representaría unos mayores ingresos por parte de esta industria al país.
- La posible creación del sello de origen y la marca país para darle una mayor promoción y posicionamiento a las Esmeraldas colombianas en el mercado exterior.
- Lo anterior, teniendo en cuenta que el valor en precio de mercado entre una Esmeralda en bruto de muy baja calidad versus una tallada es de mas de 500.000 veces

Escenario 2. Coexistencia

Impacto de las fuerzas para el escenario



Posición estatal ante
recursos mineros y
ambientales
(Un Estado activo)



Dado que el supuesto principal en este escenario es que el gobierno es pro minería, las licencias ambientales y la concesión de los títulos van a ser aprobadas sin ningún inconveniente. Lo anterior soporta que en este escenario la fuerza tenga un efecto positivo sobre la proyección.

Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- La entrada de nuevas empresas que apoyan la tecnificación del sector, lo que aumenta la capacidad de producción de Esmeraldas en el país.



Gobernanza y
Gobernabilidad
(Un Estado confiable)



Una mejor sincronización entre las instituciones, una mayor presencia del estado en las zonas de explotación de Esmeraldas, acompañado de mejoras en la comunicación entre las empresas, las comunidades, los productores “artesanales” y el gobierno podría hacer nuevas regulaciones (p.ej. POMCA) no impidan la entrada de nuevos proyectos de explotación de Esmeraldas al país, se cuente con información más precisa sobre el sector y se promueva la exportación de las Esmeraldas con mayor valor agregado (talladas y engastadas).

Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- El POMCA permite la entrada de nuevos proyectos.
- Promoción de la Esmeralda colombiana, que atrae nuevas empresas que aporten en tecnificación y buenas prácticas en la explotación de esmeraldas.
- Aumento de la proporción de Esmeraldas talladas y engastadas en el total de exportaciones de Esmeraldas.
- Cifras más precisas del sector en todos los eslabones de la cadena productiva



Asuntos
ambientales
(Un bien común)



Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- El POMCA permite la entrada de nuevos proyectos.

Escenario 2. Coexistencia



Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y competidores)



Las Esmeraldas son un producto de lujo, e históricamente la demanda siempre ha sido superior a la oferta, razón por la cual, toda la producción tiene una demanda internacional que la cobije.

Los hitos se encuentran asociados con esta fuerza son:

- Tendencia al alza de los precios de piedras preciosas
- Creación de un sello de origen o marca “país”
- Exportación de Esmeraldas talladas y engastadas en mayor proporción en relación al total de Esmeraldas exportadas
- Disminución de areanceles a las piedras preciosas por parte de China , lo que podría aumentar la Inversión Extranjera Directa en exploración y explotación de Esmeraldas en Colombia



Dotación minera y su conocimiento
(Un conocimiento de todos)



Actualmente se está trabajando en técnicas/ tecnologías que permitan mejorar las prácticas de exploración y tener un conocimiento de las reservas y/o potencial geológico de los yacimientos de Esmeraldas, así como de identificar nuevos yacimientos.

Los hitos se encuentran asociados con esta fuerza son:

- Mejora en las prácticas de exploración
- Conocimiento de las reservas con las que cuentan los yacimientos
- Identificación de nuevos depósitos mineralizados



Grupos sociales
(Un ciudadano que exige)



Considera mejoras en la comunicación entre las empresas, las comunidades, los productores “artesanales” y el gobierno.

Los hitos se encuentran asociados con esta fuerza son:

- Los grupos sociales no se oponen a la explotación de Esmeraldas, dada la tradición minera de las zonas de explotación de Esmeraldas.
- Las comunidades no impiden el ingreso de nuevas empresas para la explotación de Esmeraldas.

Escenario 3. Divergencia

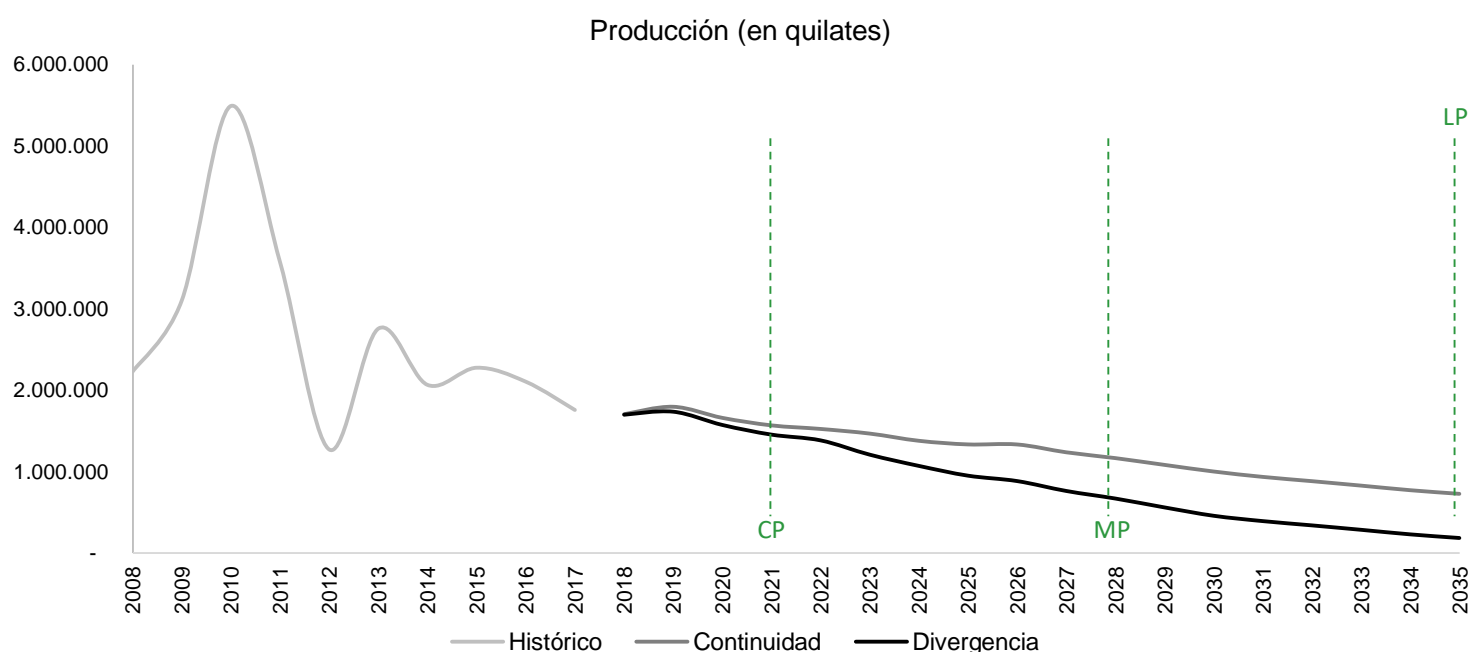
Colombia 2035: Divergencia

Febrero, 2035

“Si el ritmo de cambio de afuera excede el ritmo de cambio al interior, el fin esta cerca ”
Jack Welch

La perspectiva de futuro donde la actividad minería era boyante y aportaba los recursos necesarios para apalancar el progreso del País, se disolvió entre actores de integridad cuestionable y el aire insalubre que ahoga al mundo. Fracasaron los esfuerzos en pro del desarrollo sostenible y se materializa la distopía. Algunos piensan que perdieron los mineros, pero la verdad es que todos perdimos un poco... o todo.

Modelo de oferta



En el escenario de divergencia, se observa una tendencia decreciente en la producción de Esmeraldas en el corto (CP), mediano (MP) y largo plazo (LP), más pronunciada que la presentada en el escenario de continuidad, hasta alcanzar un valor alrededor de los 180 mil quilates en 2035. El anterior comportamiento de disminución en la producción se encuentra asociado con los siguientes supuestos:

- Disminución en la tecnificación para la explotación de Esmeraldas, dada por un aumento de las UPM de carácter no empresarial.
- Se continúan estudios para poder identificar nuevos depósitos y tener estimación de reservas.

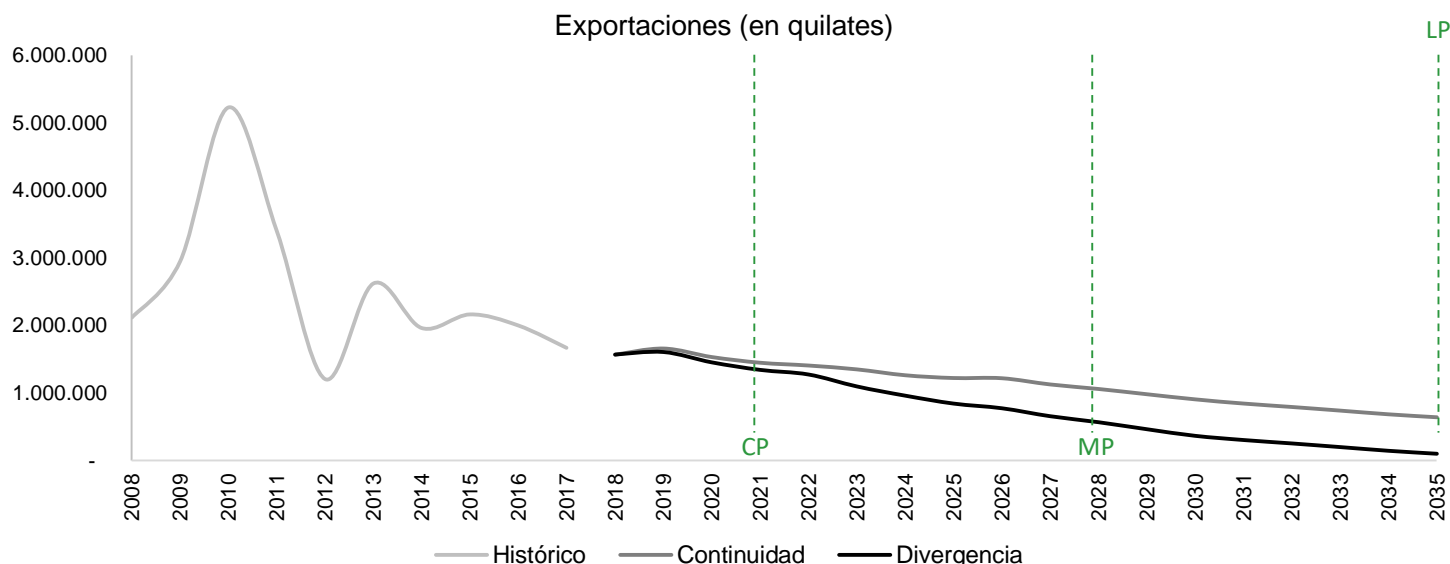
Sin embargo, dada la complejidad del mineral en este aspecto, persiste la ausencia de información en este aspecto.

- Aumentan los costos de extracción de Esmeraldas, dado el paulatino agotamiento de los yacimientos y la no explotación/identificación de nuevos yacimientos.
- El POMCA (Plan de Manejo y Ordenación de una Cuenca) no incluye en su análisis el efecto que esta medida tendrá en la explotación de Esmeraldas, lo que podría generar que su implementación no permita la entrada de nuevos proyectos.

Escenario 3. Divergencia

- Desestimulo de la Inversión Extranjera Directa en la exploración y/o explotación de Esmeraldas colombianas.

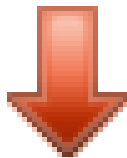
Modelo de demanda



- El principal destino de las Esmeraldas Colombianas son las exportaciones, con aproximadamente el 95% de la producción utilizado para este fin, de acuerdo con el balance 2012 - 2016 de las Esmeraldas y el conocimiento de los consultores de la U.T. Jhon T. Boyd - EY, razón por la cual el comportamiento de las exportaciones sigue la misma tendencia que el de la producción.
 - Colombia ha suscrito varios acuerdos y/o internacionales que incluyen el desarrollo de una minería sostenible y socialmente responsable. Un ejemplo de lo anterior es el ingreso del país en la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos), que insta al país a mejorar sus prácticas en múltiples aspectos, siendo uno de ellos el desarrollo de una industria minera que no atente contra los derechos humanos. En este sentido y para este escenario, se plantea la posibilidad de que no se genere un plan de implementación acorde con las condiciones del país para el cumplimiento de políticas internacionales, que afecte negativamente la comercialización de Esmeraldas en el mercado internacional.
 - Las exportaciones de Esmeraldas en quilates para 2017 estuvieron comprendidas en un 83% por Esmeraldas en bruto, 16,6% talladas y 0,04% engastadas. Para el escenario de divergencia se considera que aumenta la proporción de esmeraldas en bruto en el total de las exportaciones de este mineral.
- Condiciones de mercado adversas para las Esmeraldas colombianas, que podrían estar causadas por:
- Nueva explotación de esmeraldas en países sin tradición previa en la producción, como Etiopía.
 - Campañas de marketing de países productores en mercados emergentes (Asia en general, China en particular) que podrían hacer que los consumidores no tengan una marcada preferencia por el origen de las esmeraldas, dando como posible consecuencia que el precio de las Esmeraldas colombianas disminuya entre un 20% y 30%.
 - Mejora en la tecnificación en la producción de Esmeraldas sintéticas que podrían competir con el mercado de las Esmeraldas colombianas.

Escenario 2. Coexistencia**Impacto de las fuerzas para el escenario**

Posición estatal ante
recursos mineros y
ambientales
(Un Estado activo)

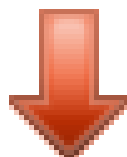


Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- No hay una entrada de nuevas empresas que habiliten una mejora en la tecnificación para la explotación de esmeraldas
- El POMCA no permite la entrada de nuevos proyectos



Gobernanza y
Gobernabilidad
(Un Estado confiable)



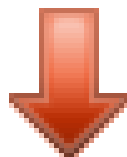
Un deterioro en la coordinación entre las instituciones, acompañado de dificultades en la comunicación entre las empresas, las comunidades, los productores “artesanales” y el gobierno podría hacer que nuevas regulaciones (p.ej. POMCA) no consideren el impacto sobre la industria de las Esmeraldas y que podrían resultar en impedir la entrada de nuevos proyectos de explotación de Esmeraldas al país. Adicional, desincentivos para la exportación de las Esmeraldas con mayor valor agregado (talladas y engastadas).

Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- El POMCA no permite la entrada de nuevos proyectos.
- Dificultad en la obtención de cifras precisas del sector de las Esmeraldas en toda la cadena de producción
- Ausencia de un plan de implementación acorde con las condiciones del país para el cumplimiento de políticas internacionales



Asuntos
ambientales
(Un bien común)



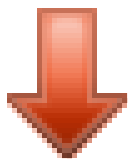
Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- El POMCA no permite la entrada de nuevos proyectos.

Escenario 2. Coexistencia



Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y competidores)



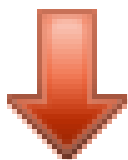
Las Esmeraldas son un producto de lujo, e históricamente la demanda siempre ha sido superior a la oferta, razón por la cual, toda la producción tiene una demanda internacional que la cobije. Sin embargo, la dificultad de implementar los compromisos internacionales junto con un aumento de los costos de extracción hacen que las Esmeraldas colombianas pierdan participación en el mercado internacional.

Los hitos se encuentran asociados con esta fuerza son:

- Costos altos en la extracción de Esmeraldas
- Entrada de nuevos productores de Esmeraldas
- Mejora en la tecnificación de producción de Esmeraldas sintéticas



Dotación minera y su conocimiento
(Un conocimiento de todos)



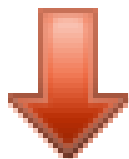
Actualmente se está trabajando en técnicas/ tecnologías que permitan mejorar las prácticas de exploración y tener un conocimiento de las reservas y/o potencial geológico de los yacimientos de Esmeraldas, así como de identificar nuevos yacimientos.

Los hitos se encuentran asociados con esta fuerza son:

- No se identifican nuevos depósitos de Esmeraldas
- No hay avance en las prácticas de exploración
- Desconocimiento de las reservas con las que cuentan los yacimientos
- Agotamiento de los yacimientos existentes



Grupos sociales
(Un ciudadano que exige)

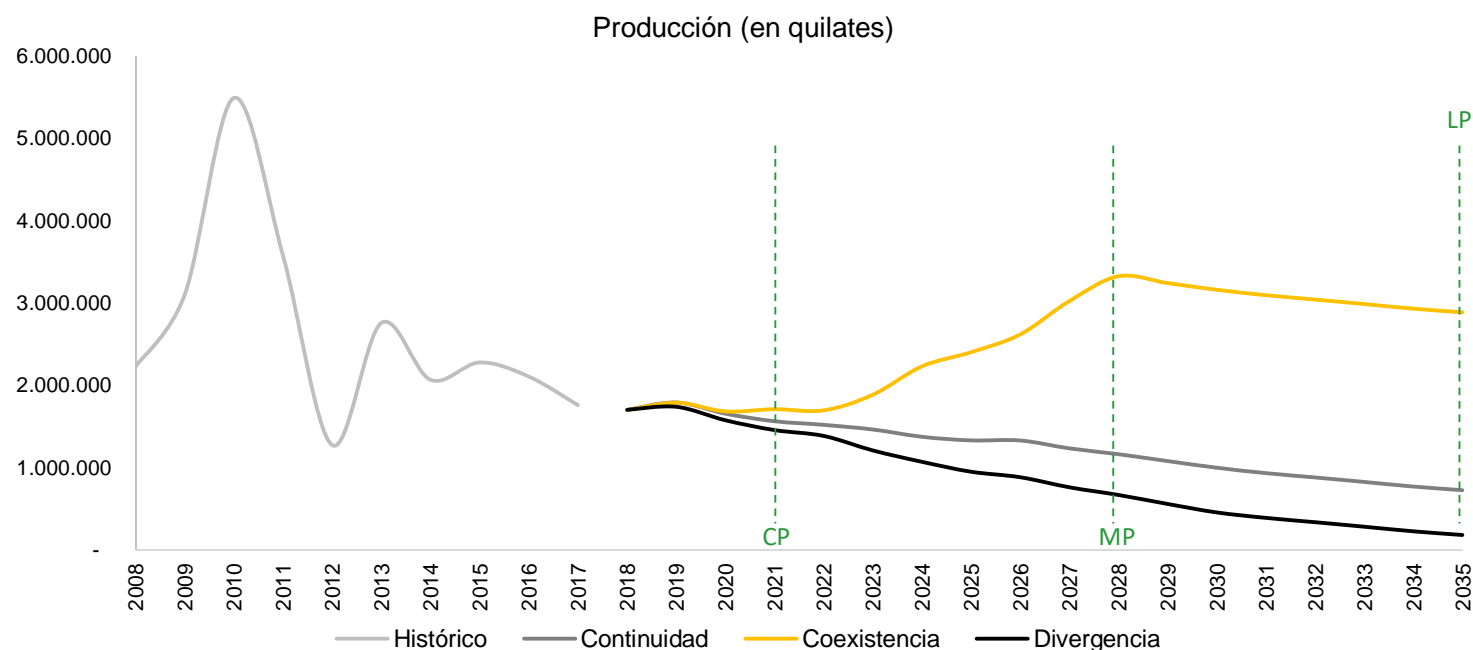


Los hitos se encuentran asociados con esta fuerza son:

- Las comunidades impiden el ingreso de nuevas empresas para la explotación de esmeraldas.

Síntesis

Modelo de oferta



Cifras proyección de la producción (cifras en quilates) – Tabla 1/2

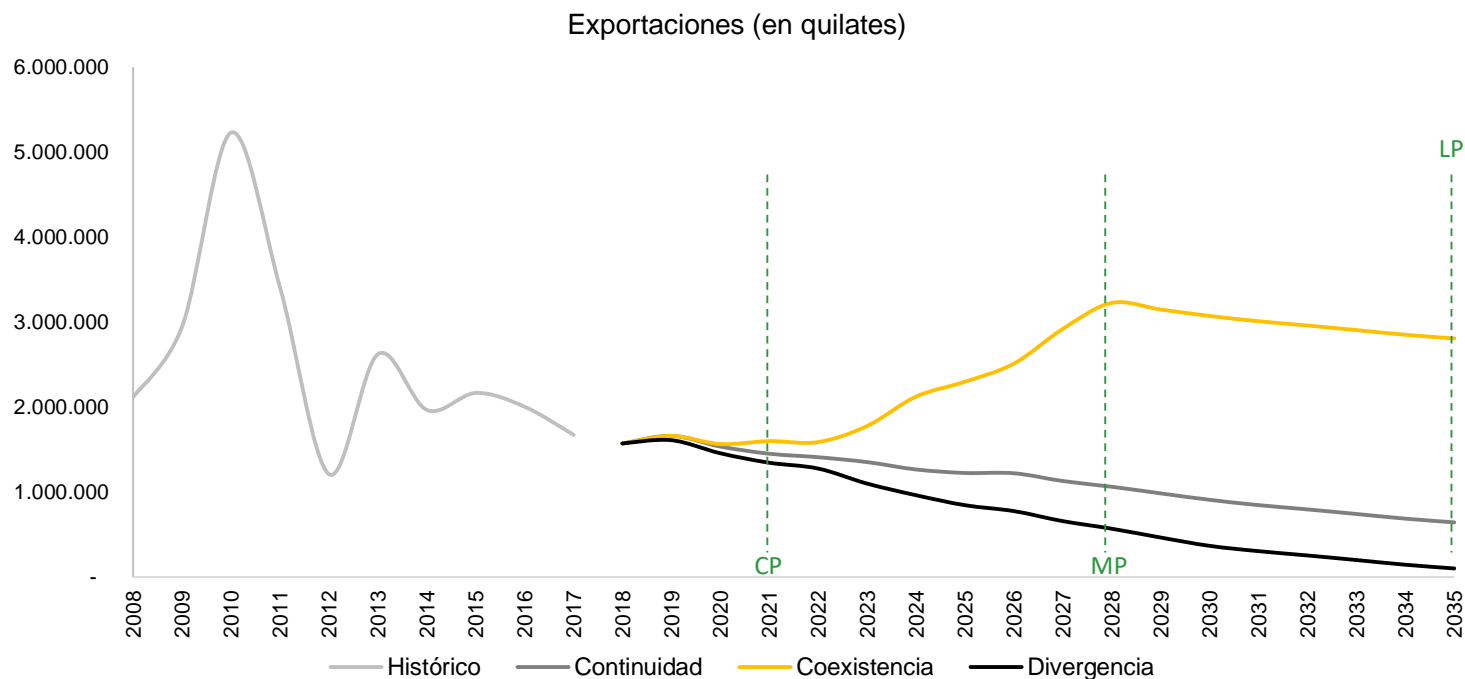
Escenario	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	1.700.296	1.791.500	1.684.776	1.712.080	1.697.902	1.887.242	2.231.805	2.403.877	2.619.655
Continuidad	1.700.296	1.791.500	1.654.972	1.563.058	1.519.076	1.462.095	1.373.624	1.329.180	1.328.441
Divergencia	1.700.296	1.737.322	1.573.705	1.454.703	1.383.632	1.207.460	1.069.145	948.852	882.017

Cifras proyección de la producción (cifras en quilates) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	3.024.070	3.325.905	3.242.630	3.161.440	3.095.476	3.042.971	2.988.313	2.932.075	2.887.451
Continuidad	1.232.328	1.160.739	1.077.464	996.273	930.310	877.805	823.146	766.909	722.285
Divergencia	759.898	666.638	557.358	454.496	388.533	336.028	281.369	225.131	180.507

Síntesis

Modelo de demanda



Cifras proyección de las exportaciones (cifras en quilates) – Tabla 1/2

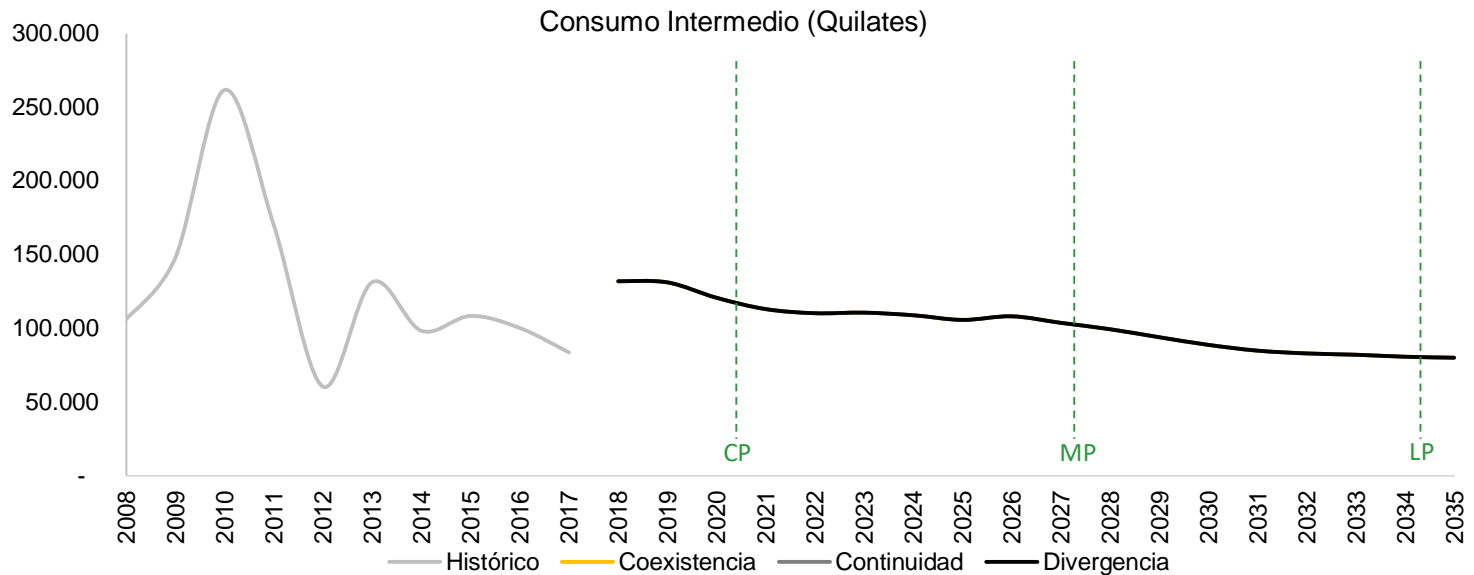
Escenario	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	1.568.385	1.660.350	1.564.104	1.599.095	1.587.704	1.776.671	2.123.004	2.298.233	2.511.562
Continuidad	1.568.385	1.660.350	1.534.300	1.450.073	1.408.877	1.351.523	1.264.823	1.223.536	1.220.348
Divergencia	1.568.385	1.606.172	1.453.033	1.341.718	1.273.433	1.096.888	960.344	843.208	773.923

Cifras proyección de las exportaciones (cifras en quilates) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	2.920.408	3.226.587	3.148.750	3.072.760	3.010.725	2.960.115	2.906.349	2.851.462	2.807.510
Continuidad	1.128.666	1.061.421	983.584	907.594	845.558	794.948	741.182	686.295	642.343
Divergencia	656.237	567.320	463.477	365.817	303.781	253.171	199.405	144.518	100.566

Síntesis

Modelo de demanda



Se toma el consumo intermedio como la diferencia entre las exportaciones y la producción, razón por la cual los tres escenarios conservan la misma medida de distancia y por ende todos presentan el mismo comportamiento que el escenario de continuidad.

Cifras proyección de consumo intermedio (cifras en quilates) – Tabla 1/2

Escenario	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	131.911	131.150	120.672	112.985	110.198	110.572	108.801	105.644	108.093
Continuidad	131.911	131.150	120.672	112.985	110.198	110.572	108.801	105.644	108.093
Divergencia	131.911	131.150	120.672	112.985	110.198	110.572	108.801	105.644	108.093

Cifras proyección de consumo intermedio (cifras en quilates) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	103.661	99.318	93.880	88.680	84.751	82.857	81.964	80.613	79.941
Continuidad	103.661	99.318	93.880	88.680	84.751	82.857	81.964	80.613	79.941
Divergencia	103.661	99.318	93.880	88.680	84.751	82.857	81.964	80.613	79.941

Coltán



Escenario 1. Continuidad

Colombia 2035: Continuidad

Febrero, 2035

“Solamente aquel que construye el futuro tiene derecho a juzgar el pasado.”

Friedrich Nietzsche

Las expectativas prometían cambios radicales que impulsarían al Estado hacia una sólida visión; sin embargo, al llegar el 2035, las amenazas no materializadas y las oportunidades no aprovechadas en el sector minero, son las que determinan su realidad. El País es administrado a través de entidades públicas que siguen sin lograr una óptima sincronización, lo que lleva a que en ocasiones las reglas de juego no sean claras y justas para todos.

Premisas modelo de continuidad

El comportamiento histórico de la oferta y la demanda del mineral incluye o muestra el efecto que el estado de las fuerzas motoras han tenido a la fecha sobre el mineral. Por ejemplo los niveles de producción históricos de un mineral acogen el efecto de las fuerzas motoras, si los grupos sociales han tenido un impacto negativo, para un mineral en particular, que ha ocasionado una parada en la producción, este efecto estará representado en la serie histórica como una disminución en la producción en el periodo asociado a dicho evento.

Teniendo en cuenta lo anterior, y considerando que el escenario de continuidad establece que las fuerzas y el comportamiento actual siguen la misma tendencia actual, los modelos de demanda y oferta para este escenario sólo se basan en los modelos matemáticos de proyección de series futuras.

Dichos modelos matemáticos se basan solamente en la información histórica disponible para cada mineral, razón por la cual la proyección va a seguir un comportamiento parecido a la series históricas utilizadas. Lo anterior significa que si en la serie histórica se tienen pendientes positivas fuertes seguidas de pendientes negativas, la proyección también las va a tener. Así mismo, si la información histórica en su mayoría se mantiene en un rango de valores determinado, el modelo va a tender a estar alrededor de ese rango de valores.

Adicional, dependiendo de la cantidad de datos históricos que se tengan, se va a ver influenciado la precisión del modelo. Entre mayor sea el tiempo de la proyección, más datos se van a requerir para hacer la proyección, y menos preciso va a ser.

Los casos donde no se realizaron algunas proyecciones, ya sea de producción, importaciones, consumo intermedio o exportaciones es porque: 1) No existen datos: en la información del BOU las cifras son cero. 2) Los datos son marginales: cuando la magnitud de los datos no proporciona una gráfica que ofrezca información adecuada para análisis (dado que, en escala, el contraste con respecto a los otros datos disponibles los hace irrelevante).

Nota: No se identifican proyectos que actualmente se encuentren en fase de exploración/explotación del mineral. Las proyecciones se realizan con información suministrada por el DANE por solicitud de la UPME.

Escenario 1. Continuidad

Modelo de proyección de oferta y demanda para Coltán

Para la construcción del modelo para la proyección de oferta y demanda de Coltán, se consideraron las mismas variables que corresponden al análisis de Balance Oferta / Utilización, es decir, las mismas empleadas por el DANE en el Sistema de Cuentas Nacionales, en el capítulo de Bienes y Servicios, y que están relacionadas con el entregable Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016 realizado en el marco del proyecto.

Para realizar las proyecciones se utilizaron las fuentes de datos que se describen a continuación. Es esquema de la información que se presenta a continuación es:

[Tipo de dato]	[fuente]	(serie de tiempo)
Consumo Intermedio	DANE	(2012 - 2016)

Series de datos relativos a OFERTA

- Importaciones Niobio, Tantalio y Vanadio – DANE (2000 - 2018)
- Importaciones FOB Niobio, Tantalio y Vanadio – DANE (2011 - 2018)
- Importaciones CIF Niobio, Tantalio y Vanadio – DANE (2011 - 2018)
- Producción - BALANCE DANE (2012 - 2016)
- Importaciones - BALANCE DANE (2012 - 2016)
- Regalías ANM – ANM (2014 - 2016)

Series de datos relativos a DEMANDA

- Exportaciones – DANE (2000 - 2018)
- Valor FOB Exportaciones – DANE (2000 - 2018)
- Consumo intermedio - BALANCE DANE (2012 - 2016)
- Variación de existencias - BALANCE DANE (2012 - 2016)
- Exportaciones - BALANCE DANE (2012 - 2016)
- PIB Minerales Minas y Canteras Base – UPME (2005 - 2035)
- PIB Minerales Minas y Canteras Optimista – UPME (2005 - 2035)
- PIB Minerales Minas y Canteras Pesimista - UPME (2005 - 2035)
- PIB Minerales Minas y Canteras Alterna - UPME (2005 - 2035)
- PIB Minerales Metalíferos Escenario Base - UPME (2005 - 2035)
- PIB Minerales Metalíferos Escenario Optimista - UPME (2005 - 2035)
- PIB Minerales Metalíferos Escenario Pesimista - UPME (2005 - 2035)
- PIB Minerales Metalíferos Escenario Alterno - UPME (2005 - 2035)

Escenario 1. Continuidad**Variables modelo de continuidad**

Para la construcción del modelo, se consideraron específicamente las variables que se enuncian a continuación, dado que el índice de correlación de mayor de 0,4 como valor absoluto:

Producción: <ul style="list-style-type: none"> • Producción DANE • PIB Minerales Minas y Canteras Base – UPME 	Exportaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Exportaciones DANE • PIB Minerales Minas y Canteras Base - UPME
--	--

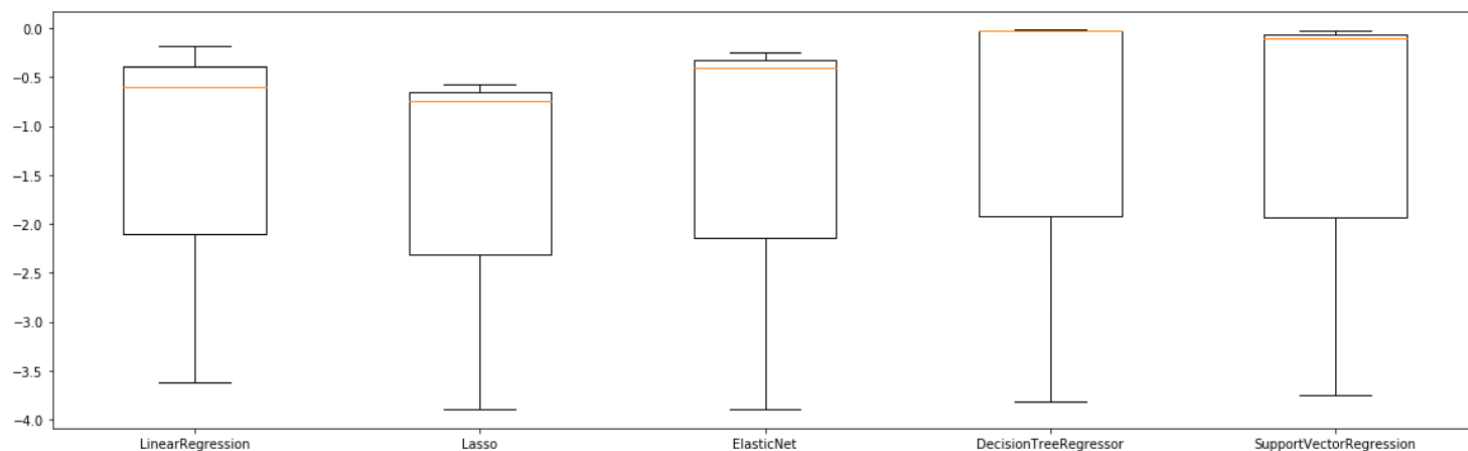
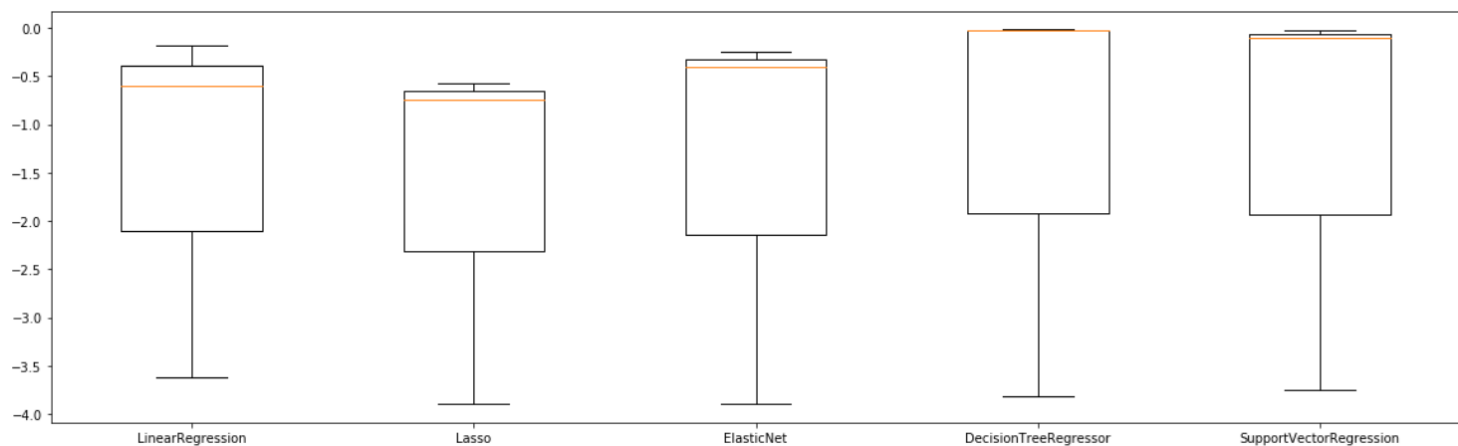
Los modelos requieren de su misma serie para “aprender” su comportamiento histórico y su relación con las otras variables utilizadas. Por lo anterior es que para el modelo de oferta (producción, importaciones) una de las variables utilizadas es la serie histórica de producción/importaciones y para el modelo de demanda (exportaciones, consumo intermedio) una de las variables utilizadas es la serie de exportaciones/ consumo intermedio.

En los modelos de oferta y/o demanda también se incluyeron variables como: el PIB de minas y canteras, que es una representación de los esfuerzos por mejorar el sector, ya sea que estos esfuerzos provengan desde el gobierno, desde la inversión privada en el sector de minas o dado por el comportamiento del mercado de la canasta de minerales con la que cuenta el país. De igual forma, se incluyeron las variables de asociadas con el mercado del mineral.

Las proyecciones se realizaron a partir de 5 técnicas diferentes de machine learning con el fin de evaluar cuál de ellas se adapta mejor a los datos históricos que permiten el entrenamiento de los modelos. Adicionalmente, se implementaron técnicas de entrenamiento cruzado de modelos para aprovechar al máximo los datos de entrenamiento (series históricas). Como resultado del entrenamiento cruzado de los modelos, se obtienen diferentes métricas del error (Ej. MSE, RMSE, R^2 , AAE) las cuales son evaluadas con el fin de seleccionar el modelo que de un mejor ajuste hacia los datos.

Las siguientes gráficas muestran el MSE obtenido para los 5 modelos en el entrenamiento cruzado para producción, importaciones, consumo intermedio y exportaciones. En la de producción se puede ver que los modelos de Regresión Lineal, Regresión de Árboles de decisión y Soporte Vectorial tienen MSE similares lo cual indica que son candidatos para realizar la proyección. Para las importaciones y el consumo intermedio, se puede ver que los modelos de Linear Regression, Lasso, Elastic Net y Regresión de Soporte Vectorial tienen MSE similares lo cual indica que son candidatos para realizar la proyección. Finalmente, para las exportaciones se puede ver que todos los modelos tienen MSE similares lo cual indica que son candidatos para realizar la proyección.

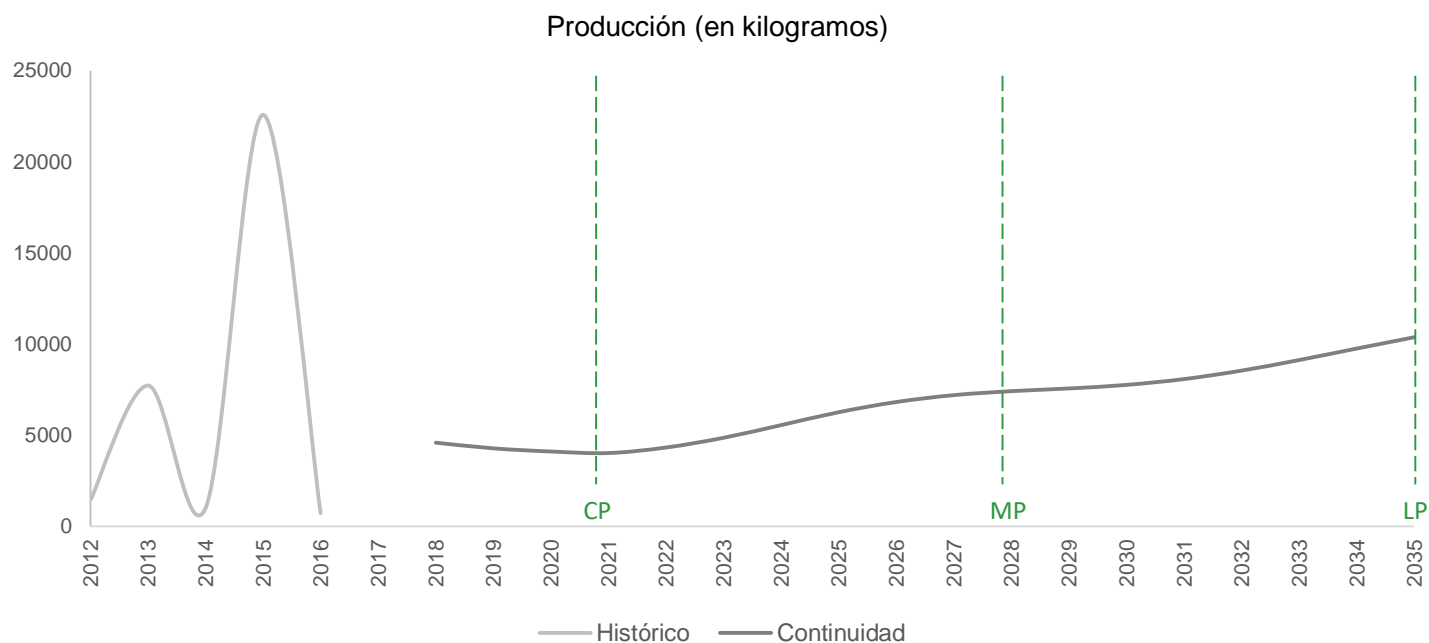
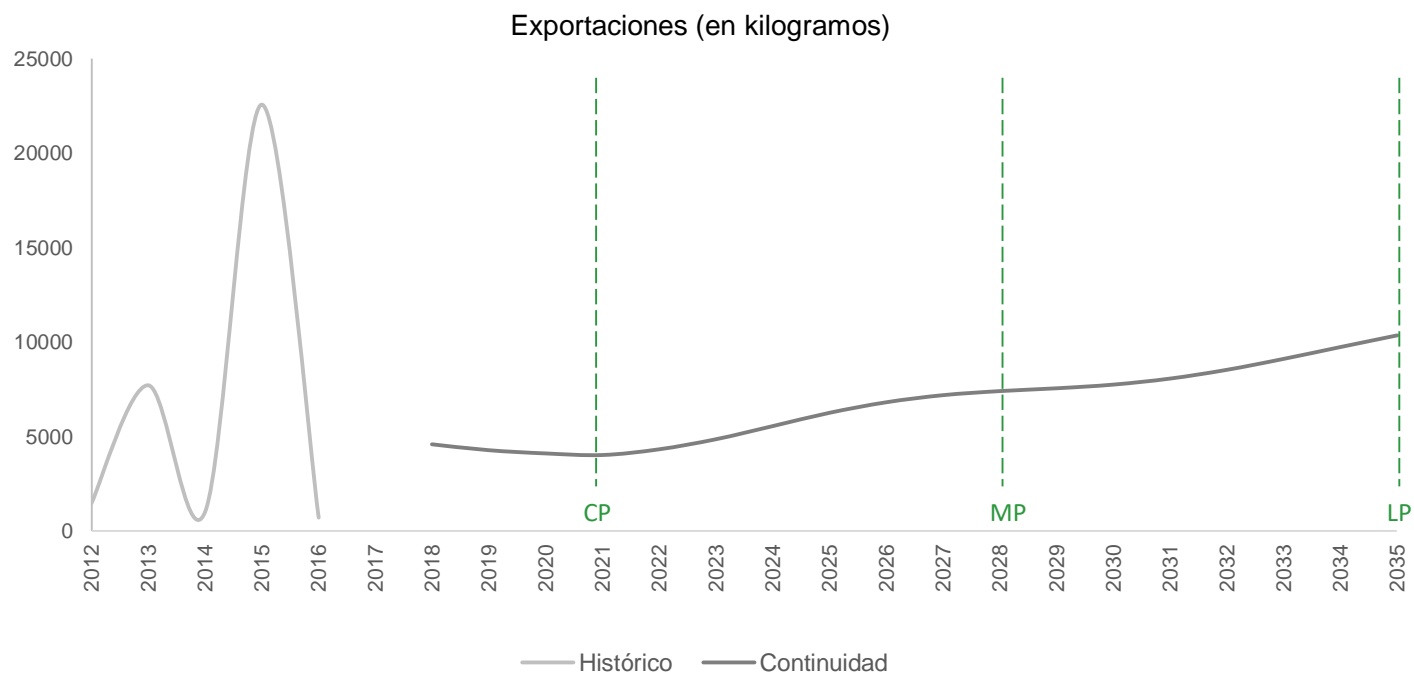
En cada uno de los gráficos se presenta una línea que indica el estado de las proyecciones a corto plazo (CP), calculado a 2021, mediano plazo (MP) calculado a 2028 y largo plazo (LP) calculado a 2035.

Escenario 1. Continuidad**Producción****Exportaciones**

Las medidas de error se presentan en los anexos asociados al mineral (ver anexo M)

Escenario 1. Continuidad

Las curvas resultantes, de acuerdo al modelo seleccionado para cada serie, son:

Modelo de oferta**Modelo de demanda**

Estado actual del mineral

Premisas para el análisis de Coltán

A 2018, en el RUCOM no hay publicados comercializadores mineros asociados a títulos mineros de Coltán y sus concentrados en Colombia.

El Servicio Geológico Colombiano identificó un área potencial de Coltán en los departamentos de Vichada y Guainía en el año 2012; sin embargo, una investigación encargada por dicha entidad a la Universidad Nacional de Colombia mostró que no existen yacimientos económicamente explotables en esta región del país.

Sin embargo, en la actualidad no existen yacimientos en explotación ni en exploración en el país, por esta razón no se reporta producción de este mineral en el país.

Las reservas de Coltán en Colombia están rodeadas de especulaciones. Solo se han identificado áreas potenciales y algunos aluviones, sin embargo esto no permite calcular el potencial ni las reservas del mineral en Colombia. Las áreas identificadas como potenciales reservas de Coltán en Colombia son en su mayoría reserva forestal, por lo que se encuentran en zonas apartadas de las principales redes de transporte del país.

La producción es el único componente del balance de Coltán. La fluctuación de los datos de producción es significativa ya que entre 2014 y 2015 hay un crecimiento del 2159% y entre 2015 y 2016 hay una caída superior al 3.100%. Sin embargo, se debe considerar que, de acuerdo a la información de la ANM, en la actualidad no existe ningún título en etapa de explotación para este mineral; con lo cual los datos según la información de producción de mapa de regalías tampoco coincide con la información reportada por el DANE

Para la construcción del Balance, el DANE extrapoló las cantidades producidas a partir de las exportaciones registradas, dado que, de existir, toda la producción se exporta (aunque como ya se mencionó, no hay ninguna evidencia que dé cuenta de la existencia del mineral en el País).

Para efectos del Balance, el problema de registro de la producción fue suplido asumiendo que para el equilibrio del BOU se adoptaría la recomendación de la ANM, donde la producción es igual a la exportación, sin que (desde el lado de la UT) se haya tenido acceso a ningún tipo de soporte al respecto.

Es fundamental hacer énfasis que, según información del DANE, en Colombia:

- No se registra información de coltán para importaciones.
- No se registra consumo intermedio del coltán.
- No se registra variación de existencias en la medida que el dato de producción es obtenido de forma indirecta.
- Las exportaciones se obtienen a partir de los registros de la DIAN.

Como se observó en las gráficas anteriores, que corresponden al escenario de continuidad (en cual es proyectado a partir de información la histórica disponible) a corto plazo (CP), mediano plazo (MP) y largo plazo (LP) las proyecciones de producción y exportaciones presentan un comportamiento más o menos estable, en ambos casos con tendencia al alza. Es importante resaltar que este resultado se produce con las series de datos disponibles al cierre del presente informe, pero que es susceptible de fortalecerse a medida que se vayan agregando nuevos datos o información relacionada con el mineral.

Consideraciones escenarios

Para los resultados que se presentaran a continuación, su análisis y uso, se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- La precisión de las proyecciones realizadas dependen de la cantidad y calidad de la información suministrada por el modelo.
- Para este mineral la información disponible corresponde a sólo cinco años de historia, razón por la cual los resultados a 17 años en el futuro se ven afectados en precisión.
- Como se mencionó anteriormente, este mineral no tiene identificadas minas de explotación en el país.
- El DANE, en el marco del proyecto Cuenta Satélite Minera, reportó información asociada a la producción de este mineral.
- Dicha producción reportada por el DANE, se puede encontrar asociada a las relaciones que se definieron en el marco del proyecto Cuenta Satélite Minera para cerrar el balance Oferta Utilización (La oferta debe ser igual a la utilización, relacionando que las exportaciones sean igual a la producción)
- Las exportaciones de este mineral identificadas en el proyecto anteriormente mencionado, pueden estar asociadas a materiales/productos que contienen este mineral o materiales/productos que se encuentran asociados en las mismas partidas arancelarias relacionadas con el mineral.
- Lo anterior significa, que dichas exportaciones pueden no estar relacionadas con la exportación del mineral en sí, si no con otro tipo de productos/ materiales. Y por ende, la información de producción también se encontraría afectada por la misma situación que las exportaciones.
- Con el fin de presentar la variación de las proyecciones en los diferentes escenarios, la producción, y por ende las exportaciones, fueron afectadas en función del PIB de Minas y Canteras (base, optimista y pesimista), dado que esta variable agrupa el rendimiento del sector minero en el país.

Adicional, para estas variables (producción y exportaciones) no se incorporaron hitos, por lo cual sus resultados se muestran solamente en la última sección “Síntesis”. Lo anterior debido a que:

- No se identifican proyectos que actualmente se encuentren en fase de exploración/explotación del mineral.
- Si no hay proyectos identificados actualmente, es muy poco probable que en el periodo de estudio (17 años) se desarrolle un proyecto de explotación que aporte en producción al país.
- Lo anterior teniendo en cuenta los tiempos de desarrollo que requiere un proyecto minero para que inicie su proceso de explotación. Tiempo aproximado: 11 años de exploración, 3-5 años de construcción y montaje, 2-4 años de obtención de documentación legal –títulos, licencias, consultas previas, etc.

Nota: No se identifican proyectos que actualmente se encuentren en fase de exploración/explotación del mineral. Las proyecciones se realizan con información suministrada por el DANE por solicitud de la UPME.

Escenario 2. Coexistencia

Colombia 2035: Coexistencia

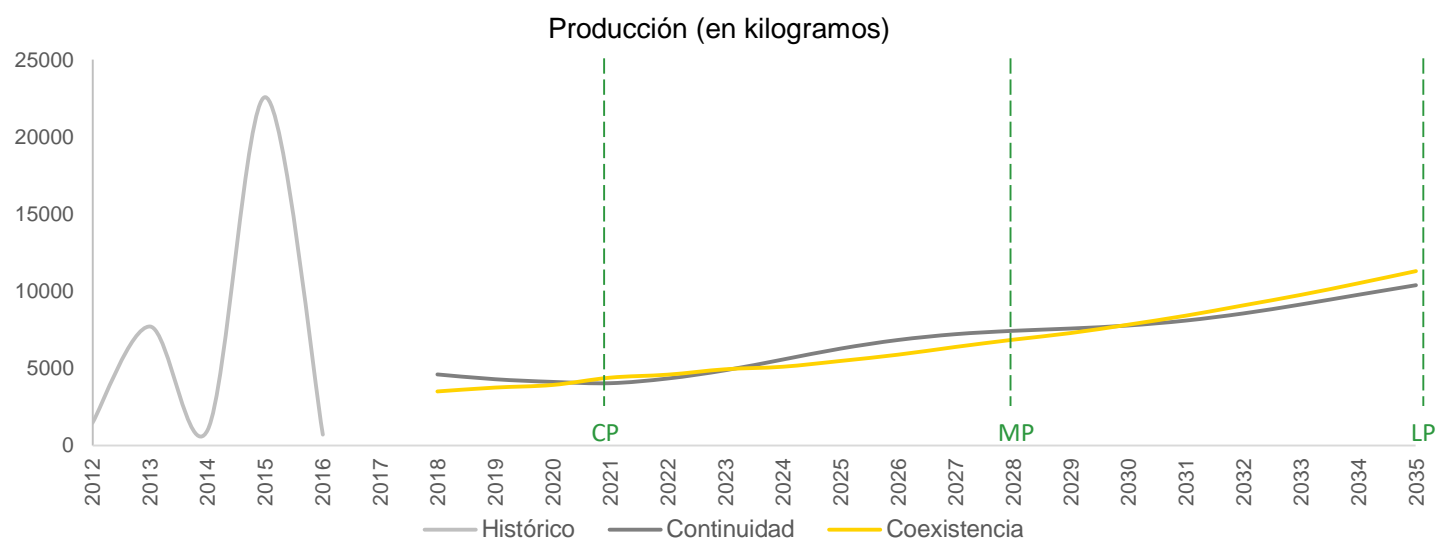
Febrero, 2035

“La mejor forma de predecir el futuro es crearlo”

Peter Drucker

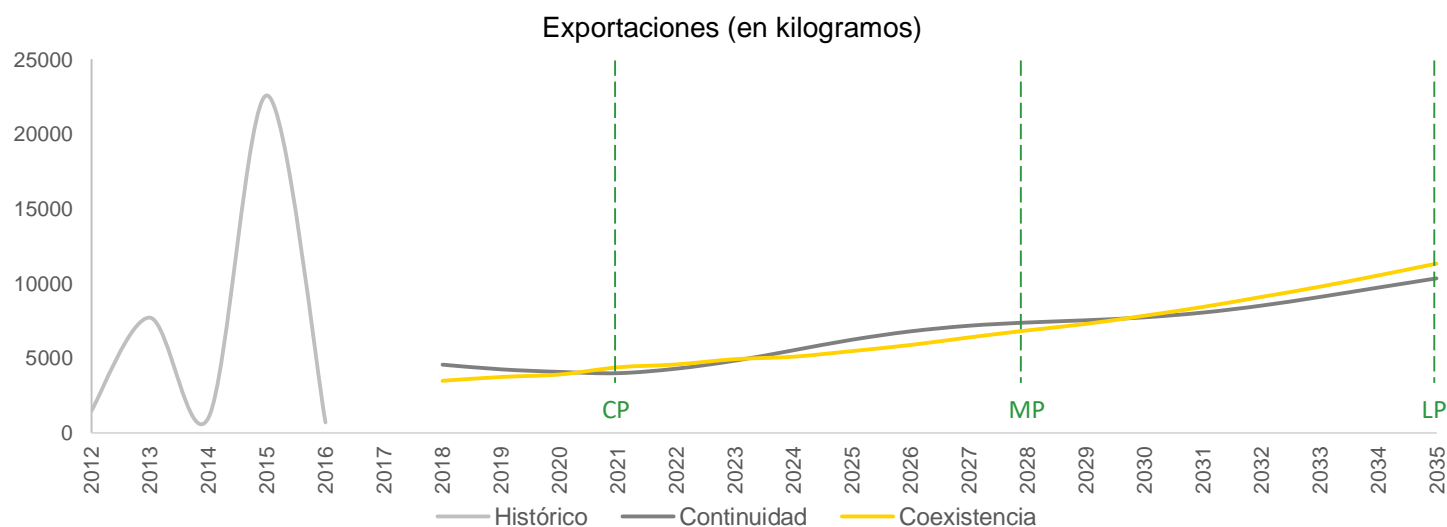
Colombia comprende que la riqueza está en aquello que nos complementa y que la minería responsable con el medio ambiente, las comunidades y con otras actividades que utilicen el suelo, es un instrumento de prosperidad. El equilibrio entre el impulso Estatal, una comunidad constructiva, activa y participante, y una minería apalancada en el conocimiento de su potencial, le permitieron a Colombia avanzar en espirales ascendentes de creación de valor compartido.

Modelo de oferta



La producción y las exportaciones de Coltán en el escenario de coexistencia fueron sensibilizadas a partir de las proyecciones del PIB de Minas y Canteras suministrado por la UPME. A corto plazo (CP), mediano plazo (MP) y largo plazo (LP) las proyecciones de producción y exportaciones presentan un comportamiento más o menos estable, en ambos casos con tendencia al alza (con las consideraciones sobre calidad de data expresada)

Modelo de demanda



Escenario 2. Coexistencia**Impacto de las fuerzas para el escenario**

Posición estatal ante
recursos mineros y
ambientales
(Un Estado activo)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Coltán en Colombia.



Gobernanza y
Gobernabilidad
(Un Estado confiable)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Coltán en Colombia.



Grupos sociales
(Un ciudadano
que exige)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Coltán en Colombia.



Asuntos
ambientales
(Un bien común)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Coltán en Colombia.



Dotación minera y su
conocimiento
(Un conocimiento de todos)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Coltán en Colombia.



Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y
competidores)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Coltán en Colombia.

Escenario 3. Divergencia

Colombia 2035: Divergencia

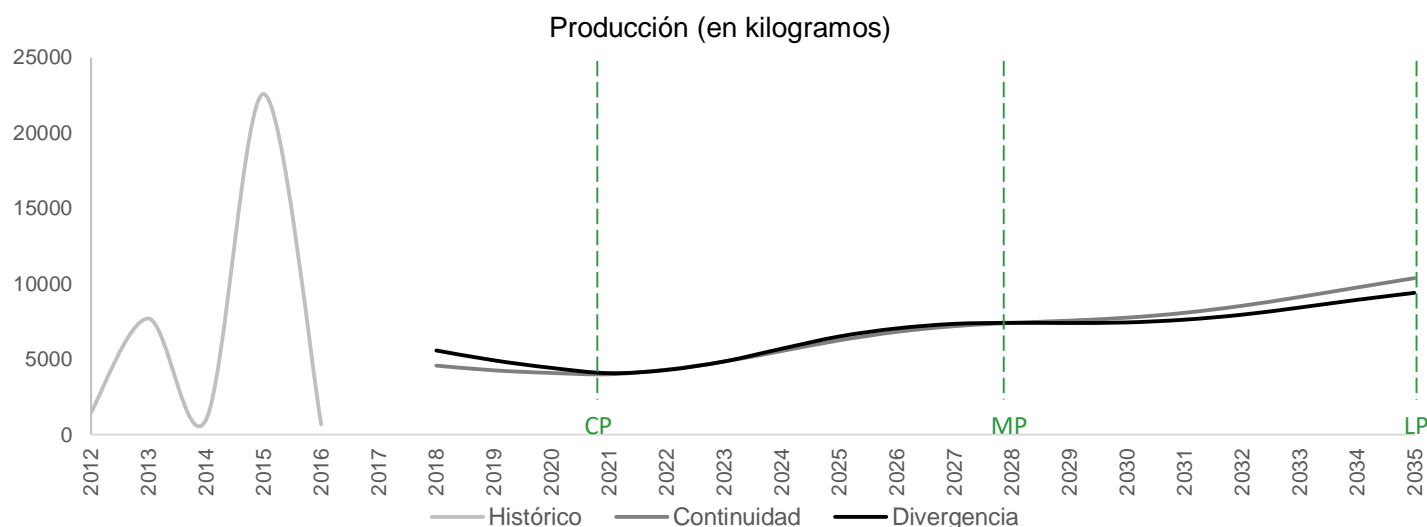
Febrero, 2035

“Si el ritmo de cambio de afuera excede el ritmo de cambio al interior, el fin esta cerca ”

Jack Welch

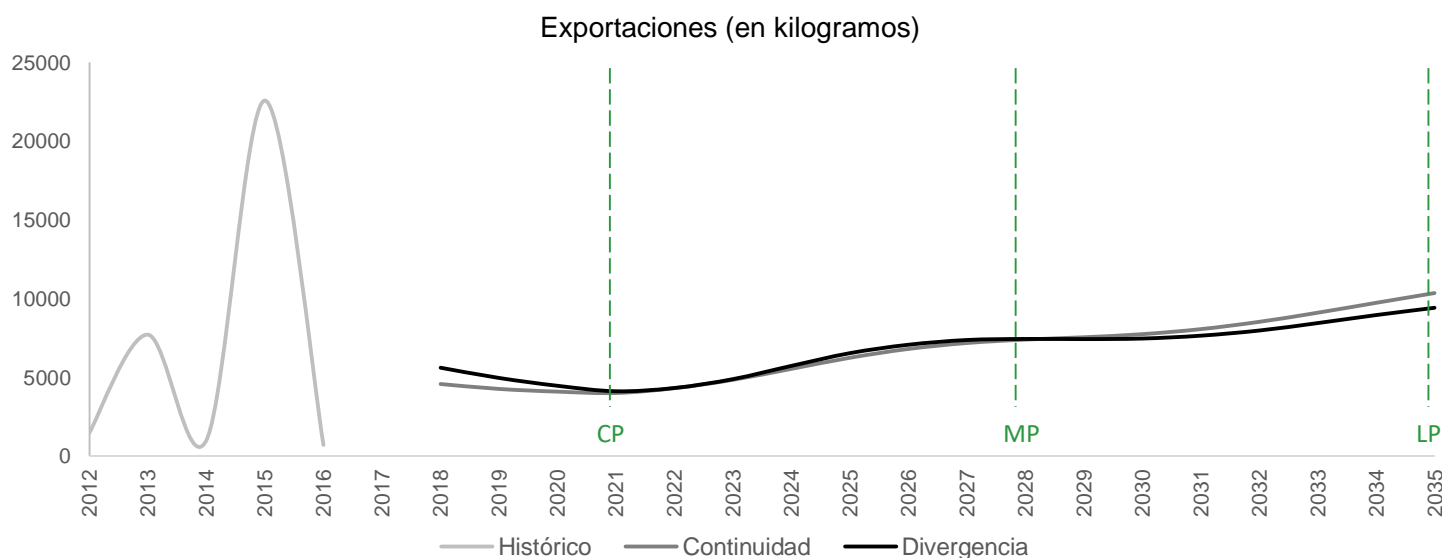
La perspectiva de futuro donde la actividad minería era boyante y aportaba los recursos necesarios para apalancar el progreso del País, se disolvió entre actores de integridad cuestionable y el aire insalubre que ahoga al mundo. Fracasaron los esfuerzos en pro del desarrollo sostenible y se materializa la distopía. Algunos piensan que perdieron los mineros, pero la verdad es que todos perdimos un poco... o todo.

Modelo de oferta



La producción y las exportaciones de Coltán en el escenario de divergencia fueron sensibilizadas a partir de las proyecciones del PIB de Minas y Canteras suministrado por la UPME. A corto plazo (CP), mediano plazo (MP) y largo plazo (LP) las proyecciones de producción y exportaciones presentan un comportamiento más o menos estable, en ambos casos con tendencia al alza (con las consideraciones sobre calidad de data expresada)

Modelo de demanda



Escenario 3. Divergencia**Impacto de las fuerzas para el escenario**

Posición estatal ante
recursos mineros y
ambientales
(Un Estado activo)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Coltán en Colombia.



Gobernanza y
Gobernabilidad
(Un Estado confiable)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Coltán en Colombia.



Grupos sociales
(Un ciudadano
que exige)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Coltán en Colombia.



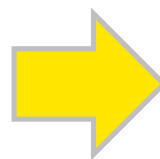
Asuntos
ambientales
(Un bien común)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Coltán en Colombia.



Dotación minera y su
conocimiento
(Un conocimiento de todos)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Coltán en Colombia.



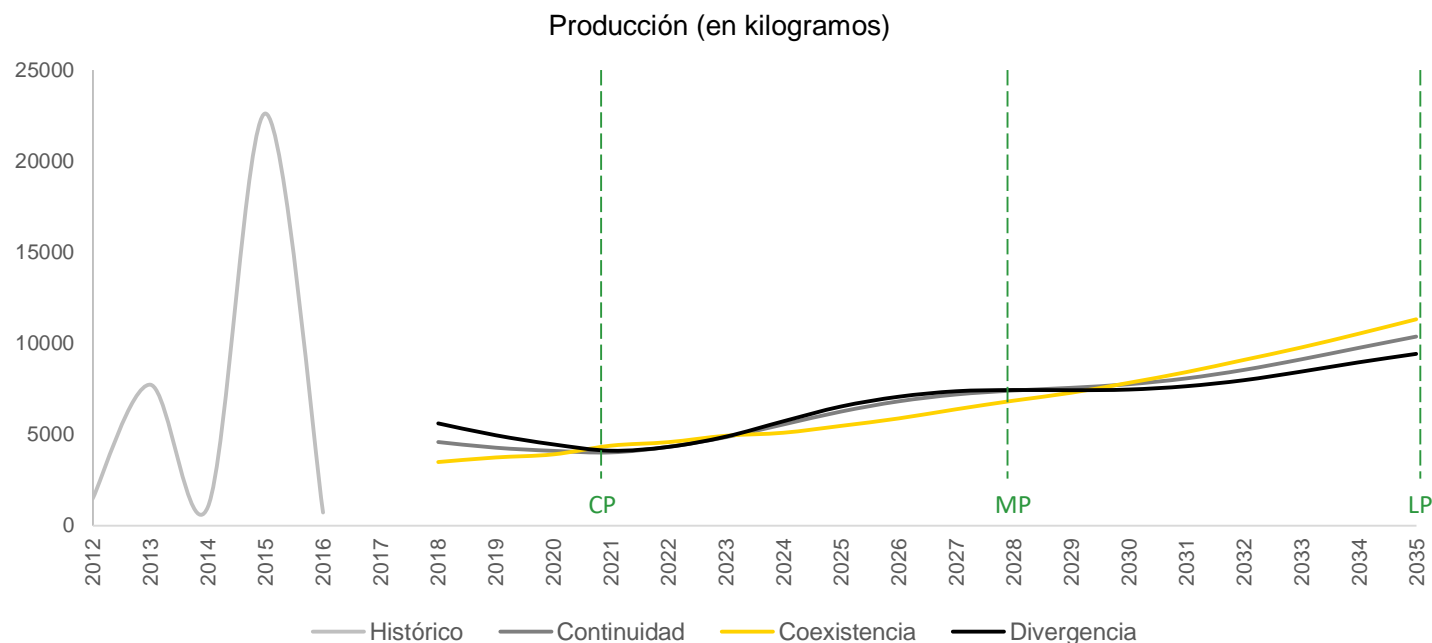
Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y
competidores)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Coltán en Colombia.

Síntesis

Modelo de oferta



Cifras proyección de la producción (cifras en kilogramos) – Tabla 1/2

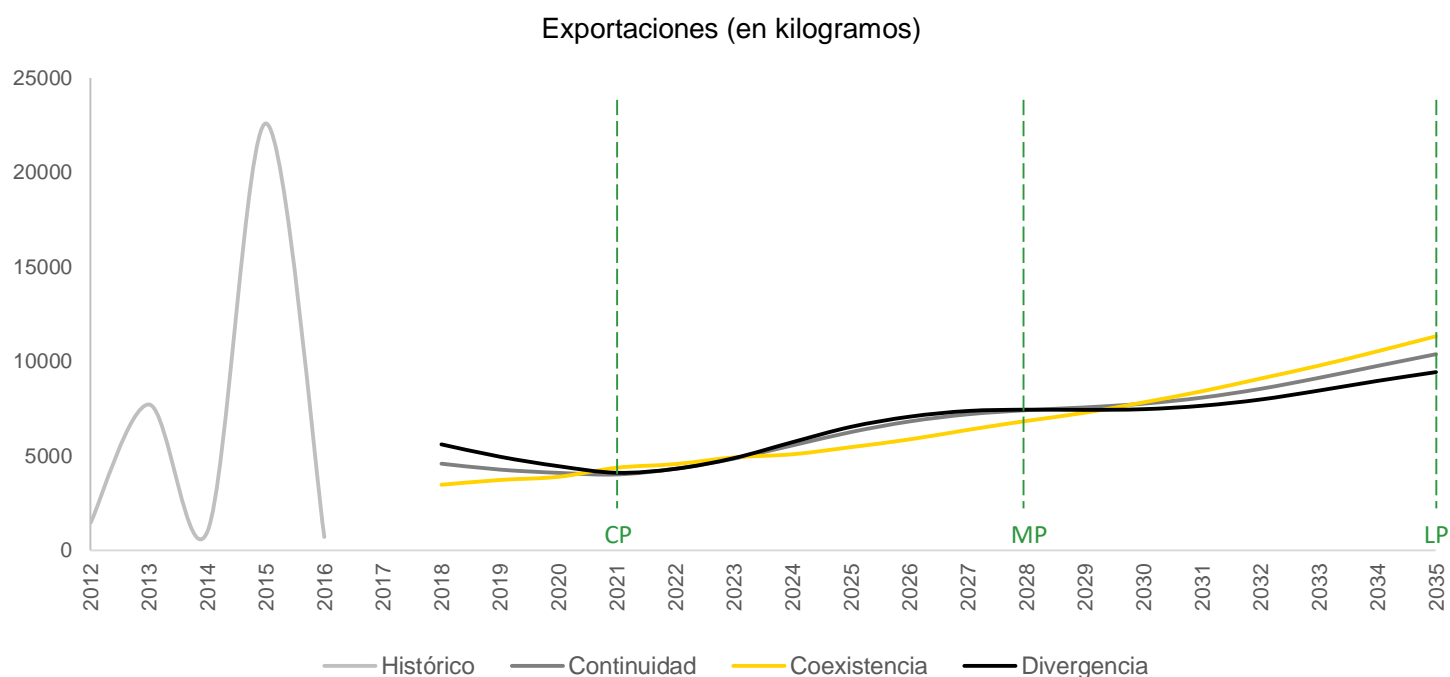
Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	3728.793	3897.371	4376.172	4569.564	4920.829	5085.477	5461.697	5870.536
Continuidad	4277.015	4105.255	4020.039	4323.457	4856.050	5552.170	6257.716	6817.758
Divergencia	4955.090	4455.605	4106.365	4315.821	4879.757	5723.911	6533.892	7069.546

Cifras proyección de la producción (cifras en kilogramos) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	6373.843	6846.694	7279.825	7825.439	8412.509	9081.490	9766.225	10522.201	11314.020
Continuidad	7194.272	7411.424	7559.803	7755.626	8074.308	8538.281	9118.600	9746.668	10366.526
Divergencia	7371.212	7440.332	7428.672	7465.402	7647.173	7975.631	8448.859	8959.580	9423.785

Síntesis

Modelo de demanda



Cifras proyección de exportaciones (cifras en kilogramos) – Tabla 1/2

Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	3728.794	3897.372	4376.172	4569.564	4920.829	5085.477	5461.696	5870.536
Continuidad	4277.015	4105.255	4020.039	4323.457	4856.050	5552.170	6257.716	6817.758
Divergencia	4955.090	4455.605	4106.365	4315.821	4879.757	5723.911	6533.892	7069.546

Cifras proyección de exportaciones (cifras en kilogramos) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	6373.843	6846.694	7279.825	7825.439	8412.509	9081.490	9766.225	10522.201	11314.020
Continuidad	7194.272	7411.424	7559.803	7755.626	8074.308	8538.281	9118.600	9746.668	10366.526
Divergencia	7371.212	7440.332	7428.672	7465.402	7647.173	7975.631	8448.859	8959.580	9423.785

Estaño



Escenario 1. Continuidad

Colombia 2035: Continuidad

Febrero, 2035

“Solamente aquel que construye el futuro tiene derecho a juzgar el pasado.”

Friedrich Nietzsche

Las expectativas prometían cambios radicales que impulsarían al Estado hacia una sólida visión; sin embargo, al llegar el 2035, las amenazas no materializadas y las oportunidades no aprovechadas en el sector minero, son las que determinan su realidad. El País es administrado a través de entidades públicas que siguen sin lograr una óptima sincronización, lo que lleva a que en ocasiones las reglas de juego no sean claras y justas para todos.

Premisas modelo de continuidad

El comportamiento histórico de la oferta y la demanda del mineral incluye o muestra el efecto que el estado de las fuerzas motoras han tenido a la fecha sobre el mineral. Por ejemplo los niveles de producción históricos de un mineral acogen el efecto de las fuerzas motoras, si los grupos sociales han tenido un impacto negativo, para un mineral en particular, que ha ocasionado una parada en la producción, este efecto estará representado en la serie histórica como una disminución en la producción en el periodo asociado a dicho evento.

Teniendo en cuenta lo anterior, y considerando que el escenario de continuidad establece que las fuerzas y el comportamiento actual siguen la misma tendencia actual, los modelos de demanda y oferta para este escenario sólo se basan en los modelos matemáticos de proyección de series futuras.

Dichos modelos matemáticos se basan solamente en la información histórica disponible para cada mineral, razón por la cual la proyección va a seguir un comportamiento parecido a la series históricas utilizadas. Lo anterior significa que si en la serie histórica se tienen pendientes positivas fuertes seguidas de pendientes negativas, la proyección también las va a tener. Así mismo, si la información histórica en su mayoría se mantiene en un rango de valores determinado, el modelo va a tender a estar alrededor de ese rango de valores.

Adicional, dependiendo de la cantidad de datos históricos que se tengan, se va a ver influenciado la precisión del modelo. Entre mayor sea el tiempo de la proyección, más datos se van a requerir para hacer la proyección, y menos preciso va a ser.

Los casos donde no se realizaron algunas proyecciones, ya sea de producción, importaciones, consumo intermedio o exportaciones es porque: 1) No existen datos: en la información del BOU las cifras son cero. 2) Los datos son marginales: cuando la magnitud de los datos no proporciona una gráfica que ofrezca información adecuada para análisis (dado que, en escala, el contraste con respecto a los otros datos disponibles los hace irrelevante).

Nota: No se identifican proyectos que actualmente se encuentren en fase de exploración/explotación del mineral. Las proyecciones se realizan con información suministrada por el DANE por solicitud de la UPME.

Escenario 1. Continuidad

Modelo de proyección de oferta y demanda para Estaño

Para la construcción del modelo para la proyección de oferta y demanda de Estaño, se consideraron las mismas variables que corresponden al análisis de Balance Oferta / Utilización, es decir, las mismas empleadas por el DANE en el Sistema de Cuentas Nacionales, en el capítulo de Bienes y Servicios, y que están relacionadas con el entregable Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016 realizado en el marco del proyecto.

Para las realizar las proyecciones se utilizaron las fuentes de datos que se describen a continuación, con las respectivas series de datos que se indican al lado de cada una, tanto para oferta como para demanda. El esquema de la información que se presenta a continuación es:

[Tipo de dato]	[fuente]	(serie de tiempo)
Consumo Intermedio	DANE	(2012 - 2016)

Series de datos relativos a OFERTA

- Producción - DANE (2012 - 2016)
- Producción - ANM (2012 - 2016)
- Importaciones - DANE (2012 - 2016)
- Regalías - ANM (2014 - 2016)
- Importaciones de Estaño en Colombia – BMI Research (2001 – 2016)
- Producción global de Estaño – FitchSolutions (2017 – 2027)
- Producción global de Estaño – EMIS (2005 – 2027)
- Reservas globales de Estaño - EMIS (2005 – 2027)
- Precio Estaño – Metalary (1980 – 2018)
- Precio Estaño Ajustado por Inflación – Metalary (1980 – 2018)
- Reservas globales de Estaño – CRU (2008 – 2017)
- Producción global de Estaño – CRU (2008 – 2035)
- Precio Estaño LME Cash 2017 - CRU (2008 – 2035)
- Precio Estaño LME Cash - CRU (2008 – 2035)

Series de datos relativos a DEMANDA

- Consumo Intermedio - DANE (2012- 2016)
- Variación Existencias - DANE (2012 - 2016)
- Exportaciones - DANE (2012 - 2016)
- Consumo de Estaño en Colombia – BMI Research (2001 – 2027)
- Consumo Global de Estaño - Fitch Solutions (2017 – 2027)
- Inventarios Globales - Fitch Solutions (2017 – 2027)
- Precio del Estaño - Fitch Solutions (2018 – 2022)
- Consumo Global de Estaño – EMIS (2005 – 2027)
- Inventarios Globales de Estaño – EMIS (2005 – 2027)
- Precio del Estaño – EMIS (2005 – 2027)
- Demanda mundial de estaño – CRU (2008 – 2035)
- PIB Minerales Minas y Canteras Base – UPME (2005 – 2035)
- PIB Minerales Minas y Canteras Optimista – UPME (2005 – 2035)
- PIB Minerales Minas y Canteras Pesimista – UPME (2005 – 2035)

Escenario 1. Continuidad**Variables modelo de continuidad**

Para la construcción del modelo, se consideraron específicamente las variables que se enuncian a continuación, dado que el índice de correlación de mayor de 0,4 como valor absoluto:

Producción: <ul style="list-style-type: none"> • Producción DANE • PIB Minerales Minas y Canteras 	Exportaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Exportaciones DANE • PIB Minerales Minas y Canteras
--	--

Los modelos requieren de su misma serie para “aprender” su comportamiento histórico y su relación con las otras variables utilizadas. Por lo anterior es que para el modelo de oferta (producción, importaciones) una de las variables utilizadas es la serie histórica de producción/importaciones y para el modelo de demanda (exportaciones, consumo intermedio) una de las variables utilizadas es la serie de exportaciones/ consumo intermedio.

En los modelos de oferta y/o demanda también se incluyeron variables como: el PIB de minas y canteras, que es una representación de los esfuerzos por mejorar el sector, ya sea que estos esfuerzos provengan desde el gobierno, desde la inversión privada en el sector de minas o dado por el comportamiento del mercado de la canasta de minerales con la que cuenta el país. De igual forma, se incluyeron las variables de asociadas con el mercado del mineral.

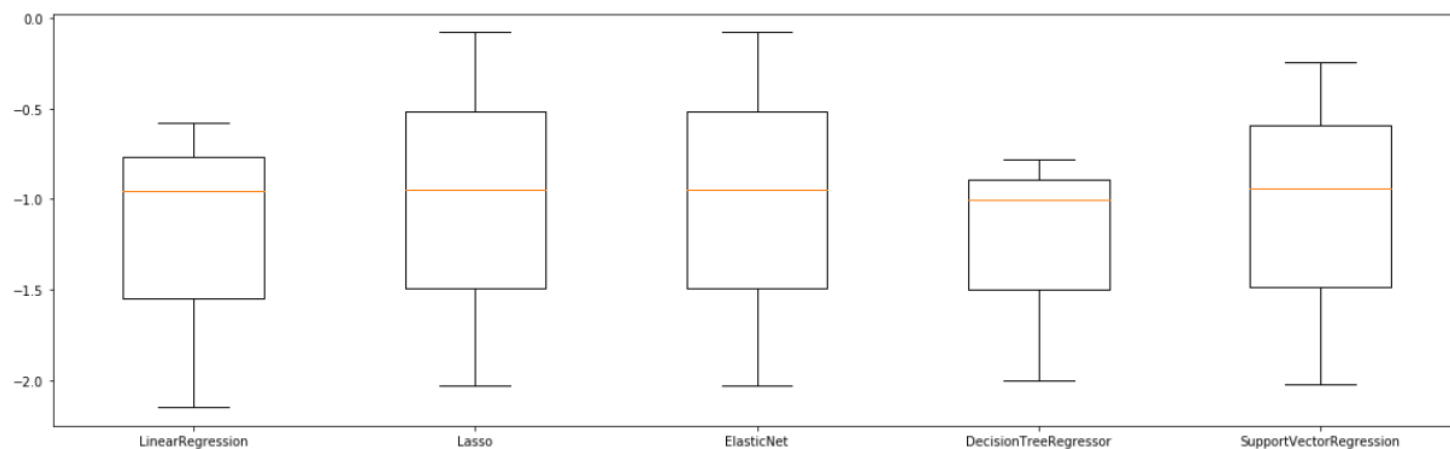
Las proyecciones se realizaron a partir de 5 técnicas diferentes de Machine Learning con el fin de evaluar cuál de ellas se adapta mejor a los datos históricos que permiten el entrenamiento de los modelos. Adicionalmente, se implementaron técnicas de entrenamiento cruzado de modelos para aprovechar al máximo los datos de entrenamiento (series históricas). Como resultado del entrenamiento cruzado de los modelos, se obtienen diferentes métricas del error (Ej. MSE, RMSE, R^2 , AAE) las cuales son evaluadas con el fin de seleccionar el modelo que de un mejor ajuste hacia los datos.

La siguiente gráfica muestra el MSE obtenido para los 5 modelos en el entrenamiento cruzado, en ella se puede ver que todos los modelos tienen MSE similares lo cual indica que son candidatos para realizar la proyección.

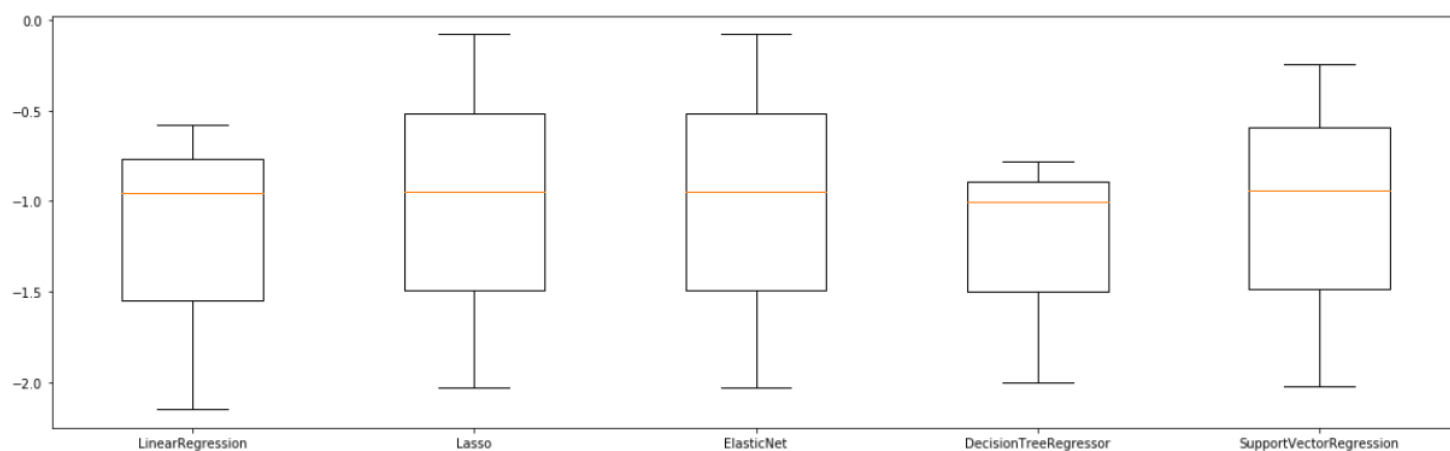
En cada uno de los gráficos se presenta una línea que indica el estado de las proyecciones a corto plazo (CP), calculado a 2021, mediano plazo (MP) calculado a 2028 y largo plazo (LP) calculado a 2035.

Escenario 1. Continuidad

Producción



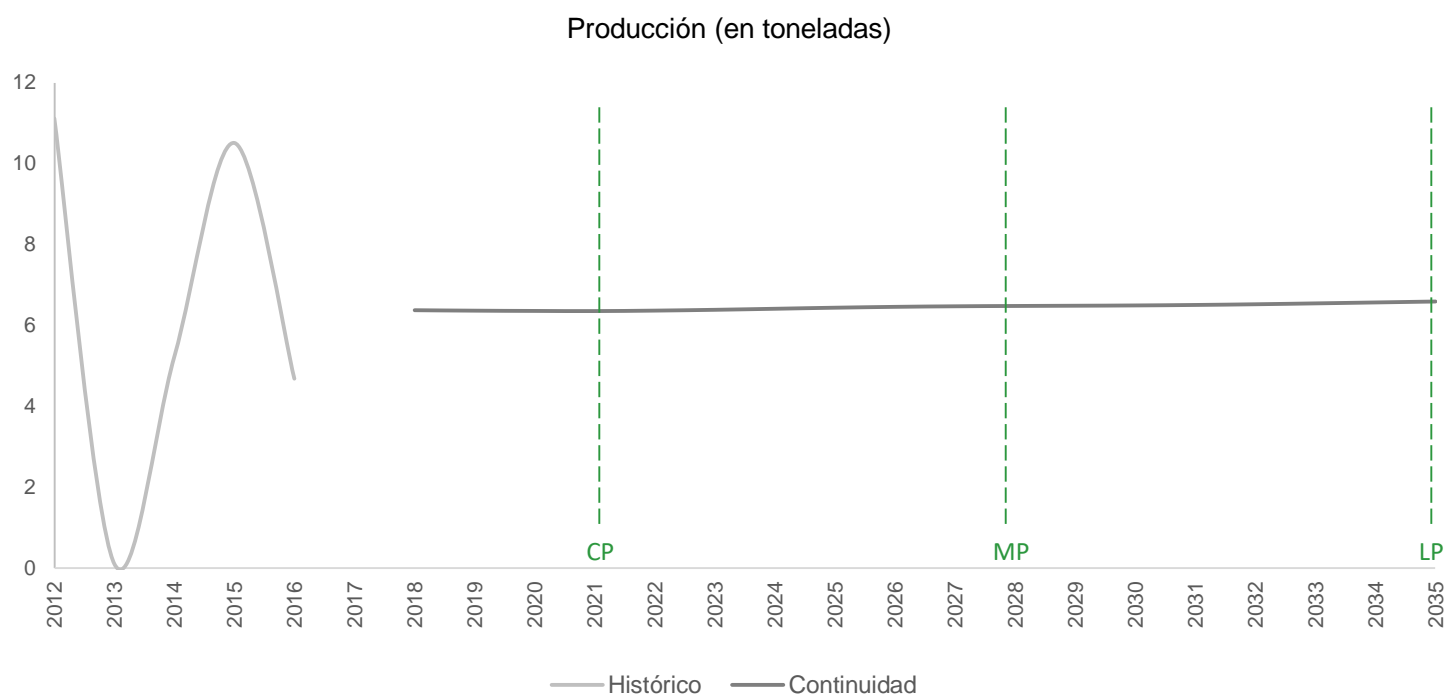
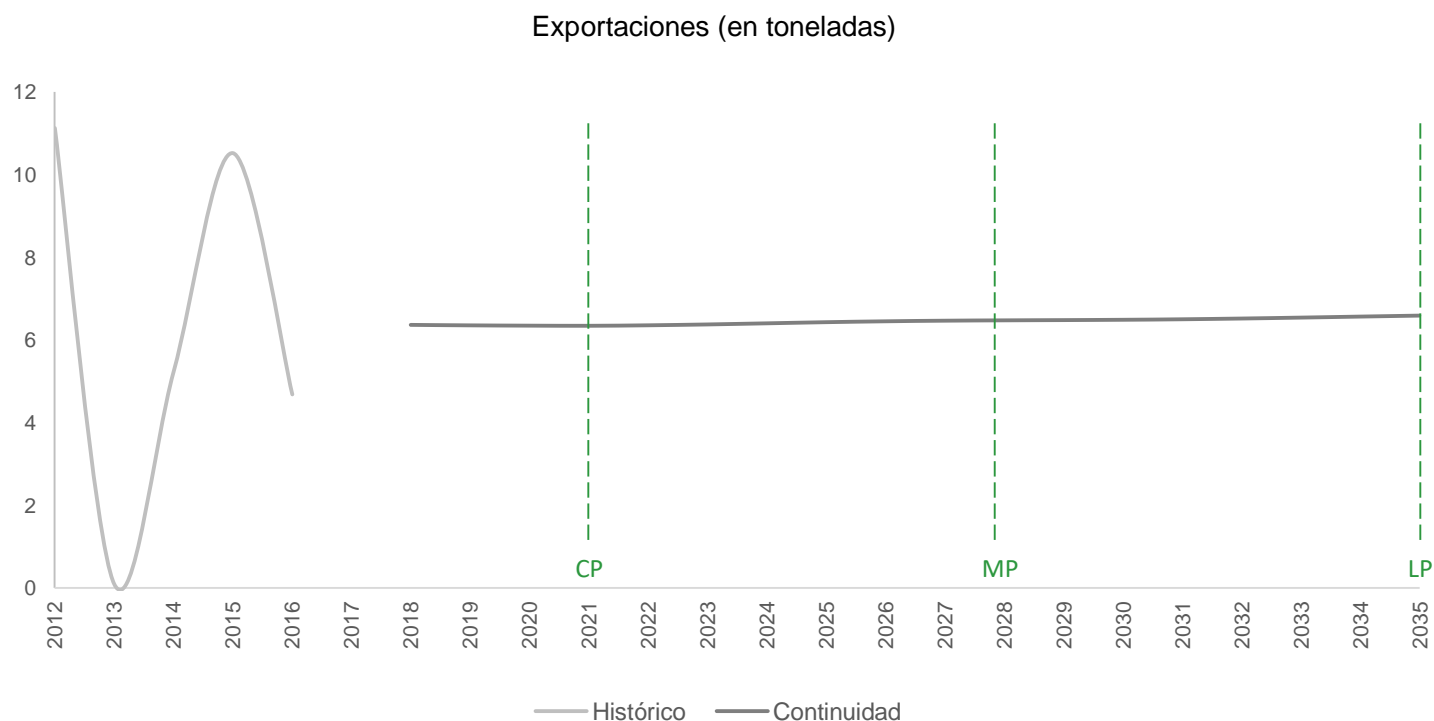
Exportaciones



Se selecciona para el modelo de producción la proyección resultante de la regresión de Soporte Vectorial y para el modelo de exportaciones el de regresión lineal dado que:

- En ambos casos la regresión seleccionada, de acuerdo a las métricas de error, es un candidato para las proyecciones.
- Los resultados de la regresión de Soporte Vectorial, para producción, y de regresión Lineal, para exportaciones, son los que mejor capturan la tendencia que se espera tenga la producción y exportación de Estaño

Las medidas de error se presentan en los anexos asociados al mineral (ver anexo N)

Escenario 1. Continuidad**Modelo de oferta****Modelo de demanda**

Estado actual del mineral**Premisas para el análisis del Estaño:**

En el RUCOM, a 2017 había publicados 3 títulos mineros asociados a Estaño, todos ubicados en el municipio de Magüí Payán – Nariño. Según la Agencia Nacional de Minería a 2017 las reservas de Estaño en el país están valoradas en \$6.67 Millones de pesos.

La producción es el único componente de la oferta para el periodo 2012 – 2016. Se resaltan las altas variaciones que presenta la producción, en particular en el 2013. en donde la caída fue de más del 11.000%, con una recuperación en el año siguiente de más del 5.200%.

El componente predominante en la utilización son las exportaciones. Sin embargo, según la información suministrada por el DANE, las exportaciones de este mineral identificadas, pueden estar asociadas a materiales/productos que contienen este mineral o materiales/productos que se encuentran asociados en las mismas partidas arancelarias relacionadas con el mineral.

Lo anterior significa, que dichas exportaciones pueden no estar relacionadas con la exportación del mineral en sí, si no con otro tipo de productos/ materiales. Y por ende, la información de producción también se encontraría afectada por la misma situación que las exportaciones.

Según la información suministrada por el DANE, la importación de minerales de estaño y sus concentrados con subpartida arancelaria 2609000000 (Minerales metalíferos, escorias y cenizas- Minerales de estaño y sus concentrados), presenta una cantidad pequeña en el tiempo ya que las empresas que reportan este mineral solo registran en los años 2012-2013 y 2014 y no son constantes en la serie.

Al respecto, es importante resaltar que las importaciones del mineral de estaño en el periodo analizado fue de 0%, mientras que el estaño en bruto participó con el 100%.

Por otra parte, las cantidades consumidas de minerales de estaño y sus concentrados en Colombia durante el periodo analizado, no registran información en la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) realizada por el DANE, y el mercado interno no se utiliza el mineral de estaño para realizar consumo.

Las exportaciones de la Minerales de estaño y sus concentrados con una subpartida arancelaria 2609000000 se obtienen de los registros de la DIAN. En tal medida, según las estimaciones de dicha Entidad, cabe resaltar que la DIAN tiene en cuenta en la exportación (minerales metalíferos, escorias y cenizas y minerales de estaño y sus concentrados.) para la exportación de minerales de estaño. Las exportaciones del mineral de estaño y sus concentrados participa con un 95% y estaño en bruto con un 5%.

La empresa que mas exporta este mineral es Rock Minerales, este tiene matricula cancelada en el 2016 y con CIU 4 4662 (Comercio al por mayor de metales y productos metalíferos), sin embargo, no se reporta en la EAM. Por otra parte, Aurora Pacific S.A.S. tiene matricula activa último año de renovación 2013 y CIU 0722.

Como se observó en las gráficas anteriores, que corresponden al escenario de continuidad (en cual es proyectado a partir de información la histórica disponible) a corto plazo (CP), mediano plazo (MP) y largo plazo (LP) las proyecciones de producción y exportaciones presentan un comportamiento más o menos estable. Es importante resaltar que este resultado se produce con las series de datos disponibles al cierre del presente informe, pero que es susceptible de fortalecerse a medida que se vayan agregando nuevos datos o información relacionada con el mineral.

Consideraciones escenarios

Para los resultados que se presentaran a continuación, su análisis y uso, se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:



- La precisión de las proyecciones realizadas dependen de la cantidad y calidad de la información suministrada por el modelo.
- Para este mineral la información disponible corresponde a sólo cinco años de historia, razón por la cual los resultados a 17 años en el futuro se ven afectados en precisión.
- El DANE, en el marco del proyecto Cuenta Satélite Minera, reportó información asociada a la producción de este mineral.
- Dicha producción reportada por el DANE, se puede encontrar asociada a las relaciones que se definieron en el marco del proyecto Cuenta Satélite Minera para cerrar el balance Oferta Utilización (La oferta debe ser igual a la utilización, relacionando que las exportaciones sean igual a la producción)
- Las exportaciones de este mineral identificadas en el proyecto anteriormente mencionado, pueden estar asociadas a materiales/productos que contienen este mineral o materiales/productos que se encuentran asociados en las mismas partidas arancelarias relacionadas con el mineral.
- Lo anterior significa, que dichas exportaciones pueden no estar relacionadas con la exportación del mineral en sí, si no con otro tipo de productos/ materiales. Y por ende, la información de producción también se encontraría afectada por la misma situación que las exportaciones.
- Con el fin de presentar la variación de las proyecciones en los diferentes escenarios, la producción, y por ende las exportaciones, fueron afectadas en función del PIB de Minas y Canteras (base, optimista y pesimista), dado que esta variable agrupa el rendimiento del sector minero en el país.

Adicional, para estas variables (producción y exportaciones) no se incorporaron hitos, por lo cual sus resultados se muestran solamente en la última sección “Síntesis”. Lo anterior debido a que:

- No se identifican proyectos que actualmente se encuentren en fase de exploración/explotación del mineral.
- Si no hay proyectos identificados actualmente, es muy poco probable que en el periodo de estudio (17 años) se desarrolle un proyecto de explotación que aporte en producción al país.
- Lo anterior teniendo en cuenta los tiempos de desarrollo que requiere un proyecto minero para que inicie su proceso de explotación. Tiempo aproximado: 11 años de exploración, 3-5 años de construcción y montaje, 2-4 años de obtención de documentación legal –títulos, licencias, consultas previas, etc.

Nota: No se identifican proyectos que actualmente se encuentren en fase de exploración/explotación del mineral. Las proyecciones se realizan con información suministrada por el DANE por solicitud de la UPME.

Escenario 2. Coexistencia

Colombia 2035: Coexistencia

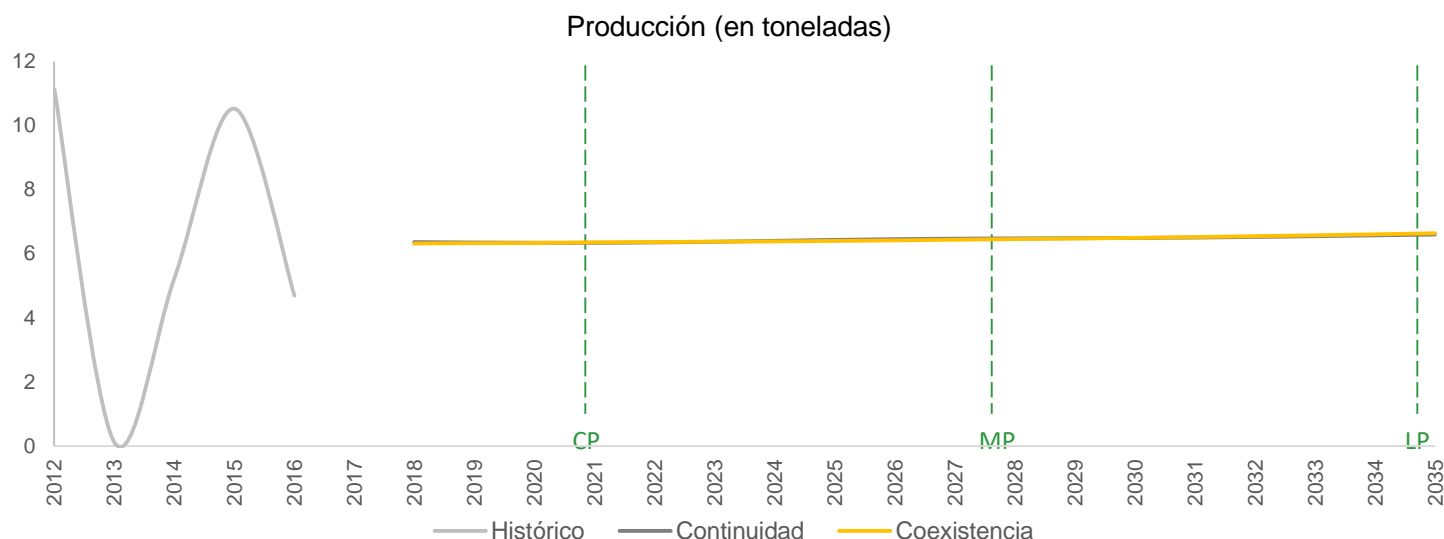
Febrero, 2035

“La mejor forma de predecir el futuro es crearlo”

Peter Drucker

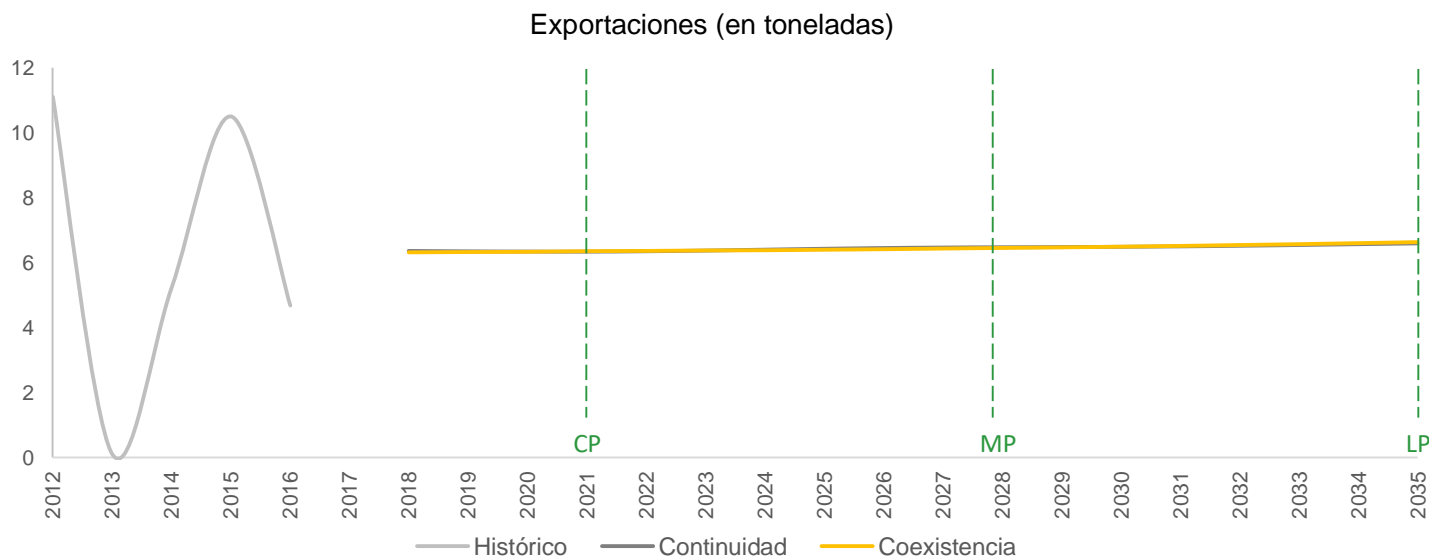
Colombia comprende que la riqueza está en aquello que nos complementa y que la minería responsable con el medio ambiente, las comunidades y con otras actividades que utilicen el suelo, es un instrumento de prosperidad. El equilibrio entre el impulso Estatal, una comunidad constructiva, activa y participante, y una minería apalancada en el conocimiento de su potencial, le permitieron a Colombia avanzar en espirales ascendentes de creación de valor compartido.

Modelo de oferta



La producción y las exportaciones de Estaño en el escenario de coexistencia fueron sensibilizadas a partir de las proyecciones del PIB de Minas y Canteras suministrado por la UPME. A corto plazo (CP), mediano plazo (MP) y largo plazo (LP) las proyecciones de producción y exportaciones presentan un comportamiento más o menos estable, (con las consideraciones sobre calidad de data expresada)

Modelo de demanda



Escenario 2. Coexistencia**Impacto de las fuerzas para el escenario**

Posición estatal ante
recursos mineros y
ambientales
(Un Estado activo)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Estaño en Colombia.



Gobernanza y
Gobernabilidad
(Un Estado confiable)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Estaño en Colombia.



Grupos sociales
(Un ciudadano
que exige)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Estaño en Colombia.



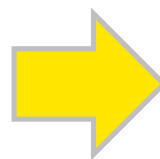
Asuntos
ambientales
(Un bien común)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Estaño en Colombia.



Dotación minera y su
conocimiento
(Un conocimiento de todos)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Estaño en Colombia.



Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y
competidores)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Estaño en Colombia.

Escenario 3. Divergencia

Colombia 2035: Divergencia

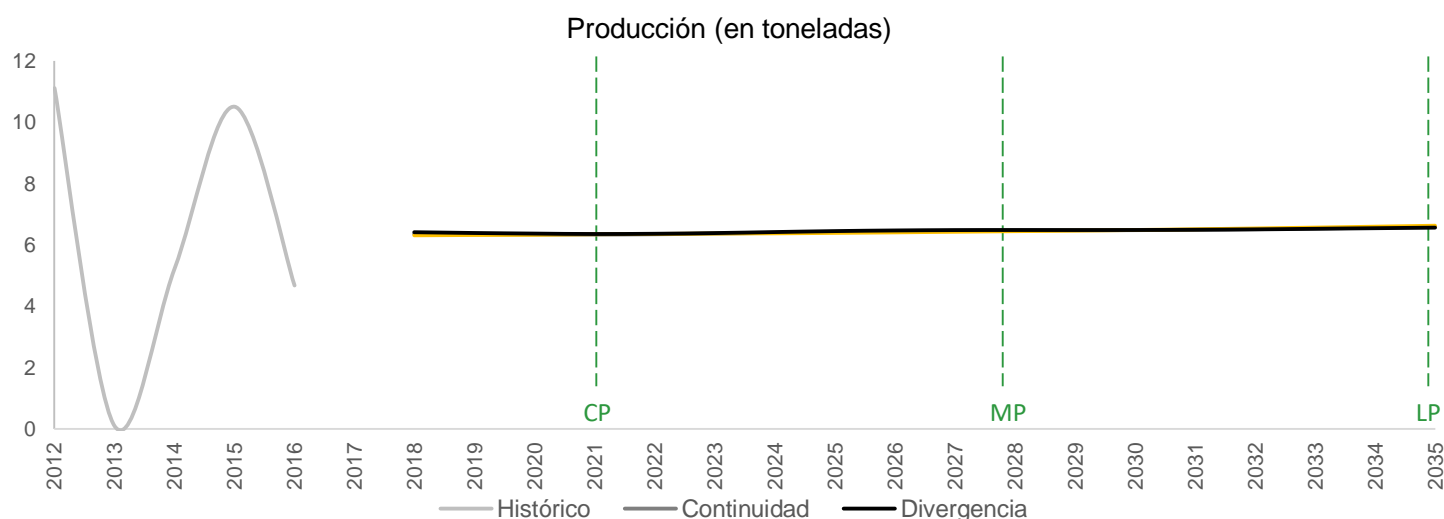
Febrero, 2035

“Si el ritmo de cambio de afuera excede el ritmo de cambio al interior, el fin esta cerca ”

Jack Welch

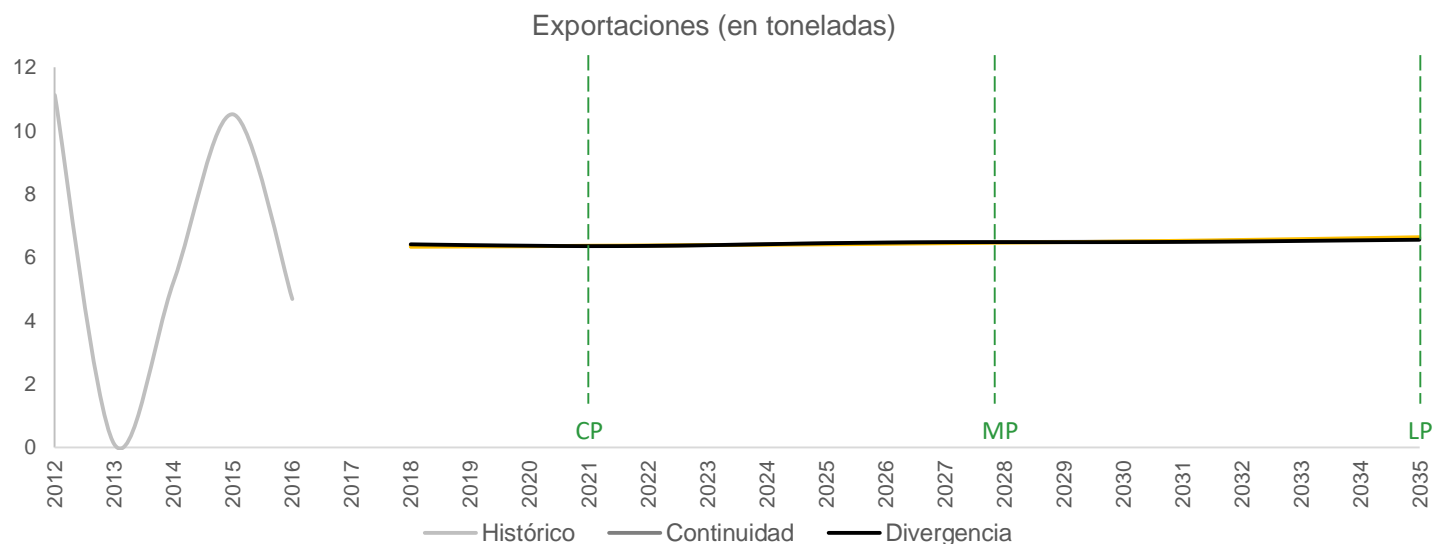
La perspectiva de futuro donde la actividad minería era boyante y aportaba los recursos necesarios para apalancar el progreso del País, se disolvió entre actores de integridad cuestionable y el aire insalubre que ahoga al mundo. Fracasaron los esfuerzos en pro del desarrollo sostenible y se materializa la distopía. Algunos piensan que perdieron los mineros, pero la verdad es que todos perdimos un poco... o todo.

Modelo de oferta



La producción y las exportaciones de Estaño en el escenario de divergencia fueron sensibilizadas a partir de las proyecciones del PIB de Minas y Canteras suministrado por la UPME. A corto plazo (CP), mediano plazo (MP) y largo plazo (LP) las proyecciones de producción y exportaciones presentan un comportamiento más o menos estable, (con las consideraciones sobre calidad de data expresada)

Modelo de demanda



Escenario 3. Divergencia**Impacto de las fuerzas para el escenario**

Posición estatal ante
recursos mineros y
ambientales
(Un Estado activo)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Estaño en Colombia.



Gobernanza y
Gobernabilidad
(Un Estado confiable)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Estaño en Colombia.



Grupos sociales
(Un ciudadano
que exige)



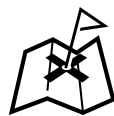
Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Estaño en Colombia.



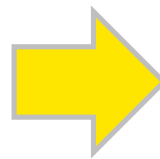
Asuntos
ambientales
(Un bien común)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Estaño en Colombia.



Dotación minera y su
conocimiento
(Un conocimiento de todos)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Estaño en Colombia.



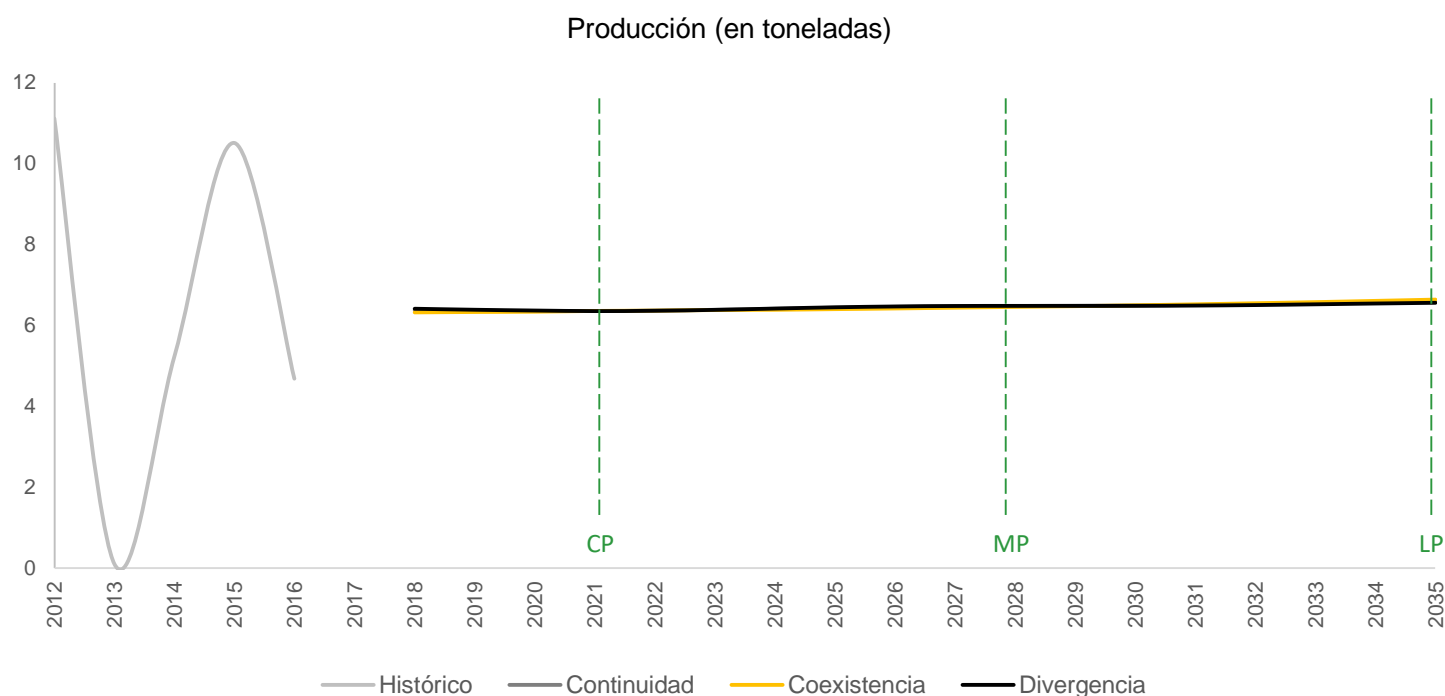
Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y
competidores)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Estaño en Colombia.

Síntesis

Modelo de oferta



Cifras proyección de la producción (cifras en toneladas) – Tabla 1/2

Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	6.33	6.34	6.36	6.36	6.38	6.39	6.40	6.42
Continuidad	6.35	6.35	6.34	6.36	6.38	6.40	6.43	6.45
Divergencia	6.38	6.36	6.35	6.36	6.38	6.41	6.44	6.46

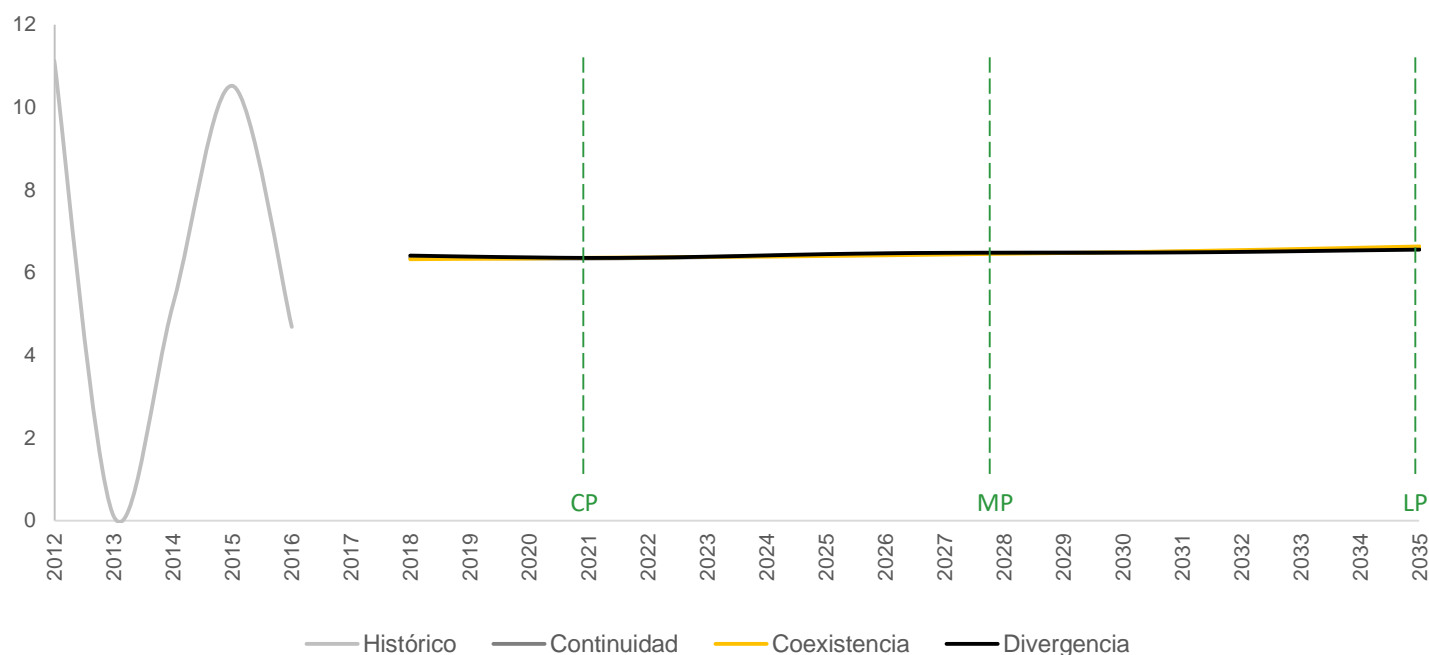
Cifras proyección de la producción (cifras en toneladas) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	6.44	6.45	6.47	6.49	6.52	6.54	6.57	6.60	6.63
Continuidad	6.47	6.48	6.48	6.49	6.50	6.52	6.54	6.57	6.59
Divergencia	6.48	6.48	6.48	6.48	6.49	6.50	6.52	6.54	6.56

Síntesis

Modelo de demanda

Exportaciones (en toneladas)



Cifras proyección de exportaciones (cifras en toneladas) – Tabla 1/2

Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	6.33	6.34	6.36	6.36	6.38	6.39	6.40	6.42
Continuidad	6.35	6.35	6.34	6.36	6.38	6.40	6.43	6.45
Divergencia	6.38	6.36	6.35	6.36	6.38	6.41	6.44	6.46

Cifras proyección de exportaciones (cifras en toneladas) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	6.44	6.45	6.47	6.49	6.52	6.54	6.57	6.60	6.63
Continuidad	6.47	6.48	6.48	6.49	6.50	6.52	6.54	6.57	6.59
Divergencia	6.48	6.48	6.48	6.48	6.49	6.50	6.52	6.54	6.56

Arenas silíceas



Escenario 1. Continuidad**Colombia 2035: Continuidad**

Febrero, 2035

“Solamente aquel que construye el futuro tiene derecho a juzgar el pasado.”

Friedrich Nietzsche

Las expectativas prometían cambios radicales que impulsarían al Estado hacia una sólida visión; sin embargo, al llegar el 2035, las amenazas no materializadas y las oportunidades no aprovechadas en el sector minero, son las que determinan su realidad. El País es administrado a través de entidades públicas que siguen sin lograr una óptima sincronización, lo que lleva a que en ocasiones las reglas de juego no sean claras y justas para todos.

Premisas modelo de continuidad

El comportamiento histórico de la oferta y la demanda del mineral incluye o muestra el efecto que las fuerzas motoras han tenido a la fecha sobre el mineral. Por ejemplo los niveles de producción históricos de un mineral acogen el efecto de las fuerzas motoras, desde la perspectiva de la fuerza de condiciones de mercado, si las condiciones del mercado han sido buenas para un mineral la producción de este históricamente captura un aumento de la producción para dicho periodo. Si adicional a las buenas condiciones de mercado, se tiene que los grupos sociales han tenido un rechazo hacia la explotación de un mineral, y este rechazo ha alcanzado el punto de cierre o parada temporal de una operación, la producción mostrará la correspondiente comportamiento de la producción de dicho mineral.

Teniendo en cuenta lo anterior, y considerando que el escenario de continuidad establece que las fuerzas y el comportamiento actual siguen la misma tendencia actual, los modelos de demanda y oferta para este escenario sólo se basan en los modelos matemáticos de proyección de series futuras.

→ Precisión del modelo determinado por la cantidad de datos históricos disponibles

Los casos donde no se realizaron algunas proyecciones, ya sea de producción, importaciones, consumo intermedio o exportaciones es porque: 1) No existen datos: en la información del BOU las cifras son cero. 2) Los datos son marginales: cuando la magnitud de los datos no proporciona una gráfica que ofrezca información adecuada para análisis (dado que, en escala, el contraste con respecto a los otros datos disponibles los hace irrelevante).

Escenario 1. Continuidad

Modelo de proyección de oferta y demanda para Arenas Silíceas

Para la construcción del modelo para la proyección de oferta y demanda de Arenas Silíceas, se consideraron las mismas variables que corresponden al análisis de Balance Oferta / Utilización, es decir, las mismas empleadas por el DANE en el Sistema de Cuentas Nacionales, en el capítulo de Bienes y Servicios, y que están relacionadas con el entregable Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016 realizado en el marco del proyecto.

Para las realizar las proyecciones se utilizaron las fuentes de datos que se describen a continuación. Es esquema de la información que se presenta a continuación es:

[Tipo de dato]	[fuente]	(serie de tiempo)
Consumo Intermedio	DANE	(2012 - 2016)

Series de datos relativos a OFERTA

- Producción - DANE
- Importaciones - DANE
- Importaciones Arenas Silíceas - DANE
- Títulos Vigentes - ANM

Series de datos relativos a DEMANDA

- Consumo intermedio - DANE
- Exportaciones - DANE
- Exportaciones Arena Silíceas FOB - DANE
- Exportaciones Vidrio - DANE
- PIB Minerales Minas y Canteras Base - UPME
- PIB Minerales Minas y Canteras Optimista - UPME
- PIB Minerales Minas y Canteras Pesimista - UPME
- PIB Minerales Minas y Canteras Alterna - UPME

Escenario 1. Continuidad

Variables modelo de continuidad

Para la construcción del modelo, se consideraron específicamente las variables que se enuncian a continuación, dado que el índice de correlación de mayor de 0,4 como valor absoluto:

Producción	Consumo intermedio
<ul style="list-style-type: none"> Producción – DANE PIB Minerales Minas y Canteras Base (ajustado) – UPME 	<ul style="list-style-type: none"> Consumo intermedio – DANE Exportaciones de vidrio - DANE PIB Minerales Minas y Canteras Base (ajustado) – UPME

El criterio de selección de las variables fue:

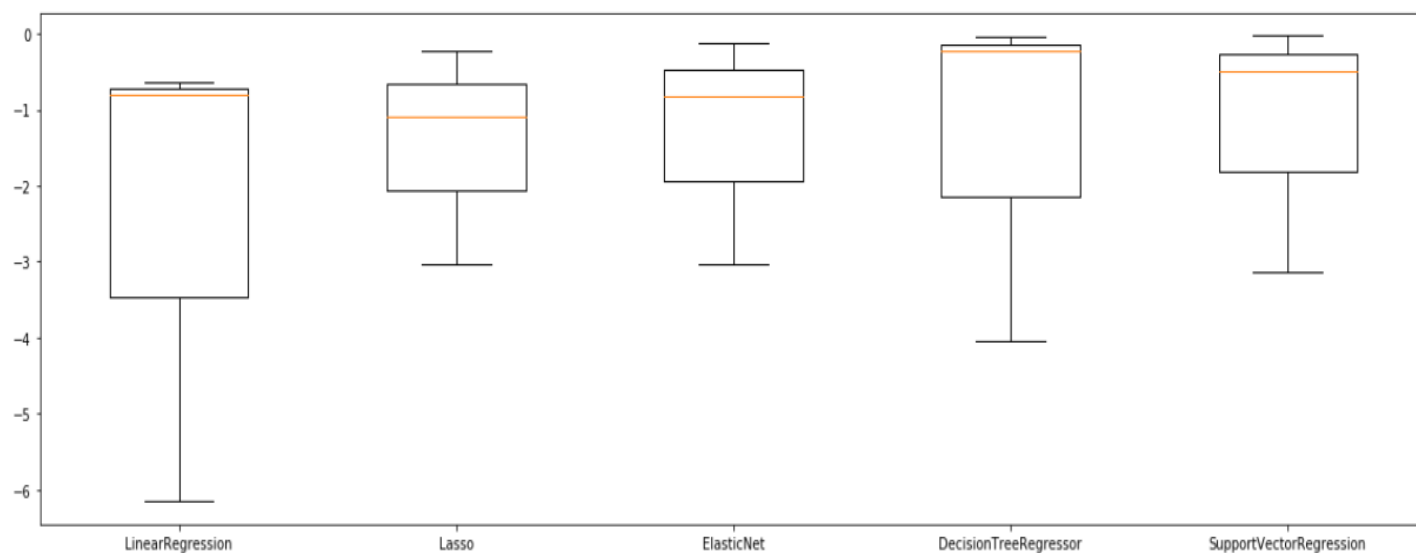
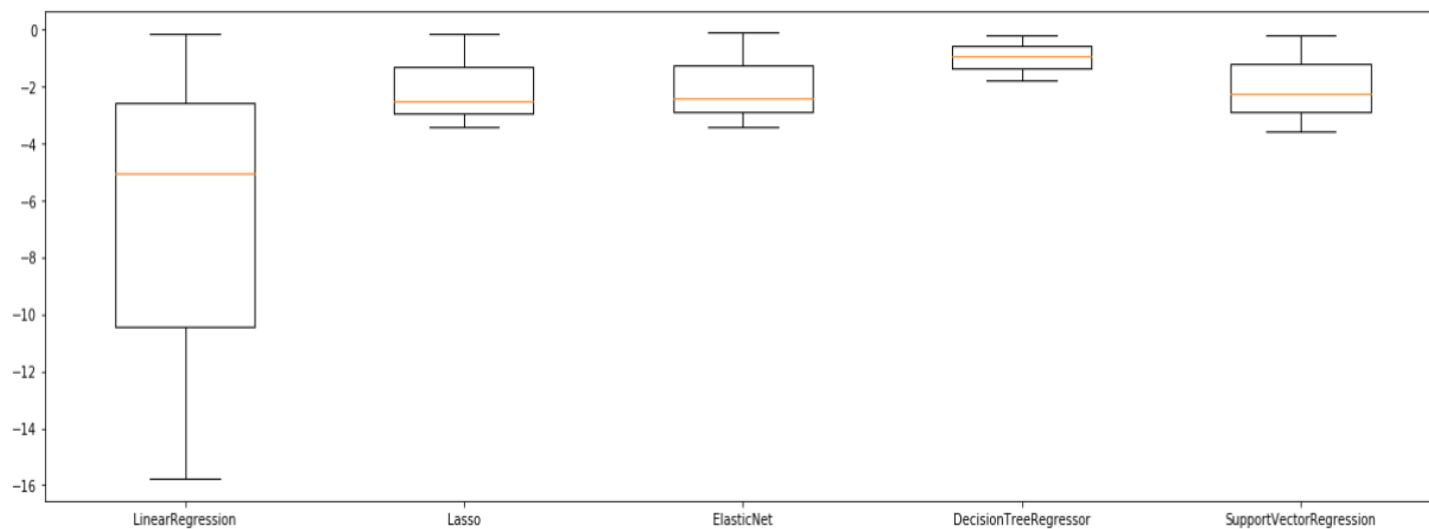
- El valor absoluto de la correlación de las series seleccionadas fue superior al 0,4% en todos los casos
- El PIB de Minas y Canteras recoge información de producción y entorno de mercado del sector minero en Colombia.
- Según el BOU del DANE, cerca del 99% del mineral producido en Colombia se utiliza como consumo intermedio para la fabricación de vidrio, el cual tiene un fuerte componente de exportaciones.

Las proyecciones se realizaron a partir de 5 técnicas diferentes de machine learning con el fin de evaluar cuál de ellas se adapta mejor a los datos históricos que permiten el entrenamiento de los modelos.

Adicionalmente, se implementaron técnicas de entrenamiento cruzado de modelos para aprovechar al máximo los datos de entrenamiento (series históricas). Como resultado del entrenamiento cruzado de los modelos, se obtienen diferentes métricas del error (Ej. MSE, RMSE, R^2 , AAE) las cuales son evaluadas con el fin de seleccionar el modelo que de un mejor ajuste hacia los datos.

La siguiente gráfica muestra el MSE obtenido para los 5 modelos en el entrenamiento cruzado, en ella se puede ver que los modelos Lasso, Elastic Net y Soporte Vectorial tienen MSE similares lo cual indica que son candidatos para realizar la proyección.

En cada uno de los gráficos se presenta una línea que indica el estado de las proyecciones a corto plazo (CP), calculado a 2021, mediano plazo (MP) calculado a 2028 y largo plazo (LP) calculado a 2035.

Escenario 1. Continuidad**Producción****Consumo intermedio**

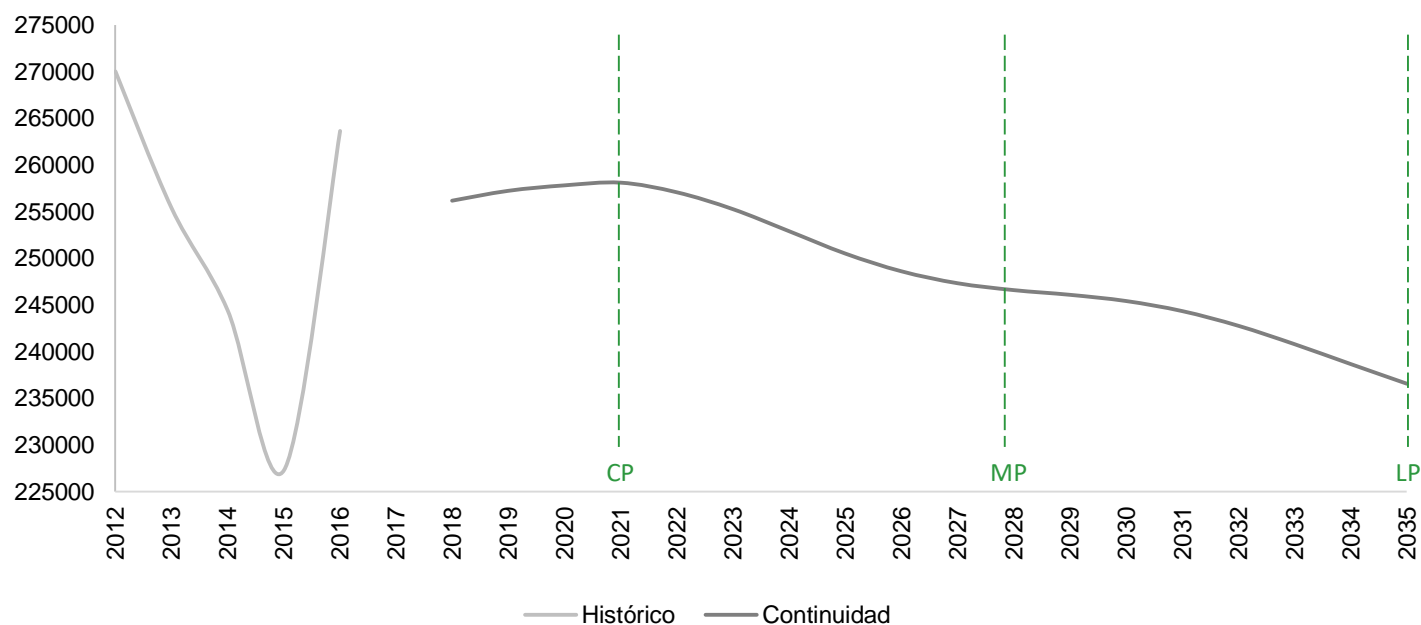
Las medidas de error se presentan en los anexos asociados al mineral (ver anexo O)

Escenario 1. Continuidad

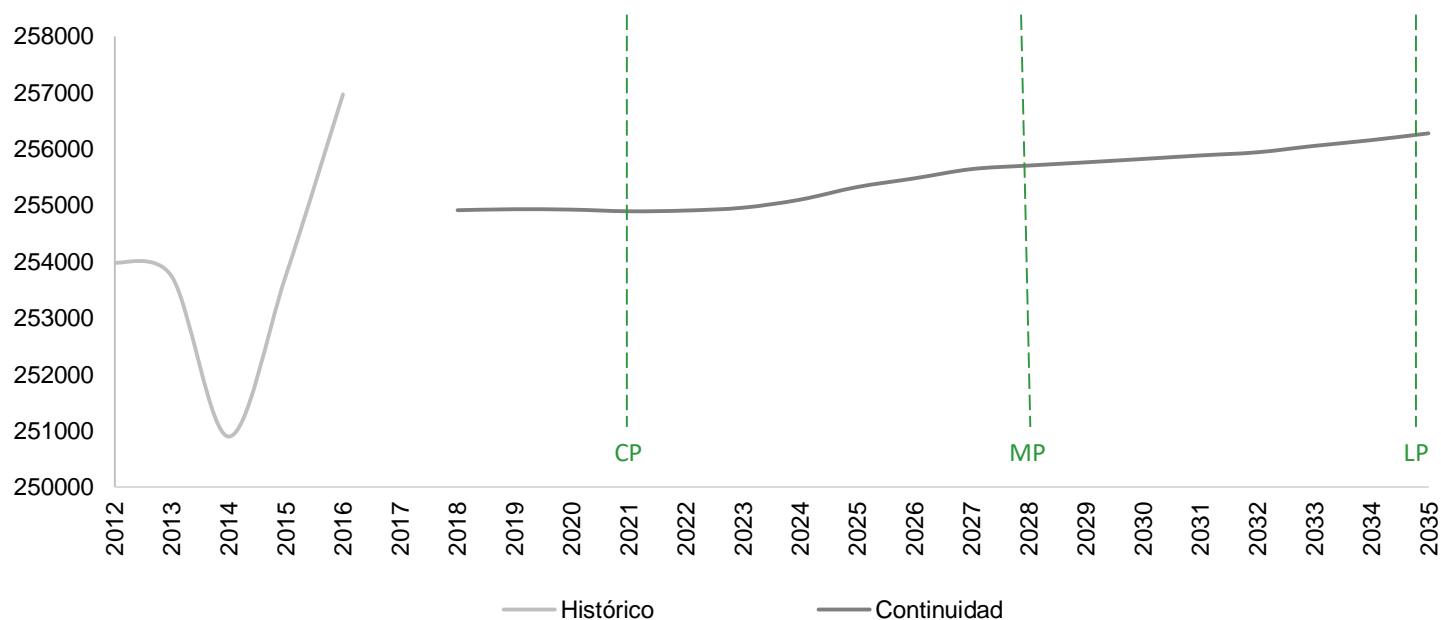
Las curvas resultantes, de acuerdo al modelo seleccionado para cada serie, son:

Modelo de oferta

Producción Arenas Silíceas (en m3)

**Modelo de demanda**

Consumo intermedio Arenas Silíceas (en m3)



Escenario 1. Continuidad**Premisas para el análisis de Arenas Silíceas:**

En el periodo 2012 - 2016, la oferta de arenas silíceas en Colombia ha presentado un comportamiento irregular, dado que entre los años 2012 y 2015 se presentó una disminución de la producción, siendo 2014 el año con la brecha de descenso más significativa en materia de producción (-30%).

En contraste, el 2014 fue el año donde mayor volumen de importaciones, un 37% más que el año inmediatamente anterior. En el año 2016 se produjo un repunte del 85% en la producción del mineral, con respecto al 2015. Este fue el año de mayor con menor volumen de importaciones.

Por su parte, el precio del mineral puede explicar la dinámica de producción que experimentó en el periodo analizado, donde a partir del repunte experimentado en el 2016, se pudo ver incentivado el aumento de producción.

Según datos de la ANM, Colombia reporta entre 2012 y 2016 una producción del mineral correspondiente a 1.260.878 metros³, provenientes principalmente de los departamentos de Cundinamarca (78%) y Boyacá (12%) [1]

En contraste a la dinámica del mineral en términos de oferta, para el periodo analizado la utilización de las arenas silíceas muestra una tendencia de crecimiento ascendente sostenido, siendo el periodo de mayor crecimiento el presentado entre 2013 y 2014 (11%).

En términos generales, la utilización de las arenas silíceas en Colombia corresponden a consumo intermedio (99% de la oferta). De lo anterior se deduce que casi la totalidad de las arenas silíceas producidas en Colombia son consumidas por la industria local, principalmente para la fabricación de vidrio.

[1] ANM (2018) Producción Nacional de Minerales. En: <http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Paginas/Informacion-estadistica-minera.aspx>

Escenario 2. Coexistencia

Colombia 2035: Coexistencia

Febrero, 2035

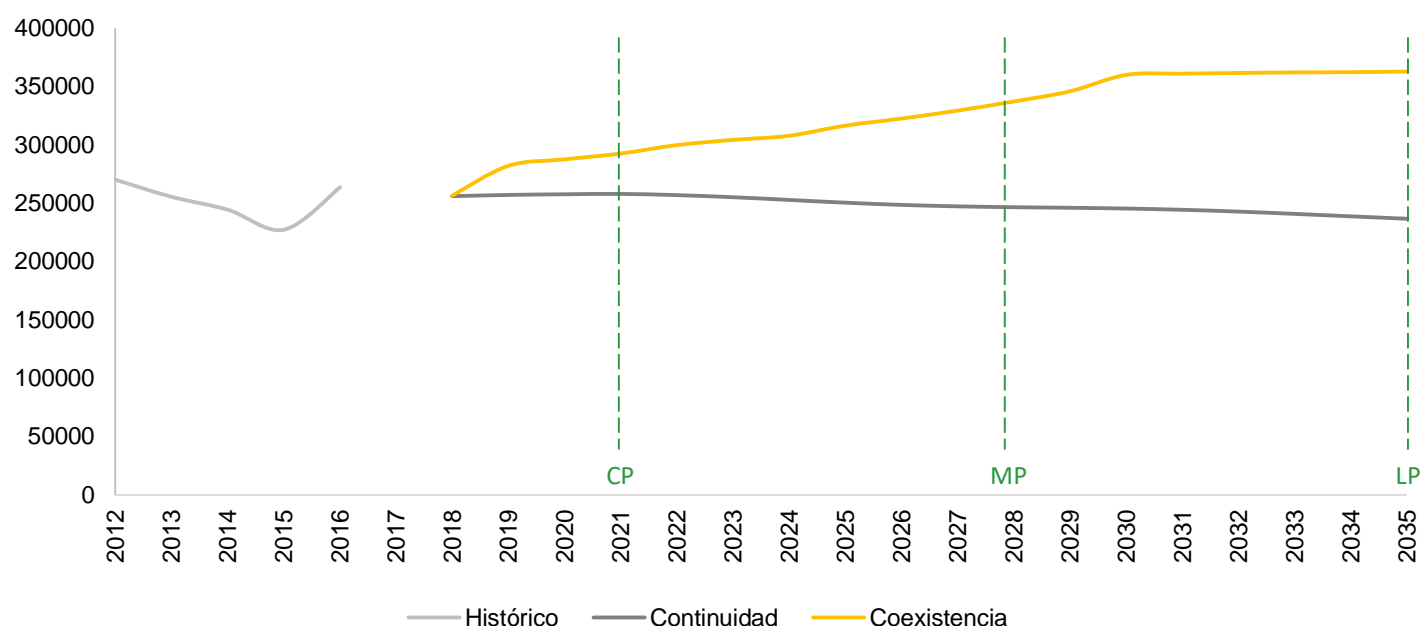
“La mejor forma de predecir el futuro es crearlo”

Peter Drucker

Colombia comprende que la riqueza está en aquello que nos complementa y que la minería responsable con el medio ambiente, las comunidades y con otras actividades que utilicen el suelo, es un instrumento de prosperidad. El equilibrio entre el impulso Estatal, una comunidad constructiva, activa y participante, y una minería apalancada en el conocimiento de su potencial, le permitieron a Colombia avanzar en espirales ascendentes de creación de valor compartido.

Modelo de oferta

Producción Arenas Silíceas (en m3)



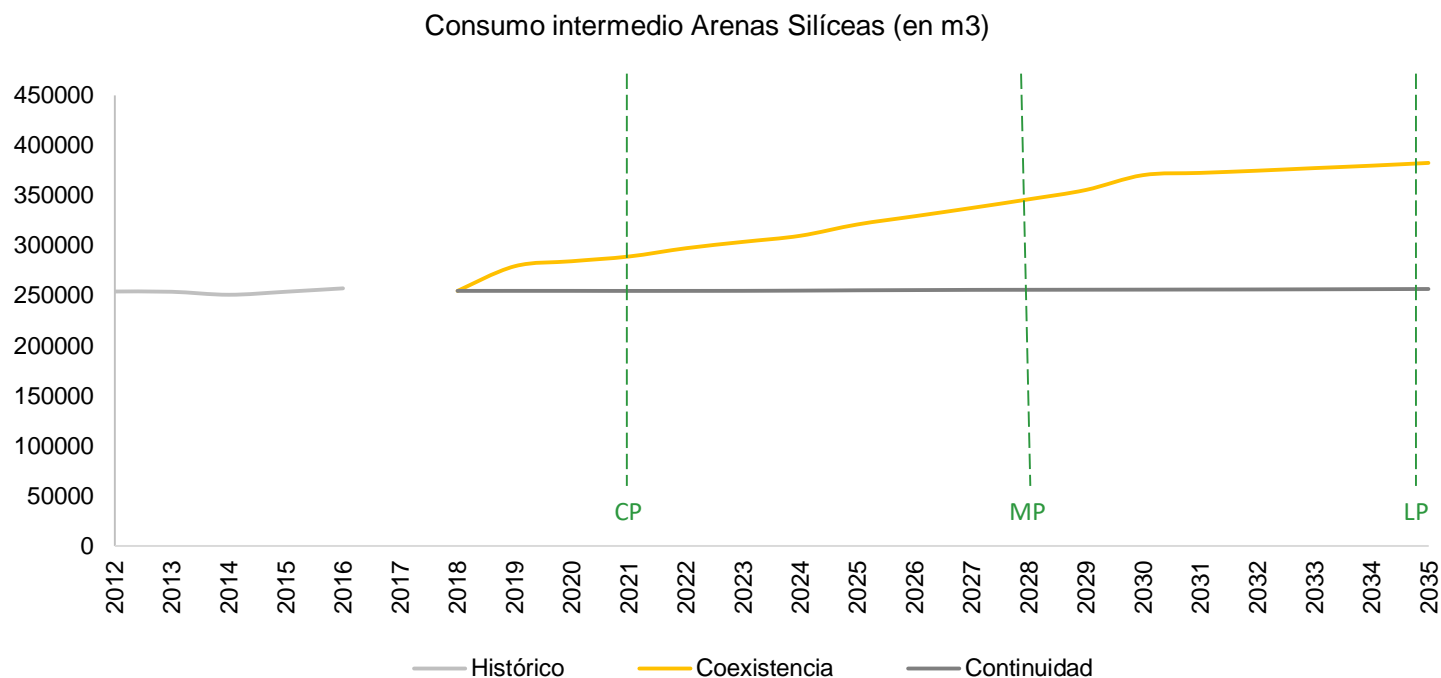
Los factores que influyen en el comportamiento de la producción del mineral en el escenario de coexistencia estarán condicionados por la demanda del mismo, dado que, como ya se ha explicado antes, el 99% del mineral es consumido internamente para la producción de vidrio.

Algunas consideraciones importantes:

- Incremento industria de la construcción (consumo vidrios, cerámicas, mortero, pinturas). Según expectativas de Gobierno
- Mina El Tuno de Zipaquirá, abastece a Peldar, ubicada en zona de reserva forestal podría ser intervenida por autoridad ambiental en cualquier momento (sin datos de la producción, podría ser el 50 % de la producción anual de Zipaquirá)
- Industrialización de la producción en Sabana de Torres, Santander. Muy buena calidad. Inversionistas japoneses mostraron interés en 2005.
- Tocancipá ha tenido intentos de manifestaciones antimineras en el pasado reciente.
- No hay noticias sobre nuevos proyectos que puedan entrar en los próximos 17 años.

Escenario 2. Coexistencia

Modelo de demanda



Los factores que influyen en el comportamiento del mineral en el escenario de coexistencia pueden ser:

- Según Procolombia, el sector de la construcción en Colombia tendrá un crecimiento entre 2019 y 2022 de 3,7% a 5%, lo que implicará que se demandará más vidrio templado plano para las construcciones.
- El fenómeno de calentamiento global impacta sobre la cantidad de bebidas que consume la población, y con esto aumenta en 5% la demanda de botellas de vidrio (según estadísticas del sector)
- Las metas globales de reducción de plástico indican que a 2025 se debería reducir el 25% de consumo de plásticos, y a 2030 el 80% del material, lo que representa una oportunidad de crecimiento para el vidrio, y con esta, la demanda del mineral.

Escenario 2. Coexistencia

Impacto de las fuerzas para el escenario



Posición estatal ante
recursos mineros y
ambientales
(Un Estado activo)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Arenas Silíceas en Colombia.



Gobernanza y
Gobernabilidad
(Un Estado confiable)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Arenas Silíceas en Colombia.



Grupos sociales
(Un ciudadano
que exige)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Arenas Silíceas en Colombia.



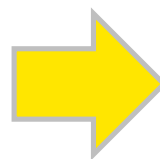
Asuntos
ambientales
(Un bien común)



La consciencia ambiental, las metas para la reducción del plástico y los hábitos de consumo de la población mundial (condicionada por factores climáticos), tendrán una repercusión positiva sobre la demanda del mineral.



Dotación minera y su
conocimiento
(Un conocimiento de todos)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Arenas Silíceas en Colombia.



Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y
competidores)



El crecimiento proyectado del sector de la construcción tendrá un efecto positivo sobre la demanda del mineral, dado que las cantidades de vidrio requerido van a aumentar en igual proporción.

Escenario 3. Divergencia

Colombia 2035: Divergencia

Febrero, 2035

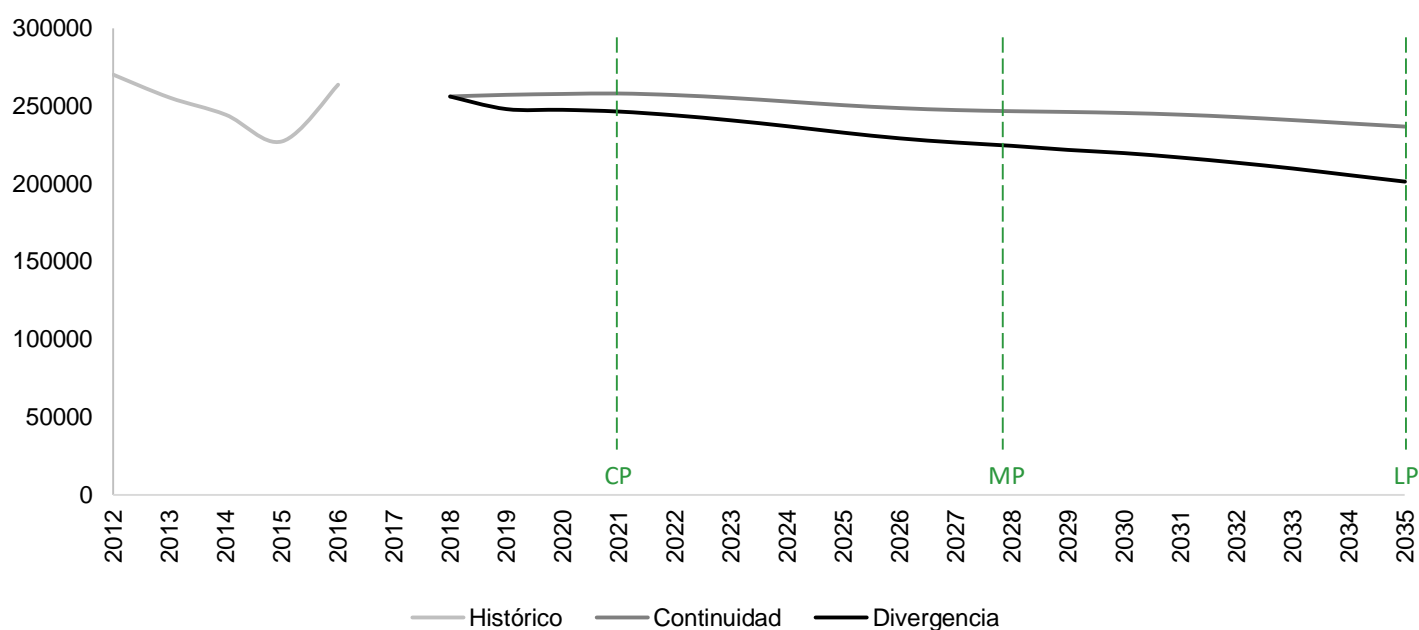
“Si el ritmo de cambio de afuera excede el ritmo de cambio al interior, el fin esta cerca ”

Jack Welch

La perspectiva de futuro donde la actividad minería era boyante y aportaba los recursos necesarios para apalancar el progreso del País, se disolvió. Fracasaron los esfuerzos en pro del desarrollo sostenible, materializándose la distopía. Algunos piensan que perdieron los mineros, pero la verdad es que todos perdimos un poco... o todo.

Modelo de oferta

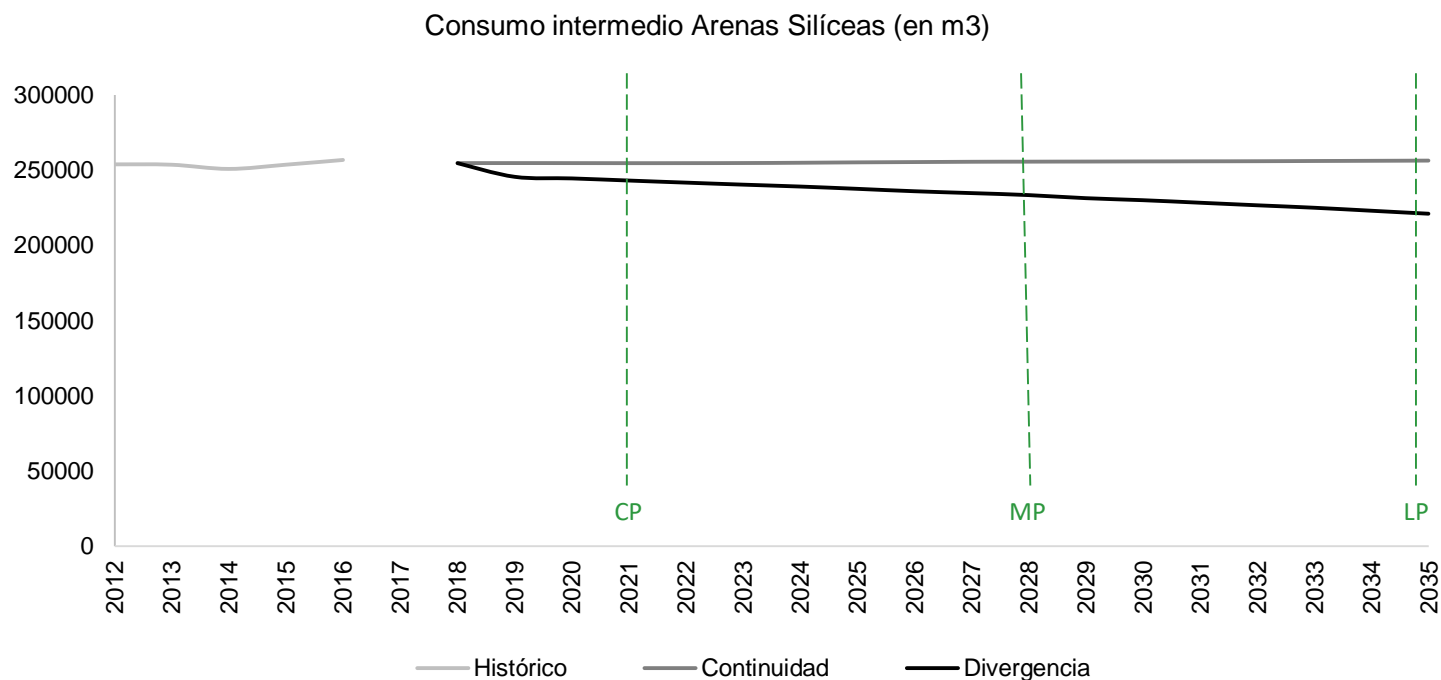
Producción Arenas Silíceas (en m3)



Como se indicó en el escenario de Coexistencia, los factores que influyen en el comportamiento de la producción del mineral en el escenario de divergencia estarán condicionados por la demanda del mismo, dado que el 99% del mineral es consumido internamente para la producción de vidrio.

Escenario 2. Divergencia

Modelo de demanda



Los factores que influyen en el comportamiento del mineral en el escenario de coexistencia pueden ser:

- Ralentización del sector de la construcción en Colombia:
El sector de la construcción puede sufrir un revés que le impida lograr las tasas de crecimiento proyectadas, lo que tendría un impacto sobre la cantidad de vidrio templado demandado para nuevas edificaciones.

Escenario 2. Coexistencia**Impacto de las fuerzas para el escenario**

Posición estatal ante
recursos mineros y
ambientales
(Un Estado activo)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Arenas Silíceas en Colombia.



Gobernanza y
Gobernabilidad
(Un Estado confiable)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Arenas Silíceas en Colombia.



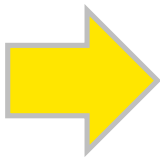
Grupos sociales
(Un ciudadano
que exige)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Arenas Silíceas en Colombia.



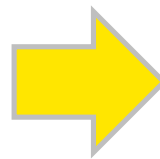
Asuntos
ambientales
(Un bien común)



No se cumplen las metas para la reducción del plástico y los hábitos de consumo de la población mundial (condicionada por factores climáticos), no tienen grandes efectos sobre la demanda botellas de vidrio.



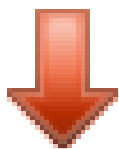
Dotación minera y su
conocimiento
(Un conocimiento de todos)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Arenas Silíceas en Colombia.



Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y
competidores)

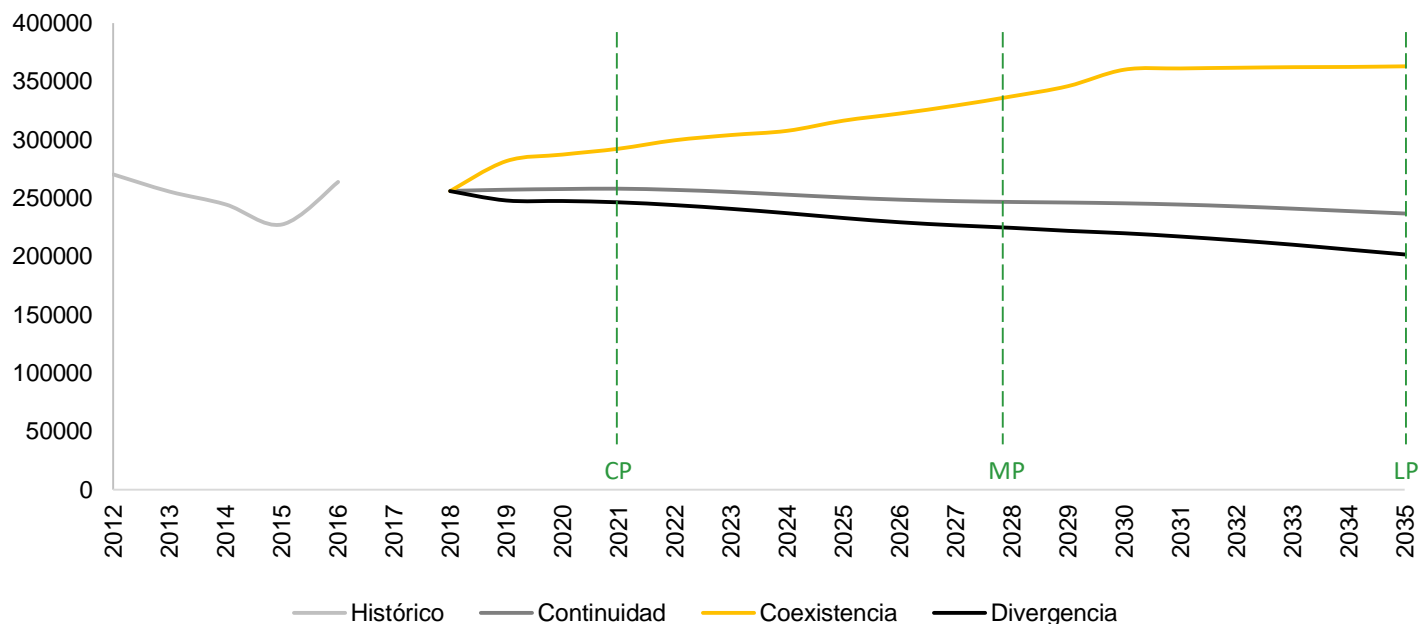


El crecimiento proyectado del sector de la construcción tendrá un efecto positivo sobre la demanda del mineral, dado que las cantidades de vidrio requerido van a aumentar en igual proporción.

Síntesis

Modelo de Oferta

Producción Arenas Silíceas (en m3)

Cifras proyección de producción (cifras en metros³) – Tabla 1/2

Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	281.806	287.399	292.422	299.656	304.123	307.717	316.389	322.477
Continuidad	257.217	257.800	258.089	257.060	255.253	252.892	250.500	248.600
Divergencia	248.085	247.613	246.497	244.063	240.852	237.086	232.937	229.281

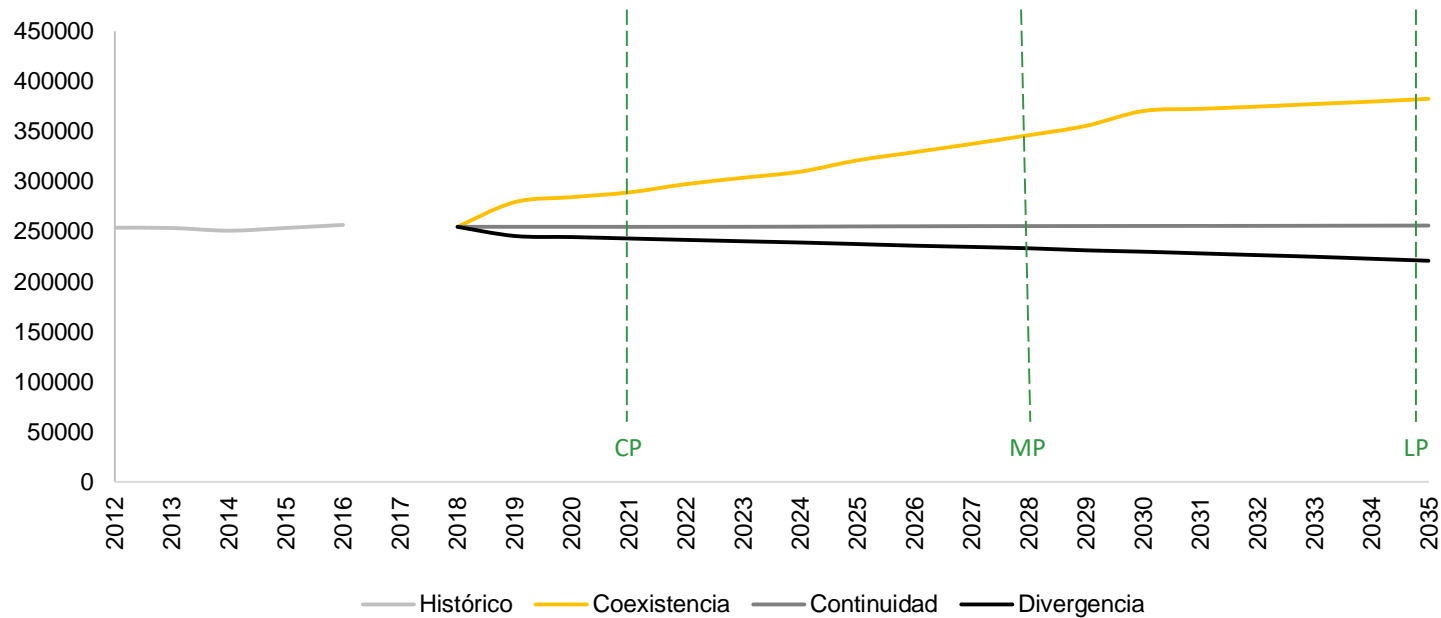
Cifras proyección de producción (cifras en metros³) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	329.331	337.175	345.923	359.995	361.065	361.642	362.143	362.340	362.882
Continuidad	247.323	246.587	246.083	245.419	244.338	242.765	240.797	238.667	236.564
Divergencia	226.599	224.458	221.847	219.778	216.941	213.611	209.886	205.649	201.439

Síntesis

Modelo de Demanda

Consumo intermedio Arenas Silíceas (en m3)



Cifras proyección de consumo intermedio (cifras en metros³) – Tabla 1/2

Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	279.516	284.519	289.224	297.501	303.825	309.923	321.212	329.353
Continuidad	254.927	254.920	254.890	254.904	254.955	255.098	255.322	255.476
Divergencia	245.794	244.733	243.299	241.907	240.553	239.291	237.759	236.157

Cifras proyección de consumo intermedio (cifras en metros³) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	337.647	346.292	355.600	370.396	372.609	374.816	377.399	379.828	382.593
Continuidad	255.640	255.703	255.760	255.820	255.882	255.939	256.053	256.155	256.275
Divergencia	234.916	233.574	231.524	230.179	228.485	226.785	225.142	223.137	221.150

Wolframio - Tungsteno



Escenario 1. Continuidad**Colombia 2035: Continuidad**

Febrero, 2035

“Solamente aquel que construye el futuro tiene derecho a juzgar el pasado.”

Friedrich Nietzsche

Las expectativas prometían cambios radicales que impulsarían al Estado hacia una sólida visión; sin embargo, al llegar el 2035, las amenazas no materializadas y las oportunidades no aprovechadas en el sector minero, son las que determinan su realidad. El País es administrado a través de entidades públicas que siguen sin lograr una óptima sincronización, lo que lleva a que en ocasiones las reglas de juego no sean claras y justas para todos.

Premisas modelo de continuidad

El comportamiento histórico de la oferta y la demanda del mineral incluye o muestra el efecto que el estado de las fuerzas motoras han tenido a la fecha sobre el mineral. Por ejemplo los niveles de producción históricos de un mineral acogen el efecto de las fuerzas motoras, si los grupos sociales han tenido un impacto negativo, para un mineral en particular, que ha ocasionado una parada en la producción, este efecto estará representado en la serie histórica como una disminución en la producción en el periodo asociado a dicho evento.

Teniendo en cuenta lo anterior, y considerando que el escenario de continuidad establece que las fuerzas y el comportamiento actual siguen la misma tendencia actual, los modelos de demanda y oferta para este escenario sólo se basan en los modelos matemáticos de proyección de series futuras.

Dichos modelos matemáticos se basan solamente en la información histórica disponible para cada mineral, razón por la cual la proyección va a seguir un comportamiento parecido a la serie históricas utilizadas. Lo anterior significa que si en la serie histórica se tienen pendientes positivas fuertes seguidas de pendientes negativas, la proyección también las va a tener. Así mismo, si la información histórica en su mayoría se mantiene en un rango de valores determinado, el modelo va a tender a estar alrededor de ese rango de valores.

Adicional, dependiendo de la cantidad de datos históricos que se tengan, se va a ver influenciado la precisión del modelo. Entre mayor sea el tiempo de la proyección, más datos se van a requerir para hacer la proyección, y menos preciso va a ser.

Nota: No se identifican proyectos que actualmente se encuentren en fase de exploración/explotación del mineral. Las proyecciones se realizan con información suministrada por el DANE por solicitud de la UPME.

Escenario 1. Continuidad

Modelo de proyección de oferta y demanda para Wolframio

Para la construcción del modelo para la proyección de oferta y demanda de Wolframio, se consideraron las variables que corresponden al análisis de Balance Oferta / Utilización, es decir, las mismas empleadas por el DANE en el Sistema de Cuentas Nacionales, en el capítulo de Bienes y Servicios, y que están relacionadas con el entregable Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016 realizado en el marco del proyecto.

Para las realizar las proyecciones se utilizaron las fuentes de datos que se describen a continuación, con las respectivas series de datos que se indican al lado de cada una, tanto para oferta como para demanda. Es esquema de la información es el siguiente:

[Tipo de dato]	[fuente]	(serie de tiempo)
Consumo Intermedio	DANE	(2012 - 2016)

Series de datos relativos a OFERTA

- Producción - DANE
- Importaciones - DANE
- Importaciones Tungsteno - DANE
- Importaciones FOB Tungsteno - DANE
- Importaciones CIF Tungsteno - DANE
- Regalías - ANM

Series de datos relativos a DEMANDA

- Exportaciones - DANE
- Valor FOB Exportaciones - DANE
- Exportaciones - DANE
- Consumo intermedio - DANE
- Variación de existencias - DANE
- PIB Minerales Minas y Canteras Base - UPME
- PIB Minerales Minas y Canteras Optimista - UPME
- PIB Minerales Minas y Canteras Pesimista - UPME

Escenario 1. Continuidad**Variables modelo de continuidad**

Para Plata, a partir del balance del DANE, se considera que las variables más importantes son: Producción por el lado de la oferta y exportaciones en la demanda. En una menor medida el consumo intermedio es una variable que tiene afectación sobre la demanda del mineral. Teniendo en cuenta lo anterior, las series seleccionadas para proyectar fueron:

Producción	Exportaciones
<ul style="list-style-type: none"> • PIB Minerales Minas y Canteras Base (ajustado) – UPME 	<ul style="list-style-type: none"> • PIB Minerales Minas y Canteras Base (ajustado) – UPME

El criterio de selección de las variables fue:

- El valor absoluto de la correlación de las series seleccionadas fue superior al 0,4% en todos los casos
- El PIB de Minas y Canteras recoge información de producción y entorno de mercado del sector minero en Colombia.
- Como explicará más adelante, dado que Colombia cuenta con muy poca información sobre la producción de Wolframio, es necesario establecer una medida que permita establecer una línea de base para el ejercicio matemático de simulación, de ahí la variable seleccionada.

Las proyecciones se realizaron a partir de 5 técnicas diferentes de machine learning con el fin de evaluar cuál de ellas se adapta mejor a los datos históricos que permiten el entrenamiento de los modelos.

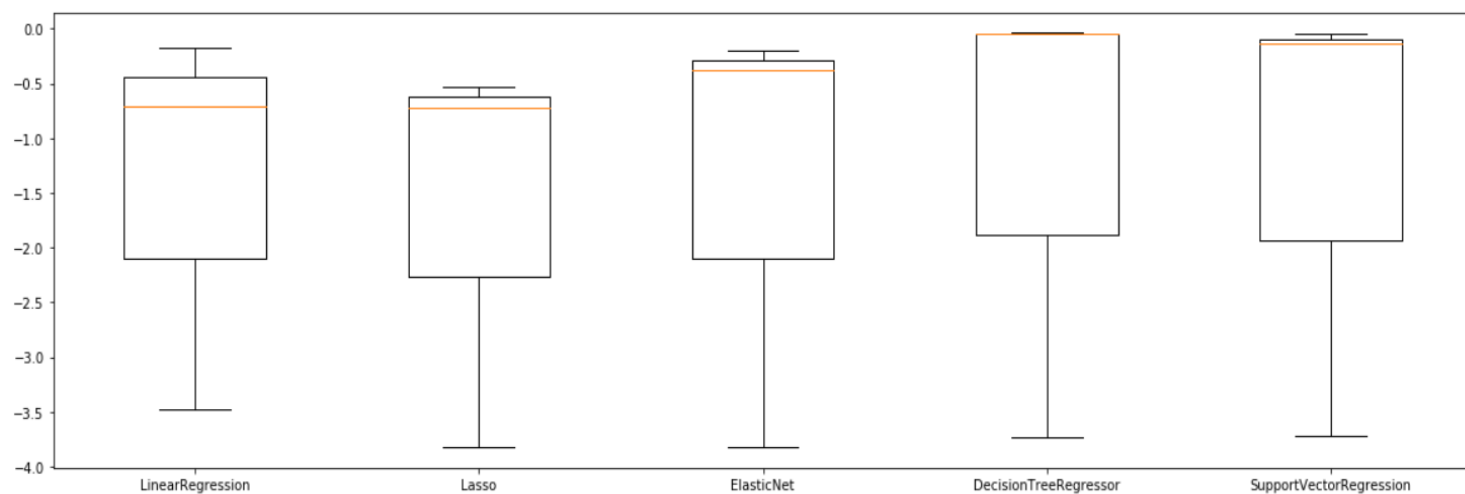
Adicionalmente, se implementaron técnicas de entrenamiento cruzado de modelos para aprovechar al máximo los datos de entrenamiento (series históricas). Como resultado del entrenamiento cruzado de los modelos, se obtienen diferentes métricas del error (Ej. MSE, RMSE, R^2 , AAE) las cuales son evaluadas con el fin de seleccionar el modelo que de un mejor ajuste hacia los datos.

La siguiente gráfica muestra el MSE obtenido para los 5 modelos en el entrenamiento cruzado, en ella se puede ver que los modelos Lasso, Elastic Net y Soporte Vectorial tienen MSE similares lo cual indica que son candidatos para realizar la proyección.

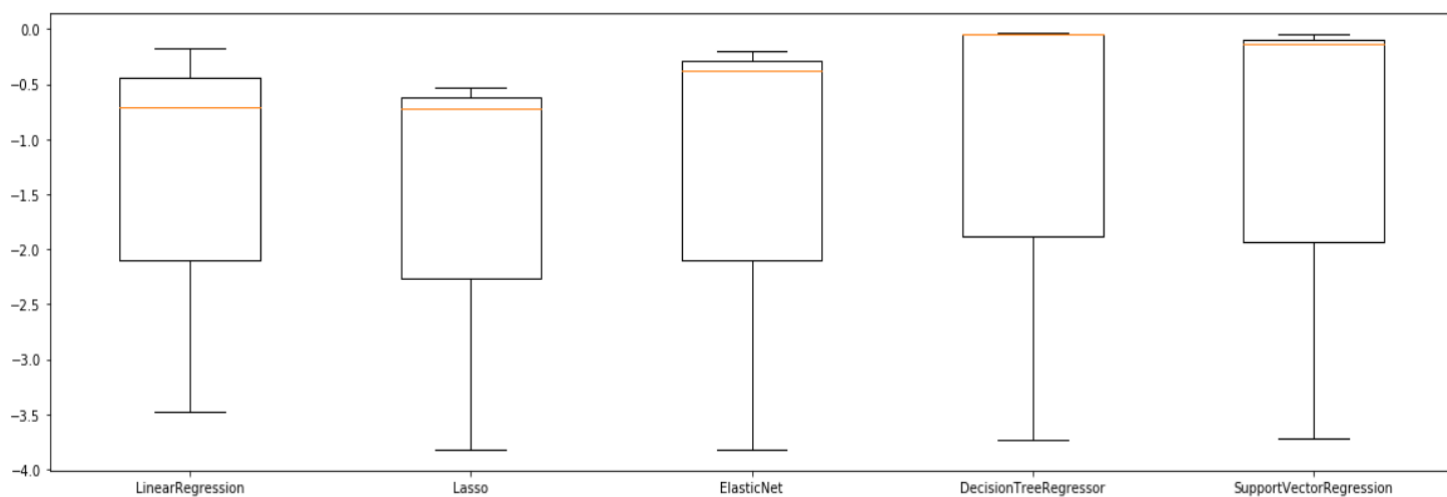
En cada uno de los gráficos se presenta una línea que indica el estado de las proyecciones a corto plazo (CP), calculado a 2021, mediano plazo (MP) calculado a 2028 y largo plazo (LP) calculado a 2035.

Escenario 1. Continuidad**Producción de Wolframio**

Comparación de algoritmos con datos estandarizados

**Exportaciones de Wolframio**

Comparación de algoritmos con datos estandarizados



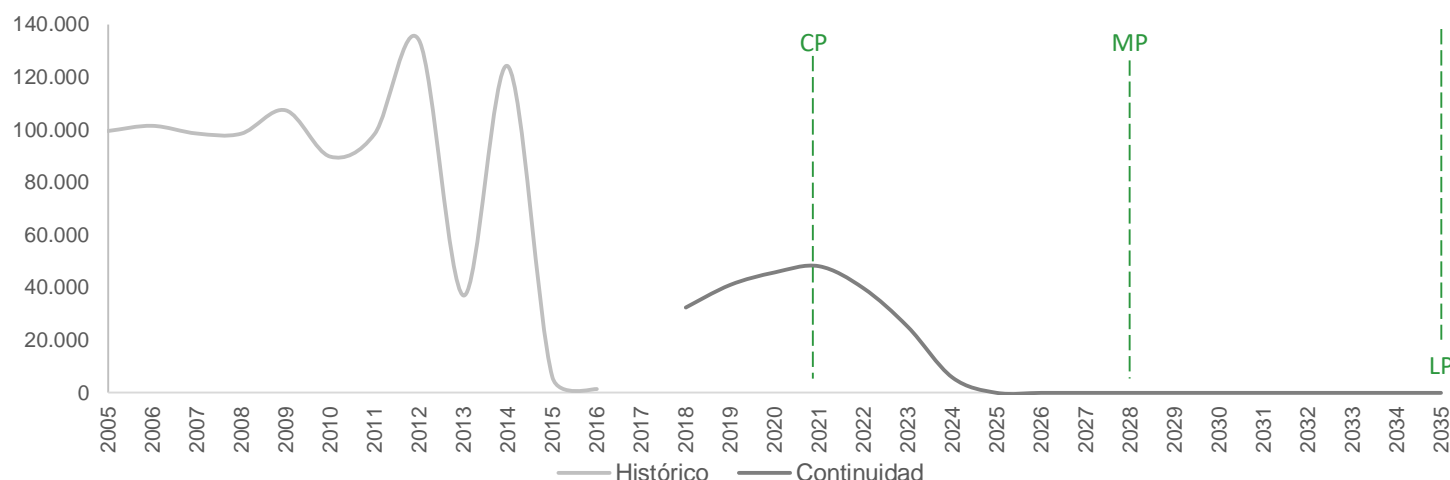
Las medidas de error se presentan en los anexos asociados al mineral (ver anexo P)

Escenario 1. Continuidad

Las curvas resultantes, de acuerdo al modelo seleccionado para cada serie, son:

Modelo de oferta

Producción de Wolframio (en kilogramos)

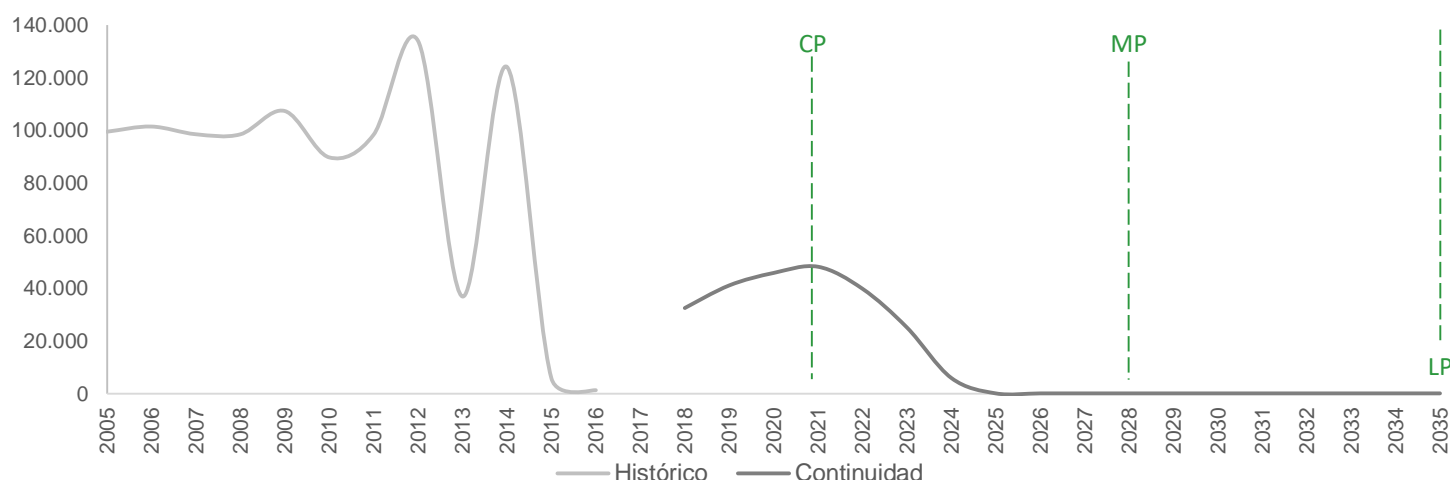
**Premisas para el análisis del Wolframio:**

La producción es el único componente de la oferta para el periodo 2014 – 2016. Se resaltan las altas variaciones que presenta entre años, 2012 – 2013 (-72%), 2013 – 2014 (236%), 2014 – 2015 (-95%) y 2015 – 2016 (-78%). Según información del DANE, en Colombia no se registra información de importaciones para wolframio - tungsteno. Las importaciones de los registros de la DIAN hacen referencia a barras sinterizadas y otros, no al material bruto. Así también, es importante indicar que no se registra información sobre consumo intermedio de wolframio – tungsteno como mineral. El consumo realizado por la industria nacional está relacionado con filamentos y placas de tungsteno, los cuales son insumos industriales. Las exportaciones son el único componente de la utilización que tiene registros. Las exportaciones son tomadas del mineral corresponden a los registros de la DIAN. En promedio en el periodo 2012-2015 las exportaciones en promedio de wolframio - tungsteno y sus concentrados fue de 87 toneladas métricas.

A corto, mediano y largo plazo, se percibe una curva con tendencia a la baja.

Modelo de demanda

Exportaciones de Wolframio (en kilogramos)



Consideraciones escenarios

Para los resultados que se presentaran a continuación, su análisis y uso, se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- La precisión de las proyecciones realizadas dependen de la cantidad y calidad de la información suministrada por el modelo.
- Para este mineral la información disponible corresponde a sólo cinco años de historia, razón por la cual los resultados a 17 años en el futuro se ven afectados en precisión.
- Como se mencionó anteriormente, este mineral no tiene identificadas minas de explotación en el país.
- El DANE, en el marco del proyecto Cuenta Satélite Minera, reportó información asociada a la producción de este mineral.
- Dicha producción reportada por el DANE, se puede encontrar asociada a las relaciones que se definieron en el marco del proyecto Cuenta Satélite Minera para cerrar el balance Oferta Utilización (La oferta debe ser igual a la utilización, relacionando que las exportaciones sean igual a la producción)
- Las exportaciones de este mineral identificadas en el proyecto anteriormente mencionado, pueden estar asociadas a materiales/productos que contienen este mineral o materiales/productos que se encuentran asociados en las mismas partidas arancelarias relacionadas con el mineral.
- Lo anterior significa, que dichas exportaciones pueden no estar relacionadas con la exportación del mineral en sí, si no con otro tipo de productos/ materiales. Y por ende, la información de producción también se encontraría afectada por la misma situación que las exportaciones.
- Con el fin de presentar la variación de las proyecciones en los diferentes escenarios, la producción, y por ende las exportaciones, fueron afectadas en función del PIB de Minas y Canteras (base, optimista y pesimista), dado que esta variable agrupa el rendimiento del sector minero en el país.

Adicional, para estas variables (producción y exportaciones) no se incorporaron hitos, por lo cual sus resultados se muestran solamente en la última sección “Síntesis”. Lo anterior debido a que:

- No se identifican proyectos que actualmente se encuentren en fase de exploración/explotación del mineral.
- Si no hay proyectos identificados actualmente, es muy poco probable que en el periodo de estudio (17 años) se desarrolle un proyecto de explotación que aporte en producción al país.
- Lo anterior teniendo en cuenta los tiempos de desarrollo que requiere un proyecto minero para que inicie su proceso de explotación. Tiempo aproximado: 11 años de exploración, 3-5 años de construcción y montaje, 2-4 años de obtención de documentación legal –títulos, licencias, consultas previas, etc.

Nota: No se identifican proyectos que actualmente se encuentren en fase de exploración/explotación del mineral. Las proyecciones se realizan con información suministrada por el DANE por solicitud de la UPME.

Escenario 2. Coexistencia

Colombia 2035: Coexistencia

Febrero, 2035

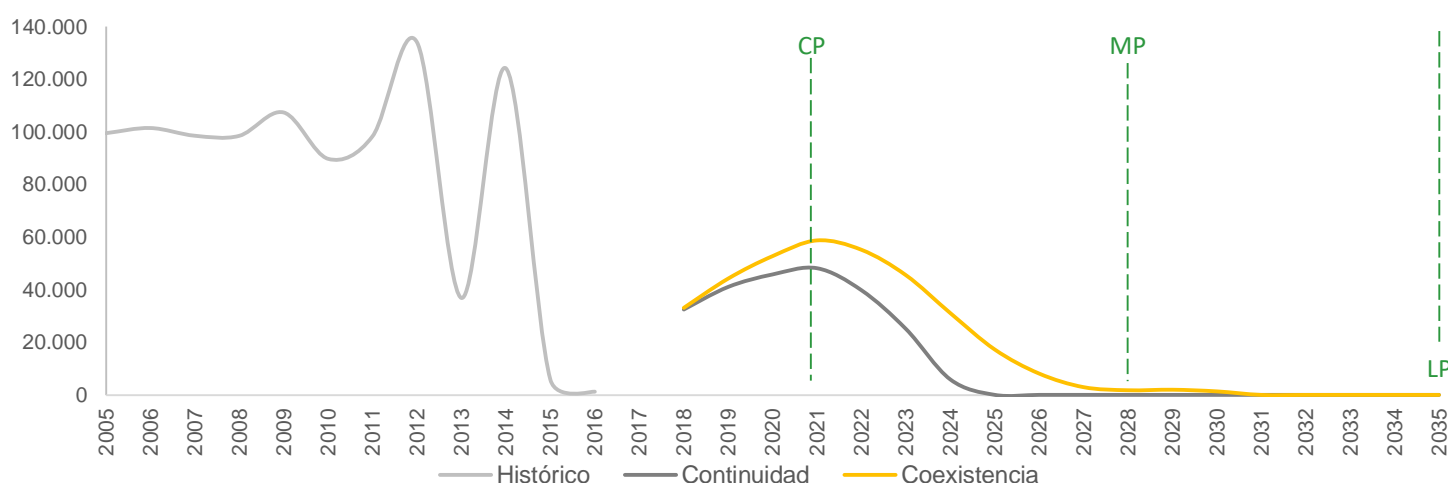
“La mejor forma de predecir el futuro es crearlo”

Peter Drucker

Colombia comprende que la riqueza está en aquello que nos complementa y que la minería responsable con el medio ambiente, las comunidades y con otras actividades que utilicen el suelo, es un instrumento de prosperidad. El equilibrio entre el impulso Estatal, una comunidad constructiva, activa y participante, y una minería apalancada en el conocimiento de su potencial, le permitieron a Colombia avanzar en espirales ascendentes de creación de valor compartido.

Modelo de oferta

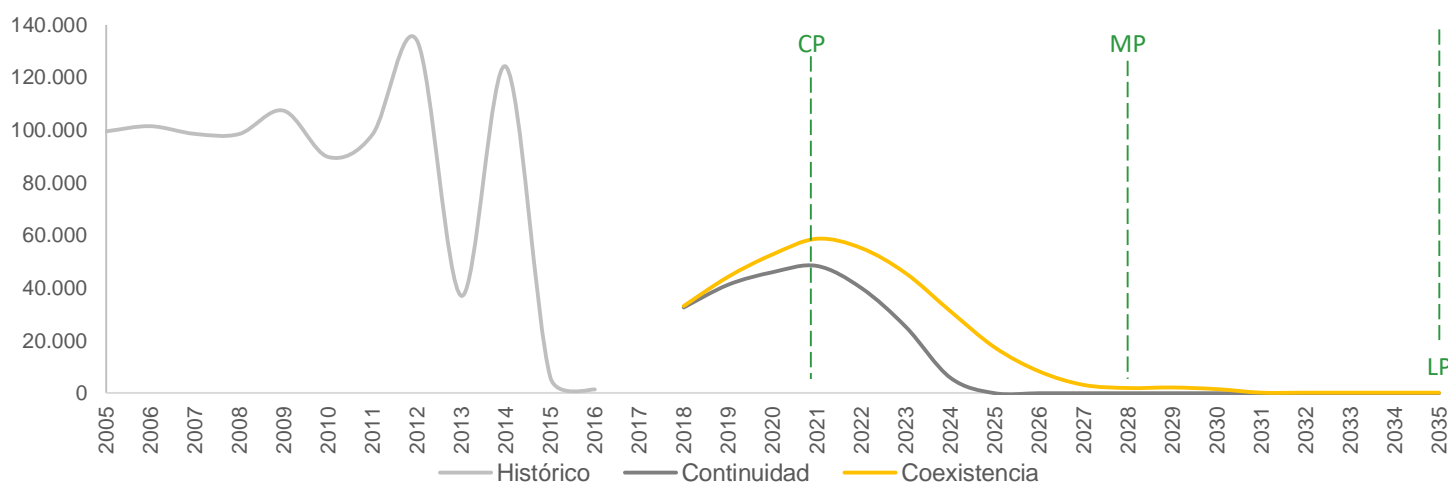
Producción de Wolframio (en kilogramos)



La producción y las exportaciones de Wolframio en el escenario de coexistencia fueron sensibilizadas a partir de las proyecciones del PIB de Minas y Canteras suministrado por la UPME. A corto plazo (CP), mediano plazo (MP) y largo plazo (LP) las proyecciones de producción y exportaciones presentan un comportamiento donde se percibe una marcada tendencia a la baja.

Modelo de demanda

Exportaciones de Wolframio (en kilogramos)



Escenario 2. Coexistencia**Impacto de las fuerzas para el escenario**

Posición estatal ante
recursos mineros y
ambientales
(Un Estado activo)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Wolframio en Colombia.



Gobernanza y
Gobernabilidad
(Un Estado confiable)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Wolframio en Colombia.



Grupos sociales
(Un ciudadano
que exige)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Wolframio en Colombia.



Asuntos
ambientales
(Un bien común)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Wolframio en Colombia.



Dotación minera y su
conocimiento
(Un conocimiento de todos)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Wolframio en Colombia.



Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y
competidores)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Wolframio en Colombia.

Escenario 3. Divergencia

Colombia 2035: Divergencia

Febrero, 2035

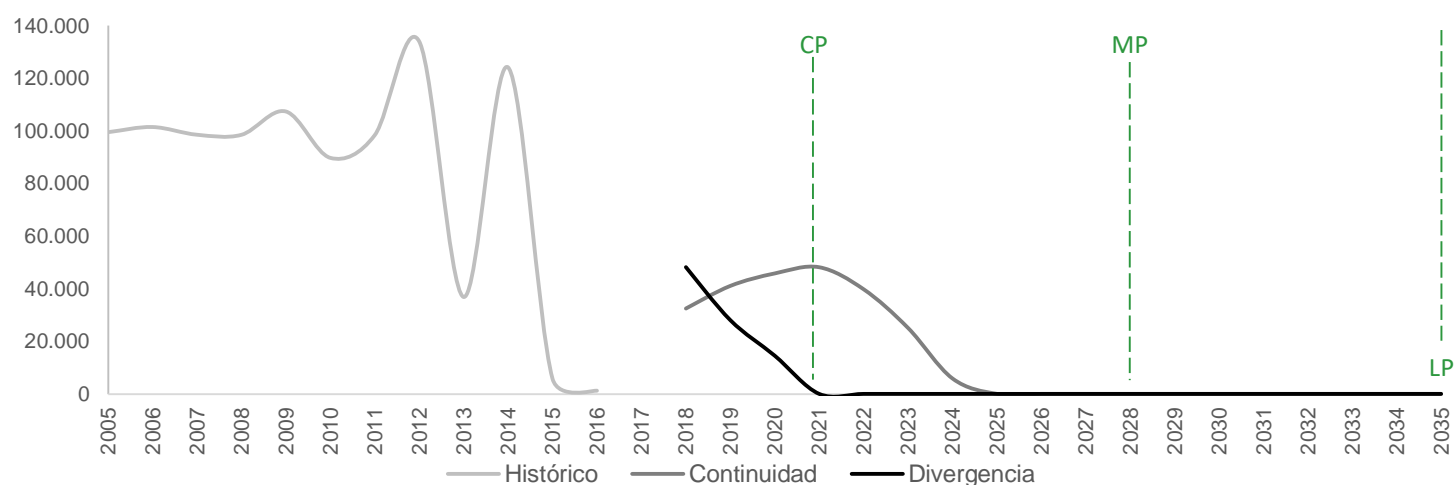
“Si el ritmo de cambio de afuera excede el ritmo de cambio al interior, el fin esta cerca ”

Jack Welch

La perspectiva de futuro donde la actividad minería era boyante y aportaba los recursos necesarios para apalancar el progreso del País, se disolvió entre actores de integridad cuestionable y el aire insalubre que ahoga al mundo. Fracasaron los esfuerzos en pro del desarrollo sostenible y se materializa la distopía. Algunos piensan que perdieron los mineros, pero la verdad es que todos perdimos un poco... o todo.

Modelo de oferta

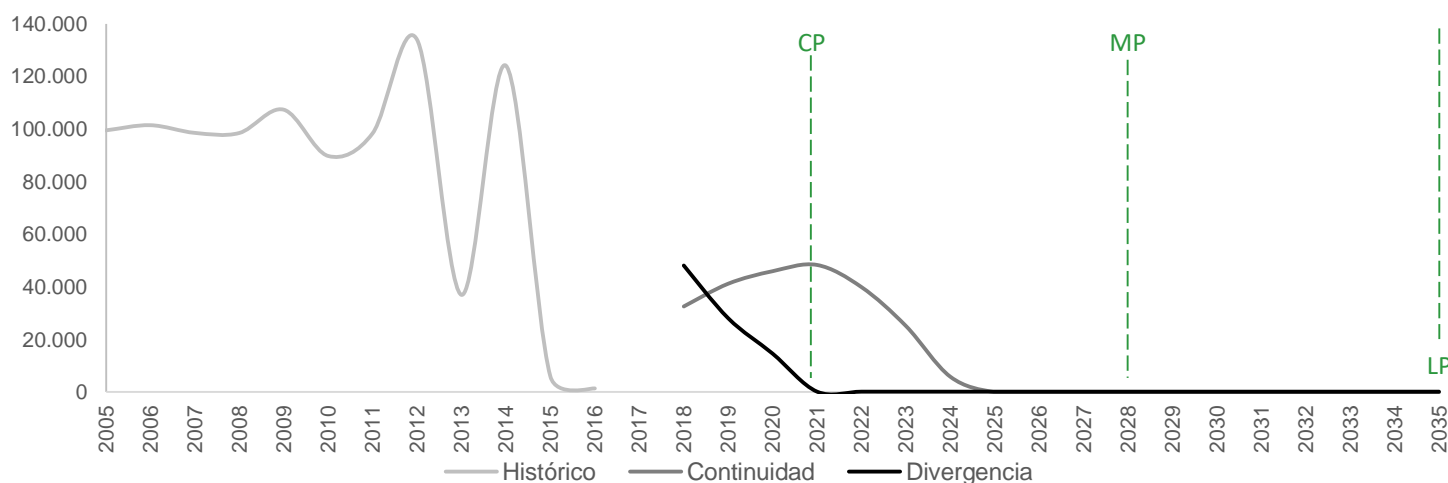
Producción de Wolframio (en kilogramos)



La producción y las exportaciones de Wolframio en el escenario de divergencia fueron sensibilizadas a partir de las proyecciones del PIB de Minas y Canteras suministrado por la UPME. A corto plazo (CP), mediano plazo (MP) y largo plazo (LP) las proyecciones de producción y exportaciones presentan un comportamiento donde se percibe una marcada tendencia a la baja.

Modelo de demanda

Producción de Wolframio (en kilogramos)



Escenario 3. Divergencia**Impacto de las fuerzas para el escenario**

Posición estatal ante
recursos mineros y
ambientales
(Un Estado activo)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Wolframio en Colombia.



Gobernanza y
Gobernabilidad
(Un Estado confiable)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Wolframio en Colombia.



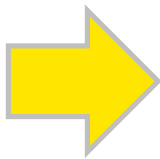
Grupos sociales
(Un ciudadano
que exige)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Wolframio en Colombia.



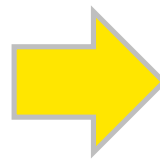
Asuntos
ambientales
(Un bien común)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Wolframio en Colombia.



Dotación minera y su
conocimiento
(Un conocimiento de todos)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Wolframio en Colombia.



Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y
competidores)

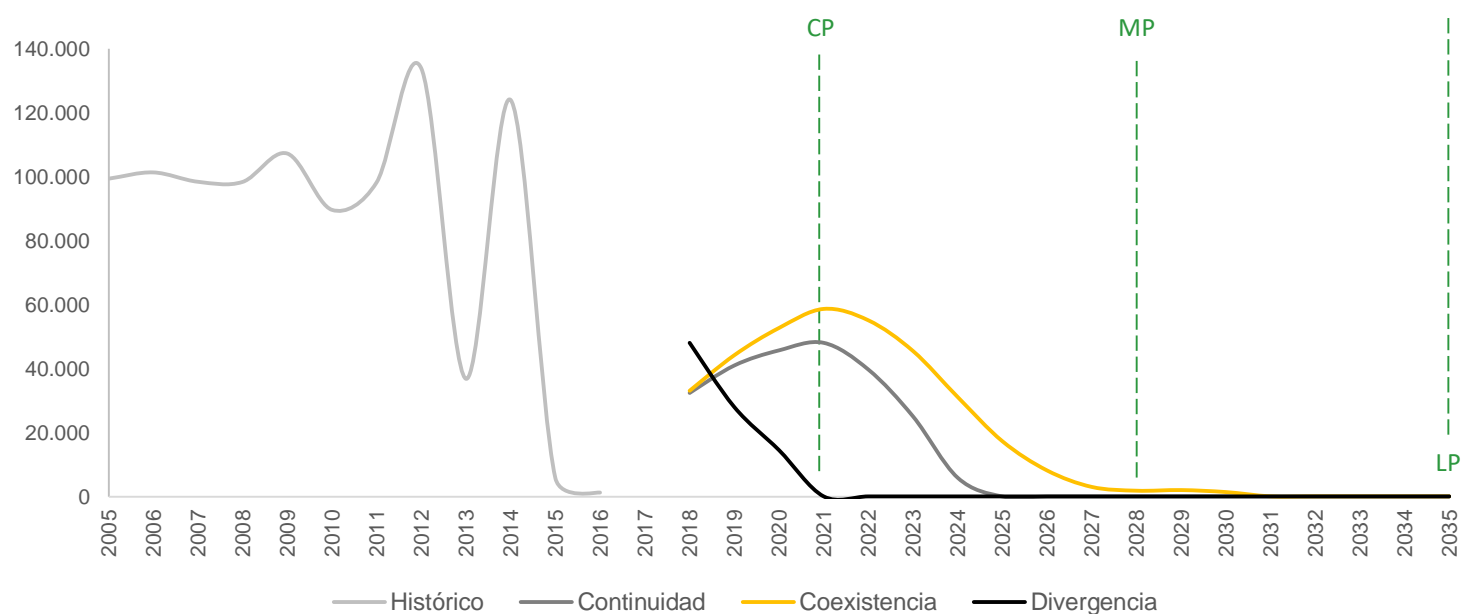


Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Wolframio en Colombia.

Síntesis

Modelo de Oferta

Producción de Wolframio (en kilogramos)



Cifras proyección de producción (cifras en kilogramos) – Tabla 1/2

Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	
Coexistencia	33.044	44.174	52.696	58.655	55.082	45.459	31.056	17.236	8.097
Continuidad	32.476	41.086	45.831	48.185	39.803	25.091	5.862	0	0
Divergencia	48.070	27.966	14.481	0	0	0	0	0	0

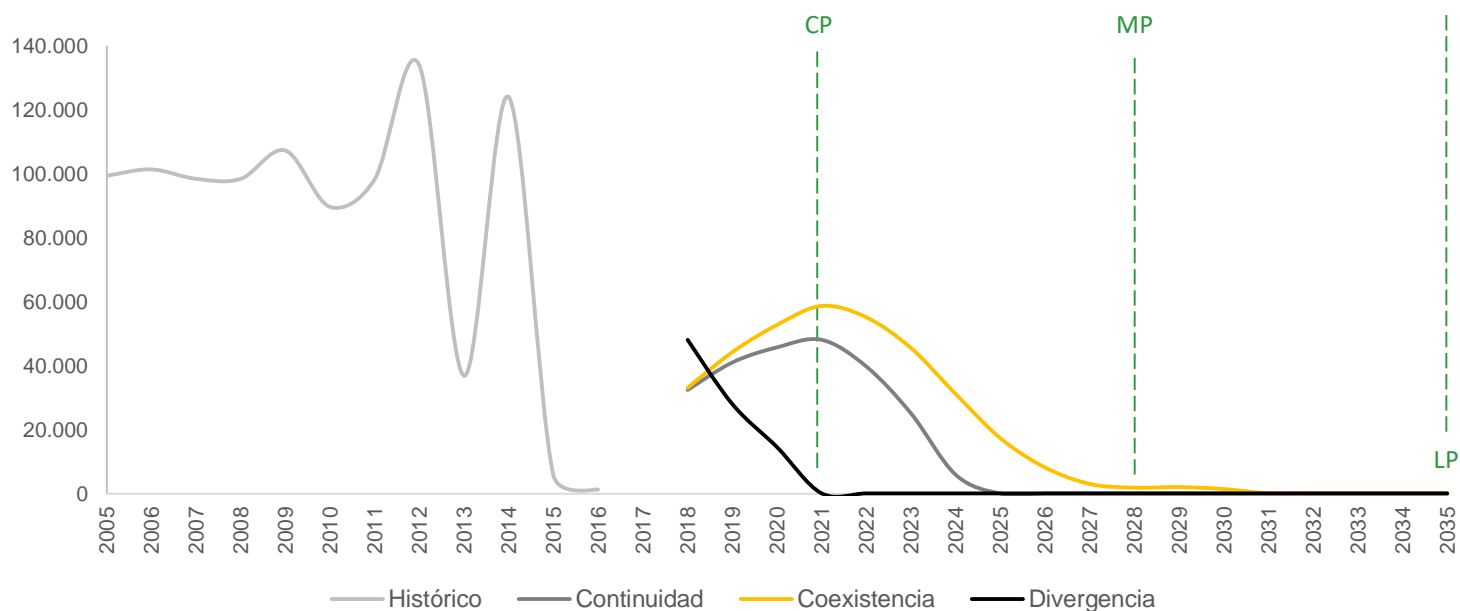
Cifras proyección de producción (cifras en kilogramos) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	2.949	1.770	1.969	1.342	0	0	0	0	0
Continuidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Divergencia	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Síntesis

Modelo de demanda

Exportaciones de Wolframio (en kilogramos)



Cifras proyección de exportaciones (cifras en kilogramos) – Tabla 1/2

Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	
Coexistencia	33.044	44.174	52.696	58.655	55.082	45.459	31.056	17.236	8.097
Continuidad	32.476	41.086	45.831	48.185	39.803	25.091	5.862	0	0
Divergencia	48.070	27.966	14.481	0	0	0	0	0	0

Cifras proyección de exportaciones (cifras en kilogramos) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	2.949	1.770	1.969	1.342	0	0	0	0	0
Continuidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Divergencia	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Cromo



Escenario 1. Continuidad

Colombia 2035: Continuidad

Febrero, 2035

“Solamente aquel que construye el futuro tiene derecho a juzgar el pasado.”

Friedrich Nietzsche

Las expectativas prometían cambios radicales que impulsarían al Estado hacia una sólida visión; sin embargo, al llegar el 2035, las amenazas no materializadas y las oportunidades no aprovechadas en el sector minero, son las que determinan su realidad. El País es administrado a través de entidades públicas que siguen sin lograr una óptima sincronización, lo que lleva a que en ocasiones las reglas de juego no sean claras y justas para todos.

Premisas modelo de continuidad

El comportamiento histórico de la oferta y la demanda del mineral incluye o muestra el efecto que el estado de las fuerzas motoras han tenido a la fecha sobre el mineral. Por ejemplo los niveles de producción históricos de un mineral acogen el efecto de las fuerzas motoras, si los grupos sociales han tenido un impacto negativo, para un mineral en particular, que ha ocasionado una parada en la producción, este efecto estará representado en la serie histórica como una disminución en la producción en el periodo asociado a dicho evento.

Teniendo en cuenta lo anterior, y considerando que el escenario de continuidad establece que las fuerzas y el comportamiento actual siguen la misma tendencia actual, los modelos de demanda y oferta para este escenario sólo se basan en los modelos matemáticos de proyección de series futuras.

Dichos modelos matemáticos se basan solamente en la información histórica disponible para cada mineral, razón por la cual la proyección va a seguir un comportamiento parecido a la series históricas utilizadas. Lo anterior significa que si en la serie histórica se tienen pendientes positivas fuertes seguidas de pendientes negativas, la proyección también las va a tener. Así mismo, si la información histórica en su mayoría se mantiene en un rango de valores determinado, el modelo va a tender a estar alrededor de ese rango de valores.

Adicional, dependiendo de la cantidad de datos históricos que se tengan, se va a ver influenciado la precisión del modelo. Entre mayor sea el tiempo de la proyección, más datos se van a requerir para hacer la proyección, y menos preciso va a ser.

Los casos donde no se realizaron algunas proyecciones, ya sea de producción, importaciones, consumo intermedio o exportaciones es porque: 1) No existen datos: en la información del BOU las cifras son cero. 2) Los datos son marginales: cuando la magnitud de los datos no proporciona una gráfica que ofrezca información adecuada para análisis (dado que, en escala, el contraste con respecto a los otros datos disponibles los hace irrelevante).

Nota: No se identifican proyectos que actualmente se encuentren en fase de exploración/explotación del mineral. Las proyecciones se realizan con información suministrada por el DANE por solicitud de la UPME.

Escenario 1. Continuidad**Modelo de proyección de oferta y demanda para Cromo**

Para la construcción del modelo para la proyección de oferta y demanda del Cromo, se consideraron las mismas variables que corresponden al análisis de Balance Oferta / Utilización, es decir, las mismas empleadas por el DANE en el Sistema de Cuentas Nacionales, en el capítulo de Bienes y Servicios, y que están relacionadas con el entregable Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016 realizado en el marco del proyecto.

Para las realizar las proyecciones se utilizaron las fuentes de datos que se describen a continuación, con las respectivas series de datos que se indican al lado de cada una, tanto para oferta como para demanda. El esquema de la información que se presenta a continuación es:

[Tipo de dato]	[fuente]	(serie de tiempo)
Consumo Intermedio	DANE	(2012 - 2016)

Series de datos relativos a DEMANDA

- Consumo Intermedio - DANE (2012 - 2016)
- Variación Existencias - DANE (2012 - 2016)
- Exportaciones - DANE (2012 - 2016)
- Producción mundial de acero - BMI research (2018 – 2027)
- Consumo mundial de acero - BMI research (2018 – 2027)
- Inventarios mundiales de acero - BMI research (2018 – 2027)
- Producción mundial de acero - FitchSolutions (2013 – 2022)
- PIB Industria del Cuero – DANE (2005 – 2017)

Series de datos relativos a OFERTA

- Producción - DANE (2012 - 2016)
- Importaciones - DANE (2012 - 2016)
- Regalía - ANM (2012 – 2015)
- PIB Minerales Minas y Canteras – UPME (2005 – 2035)

Escenario 1. Continuidad**Variables modelo de continuidad**

Para la construcción del modelo, se consideraron específicamente las variables que se enuncian a continuación, dado que el índice de correlación de mayor de 0,4 como valor absoluto:

Producción: <ul style="list-style-type: none"> • Producción DANE • PIB Minerales Minas y Canteras 	Importaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Importaciones DANE • Producción de acero
Consumo intermedio: <ul style="list-style-type: none"> • Consumo intermedio DANE • Producción de acero 	Exportaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Exportaciones DANE • PIB Minerales Minas y Canteras

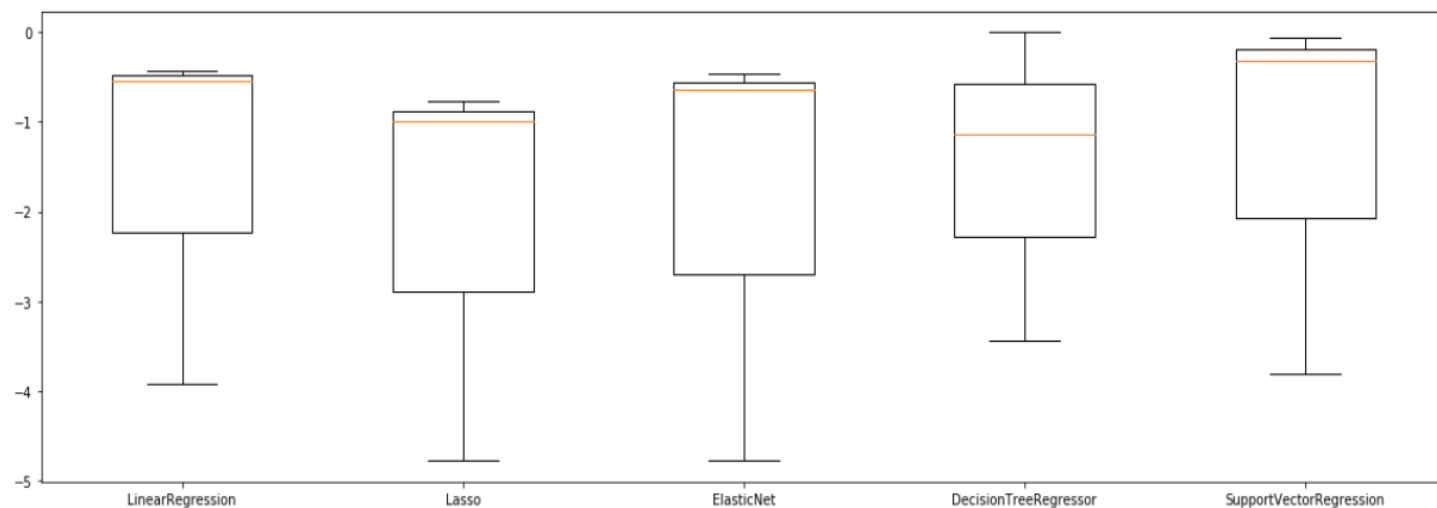
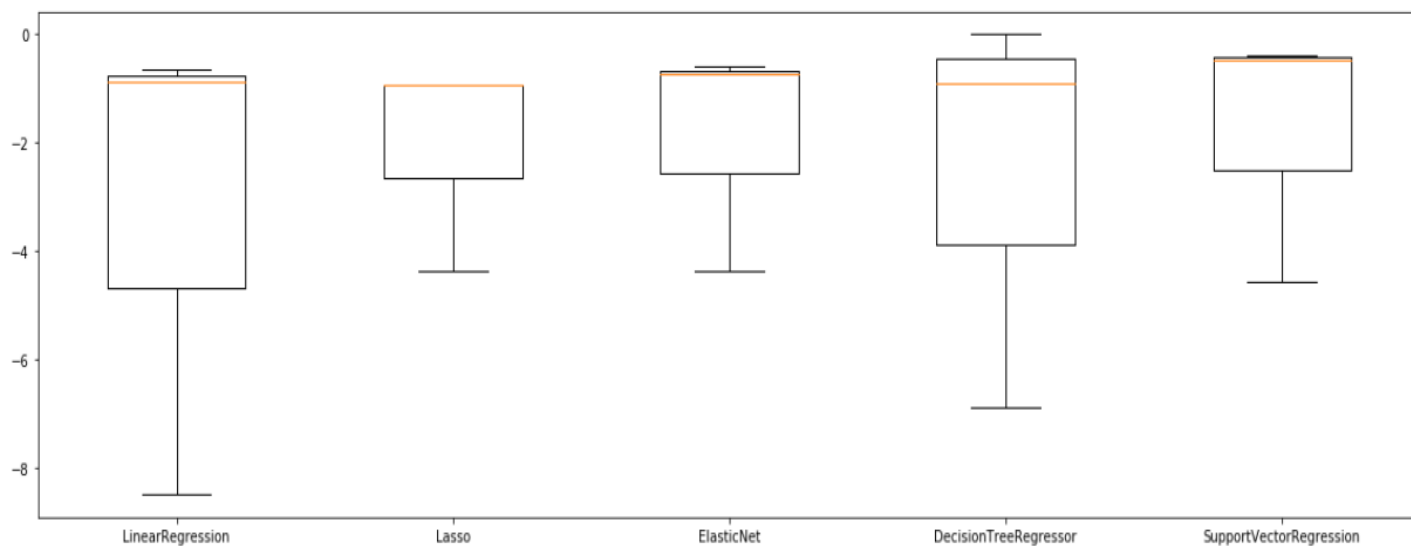
Los modelos requieren de su misma serie para “aprender” su comportamiento histórico y su relación con las otras variables utilizadas. Por lo anterior es que para el modelo de oferta (producción, importaciones) una de las variables utilizadas es la serie histórica de producción/importaciones y para el modelo de demanda (exportaciones, consumo intermedio) una de las variables utilizadas es la serie de exportaciones/ consumo intermedio.

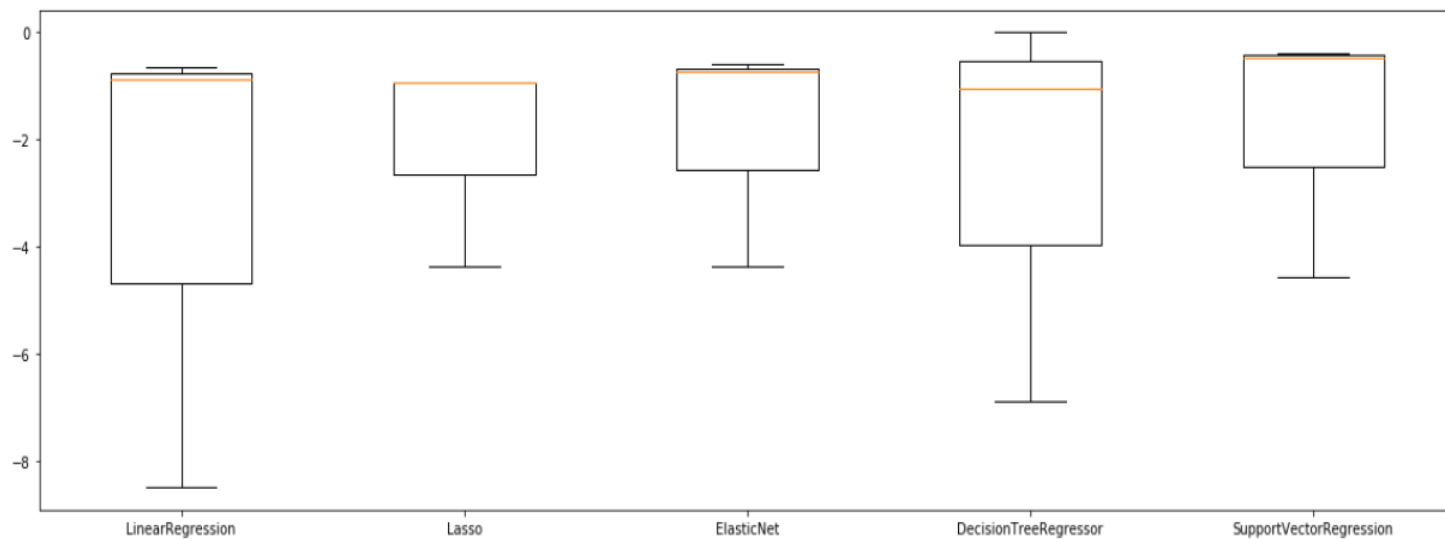
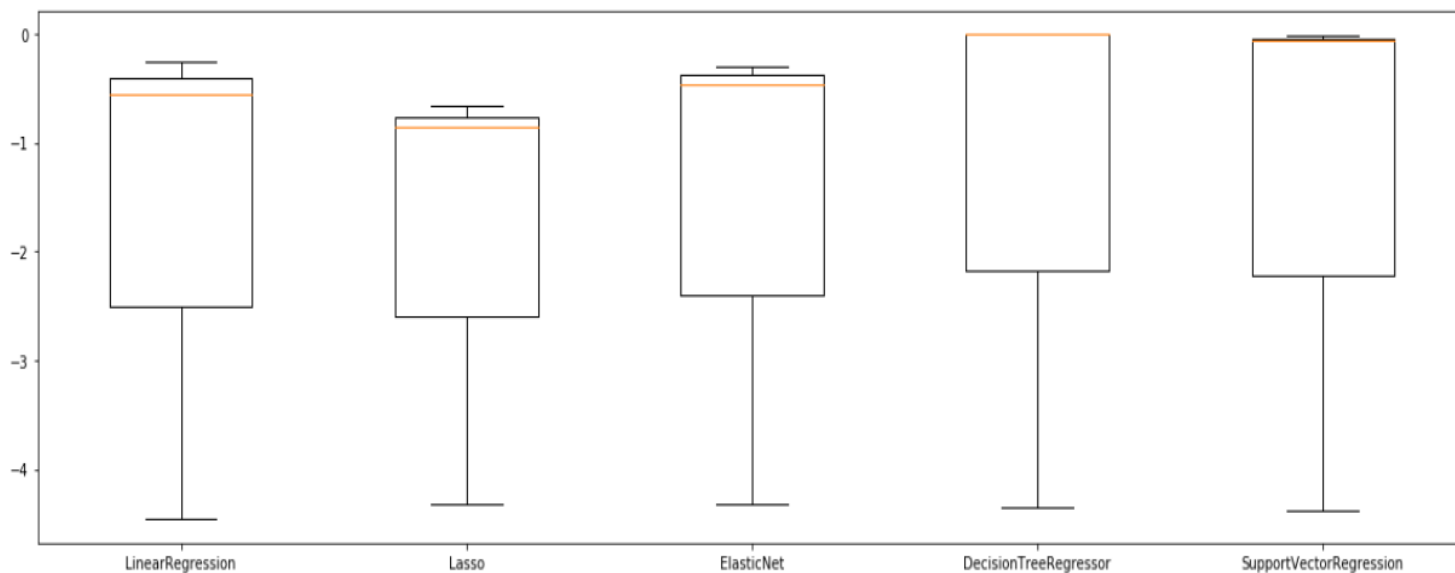
En los modelos de oferta y/o demanda también se incluyeron variables como: el PIB de minas y canteras, que es una representación de los esfuerzos por mejorar el sector, ya sea que estos esfuerzos provengan desde el gobierno, desde la inversión privada en el sector de minas o dado por el comportamiento del mercado de la canasta de minerales con la que cuenta el país. De igual forma, se incluyeron las variables de asociadas con el mercado del mineral.

Selección del modelo utilizado

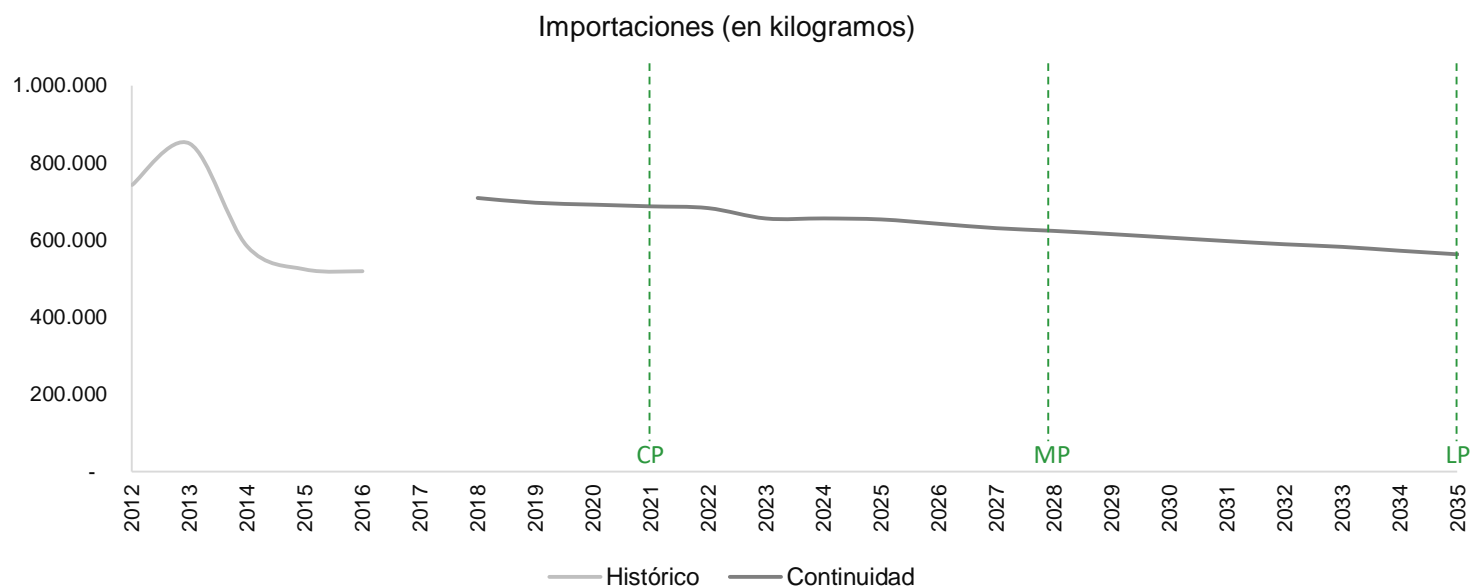
Las proyecciones se realizaron a partir de 5 técnicas diferentes de machine learning con el fin de evaluar cuál de ellas se adapta mejor a los datos históricos que permiten el entrenamiento de los modelos. Adicionalmente, se implementaron técnicas de entrenamiento cruzado de modelos para aprovechar al máximo los datos de entrenamiento (series históricas). Como resultado del entrenamiento cruzado de los modelos, se obtienen diferentes métricas del error (Ej. MSE, RMSE, R^2 , AAE) las cuales son evaluadas con el fin de seleccionar el modelo que de un mejor ajuste hacia los datos.

La siguientes gráficas muestran el MSE obtenido para los 5 modelos en el entrenamiento cruzado para producción, importaciones, consumo intermedio y exportaciones. En la de producción se puede ver que los modelos de Regresión Lineal, Regresión de Árboles de decisión y Soporte Vectorial tienen MSE similares lo cual indica que son candidatos para realizar la proyección. Para las importaciones y el consumo intermedio, se puede ver que los modelos de Lasso, Elastic Net y Regresión de Soporte Vectorial tienen MSE similares lo cual indica que son candidatos para realizar la proyección. Finalmente, para las exportaciones se puede ver que todos los modelos tienen MSE similares lo cual indica que son candidatos para realizar la proyección.

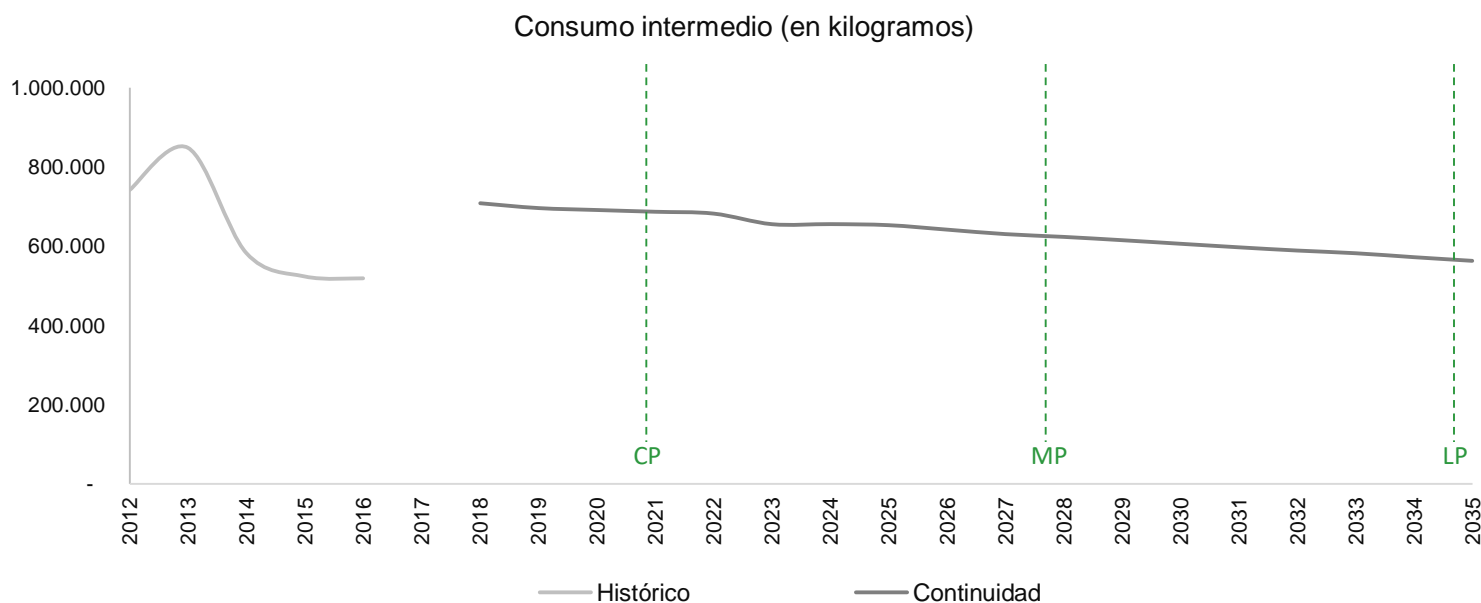
Escenario 1. Continuidad**Producción****Importaciones**

Escenario 1. Continuidad**Consumo intermedio****Exportaciones**

Las medidas de error se presentan en los anexos asociados al mineral (ver anexo Q)

Escenario 1. Continuidad**Modelo de oferta**

Las importaciones van a responder a las necesidades de consumo intermedio que requieran las industrias nacionales, por lo cual presenta el mismo comportamiento que el consumo intermedio, como se muestra en la gráfica de importaciones.

Consumo intermedio

- La proyección del escenario de continuidad muestra como se mantiene la tendencia decreciente en el consumo de Cromo importado a nivel nacional.
- Dicha tendencia decreciente (del consumo de cromo importado), puede estar asociada con las tasas de crecimiento negativas que ha tenido el sector de cuero a nivel nacional. Así como, también puede influir el decrecimiento de la industria de la construcción, representado en su PIB.

Estado actual del mineral

Producción

- A 2018, en el RUCOM no hay publicados comercializadores mineros asociados a títulos mineros de cromo y sus concentrados en Colombia.
- El cromo se obtiene del mineral de cromita.
- Colombia explotó cromita de los municipios de Bello y San Pedro (Antioquia) con fines metalúrgicos y químicos, producción de pigmentos de cromo.
- En la actualidad no existen yacimientos en explotación ni en exploración en el país, por esta razón no se reporta producción

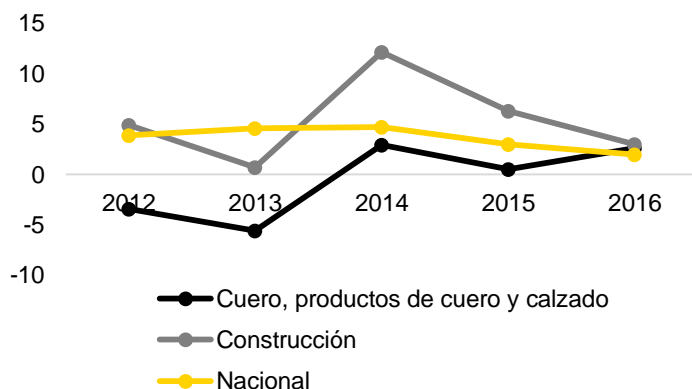
Importaciones

- De acuerdo a los resultados entregados por el DANE, en el marco del proyecto de Cuenta Satélite Minera, hay importaciones de este mineral para cubrir las necesidades de la industria nacional.

Exportaciones

- De acuerdo a los resultados reportados por el DANE, en el marco del proyecto de Cuenta Satélite Minera, las exportaciones estarían relacionadas con la producción, por lo cual, se aplican las mismas consideraciones descritas para la variable producción.

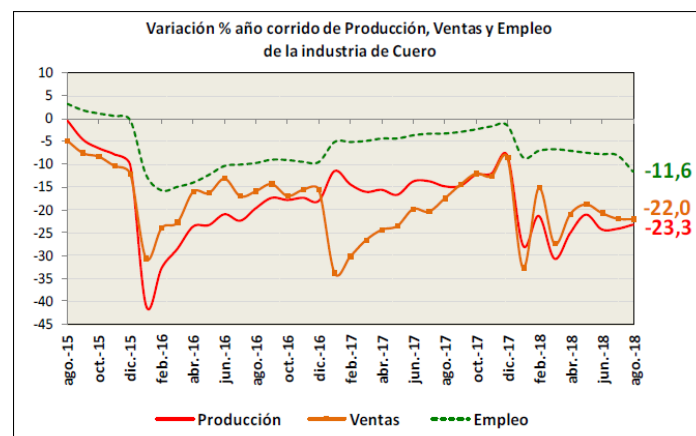
Tasas de crecimiento PIB nacional y por sectores



DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística

Consumo intermedio

- No se dispone de información desagregada del uso del mineral de Cromo en la industria nacional.
- Algunos de los usos del mineral de Cromo y/o compuestos químicos que contienen cromo, son en el sector de la construcción (producción de cemento, materiales refractarios, acero y de fundición), en el sector de las curtiembres (sales de Cromo para curtir el cuero), entre otros.
- Se generan supuestos basados en la información disponible de las industrias nacionales relacionadas con este mineral.
- Sin embargo, estos supuestos son una aproximación para generar los escenarios del consumo intermedio del mineral en el país. Estos se encuentran relacionados con la precisión de la información suministrada/disponible. Lo que genera un grado adicional de incertidumbre a los resultados de las proyecciones de los escenarios.
- Para mejorar la calidad de los resultados de las proyecciones en los escenarios es necesario contar con información precisa, confiable y desagregada, la cual no es encuentra disponible actualmente.



DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística

Consideraciones escenarios

Para los resultados que se presentaran a continuación, su análisis y uso, se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- La precisión de las proyecciones realizadas dependen de la cantidad y calidad de la información suministrada por el modelo.
- Para este mineral la información disponible corresponde a sólo cinco años de historia, razón por la cual los resultados a 17 años en el futuro se ven afectados en precisión.
- Como se mencionó anteriormente, este mineral no tiene identificadas minas de explotación en el país.
- El DANE, en el marco del proyecto Cuenta Satélite Minera, reportó información asociada a la producción de este mineral.
- Dicha producción reportada por el DANE, se puede encontrar asociada a las relaciones que se definieron en el marco del proyecto Cuenta Satélite Minera para cerrar el balance Oferta Utilización (La oferta debe ser igual a la utilización, relacionando que las exportaciones sean igual a la producción)
- Las exportaciones de este mineral identificadas en el proyecto anteriormente mencionado, pueden estar asociadas a materiales/productos que contienen este mineral o materiales/productos que se encuentran asociados en las mismas partidas arancelarias relacionadas con el mineral.
- Lo anterior significa, que dichas exportaciones pueden no estar relacionadas con la exportación del mineral en sí, si no con otro tipo de productos/ materiales. Y por ende, la información de producción también se encontraría afectada por la misma situación que las exportaciones.
- Con el fin de presentar la variación de las proyecciones en los diferentes escenarios, la producción, y por ende las exportaciones, fueron afectadas en función del PIB de Minas y Canteras (base, optimista y pesimista), dado que esta variable agrupa el rendimiento del sector minero en el país.

Adicional, para estas variables (producción y exportaciones) no se incorporaron hitos, por lo cual sus resultados se muestran solamente en la última sección “Síntesis”. Lo anterior debido a que:

- No se identifican proyectos que actualmente se encuentren en fase de exploración/explotación del mineral.
- Si no hay proyectos identificados actualmente, es muy poco probable que en el periodo de estudio (17 años) se desarrolle un proyecto de explotación que aporte en producción al país.
- Lo anterior teniendo en cuenta los tiempos de desarrollo que requiere un proyecto minero para que inicie su proceso de explotación. Tiempo aproximado: 11 años de exploración, 3-5 años de construcción y montaje, 2-4 años de obtención de documentación legal –títulos, licencias, consultas previas, etc.

Con relación al consumo intermedio:

- Se generan supuestos basados en la información disponible de las industrias nacionales relacionadas con este mineral.
- Sin embargo, estos supuestos son una aproximación para generar los escenarios del consumo intermedio del mineral en el país. Estos se encuentran relacionados con la precisión de la información suministrada/disponible. Lo que genera un grado adicional de imprecisión a los resultados de las proyecciones de los escenarios.
- Para mejorar la precisión de los resultados de las proyecciones en los escenarios es necesario contar con información precisa, confiable y desagregada, la cual no es encuentra disponible actualmente.

Escenario 2. Coexistencia

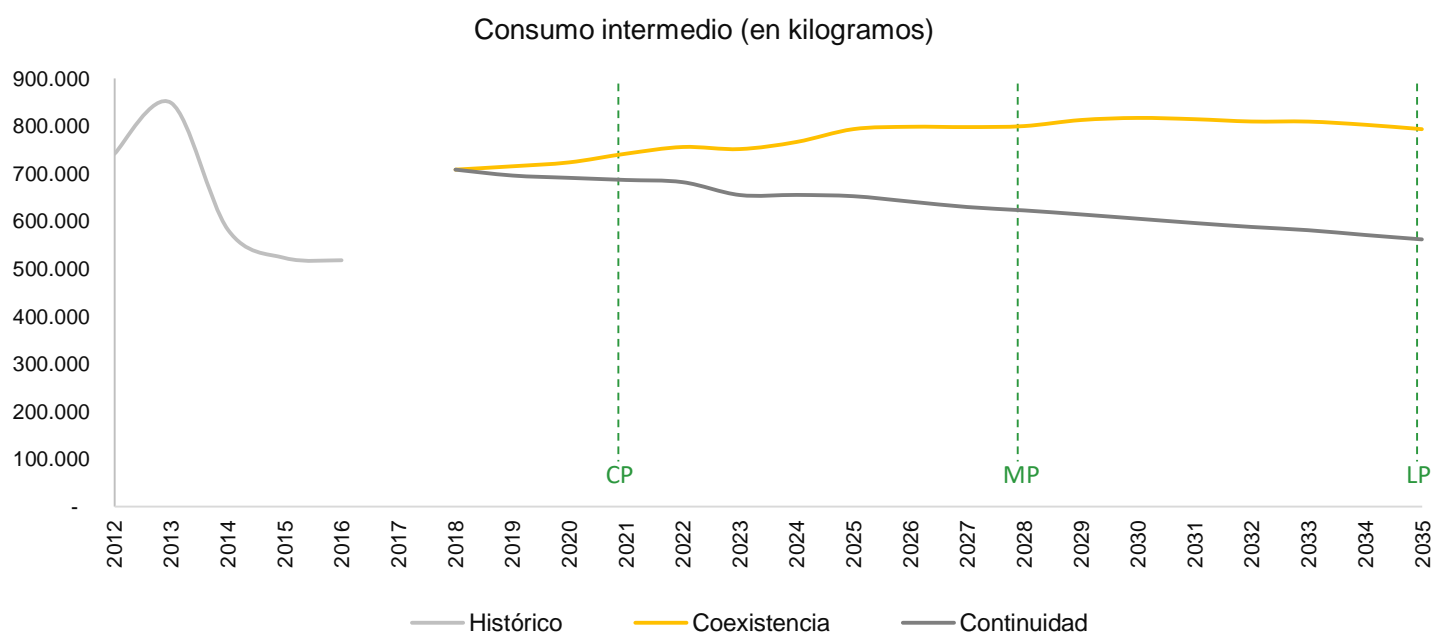
Colombia 2035: Coexistencia

Febrero, 2035

“La mejor forma de predecir el futuro es crearlo”
Peter Drucker

Colombia comprende que la riqueza está en aquello que nos complementa y que la minería responsable con el medio ambiente, las comunidades y con otras actividades que utilicen el suelo, es un instrumento de prosperidad. El equilibrio entre el impulso Estatal, una comunidad constructiva, activa y participante, y una minería apalancada en el conocimiento de su potencial, le permitieron a Colombia avanzar en espirales ascendentes de creación de valor compartido.

Modelo de demanda

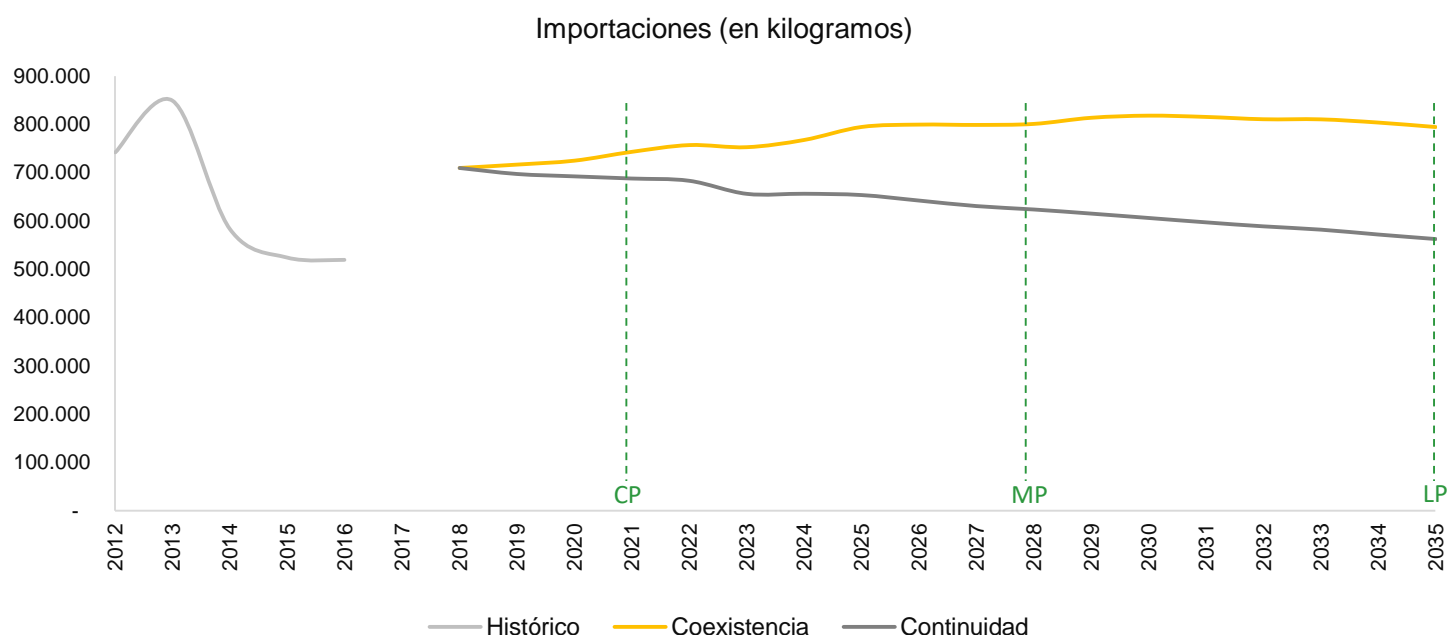


En el escenario de coexistencia, se observa una tendencia creciente en el consumo intermedio de Cromo importado, hasta alcanzar un valor alrededor de los 794 mil kilogramos en 2035. El anterior comportamiento se encuentra asociado con los siguientes supuestos:

- Disminución de contrabando de calzado en Colombia que genera un aumento de la industria del cuero colombiana y por ende del uso de Cromo en el sector de las curtiembres.
- Aumento de las exportaciones de cuero en Colombia, que conlleva a una mayor demanda de cuero y por ende mayores importaciones de Cromo para este sector.
- Aumento de la capacidad de consumo de las personas que aumenta la demanda de los productos terminados del cuero
- Crecimiento del sector de la construcción (vivienda e infraestructura) a 5%

Escenario 2. Coexistencia

Modelo de oferta



Las importaciones van a responder a las necesidades de consumo intermedio que requieran las industrias nacionales, por lo cual presenta el mismo comportamiento que el consumo intermedio, como se muestra en la gráfica de importaciones.



Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y competidores)



Posibles condiciones de mercado favorables para el consumo intermedio de Cromo, impulsados por el buen desempeño de las industrias nacionales asociadas a dicho consumo.

Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- Disminución de contrabando de calzado en Colombia
- Aumento de las exportaciones de cuero en Colombia
- Aumento de la capacidad de consumo de las personas
- Crecimiento del sector de la construcción (vivienda e infraestructura) a 5%

Escenario 3. Divergencia

Colombia 2035: Divergencia

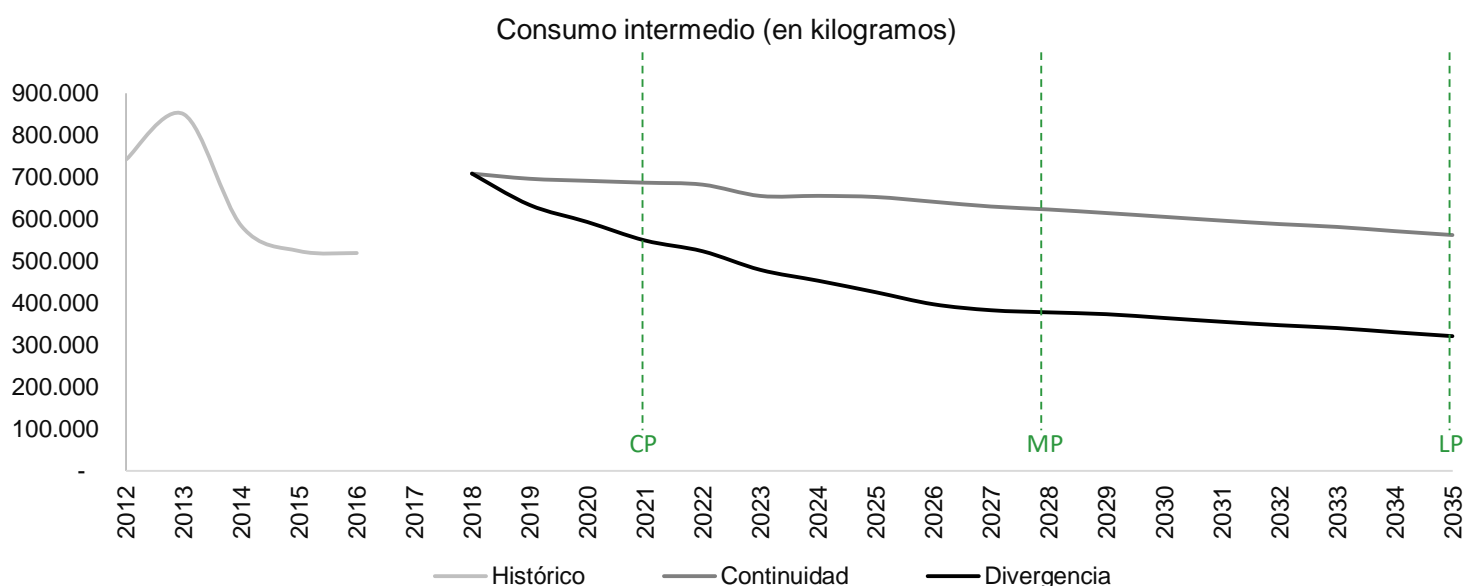
Febrero, 2035

“Si el ritmo de cambio de afuera excede el ritmo de cambio al interior, el fin esta cerca ”

Jack Welch

La perspectiva de futuro donde la actividad minería era boyante y aportaba los recursos necesarios para apalancar el progreso del País, se disolvió entre actores de integridad cuestionable y el aire insalubre que ahoga al mundo. Fracasaron los esfuerzos en pro del desarrollo sostenible y se materializa la distopía. Algunos piensan que perdieron los mineros, pero la verdad es que todos perdimos un poco... o todo.

Modelos de demanda

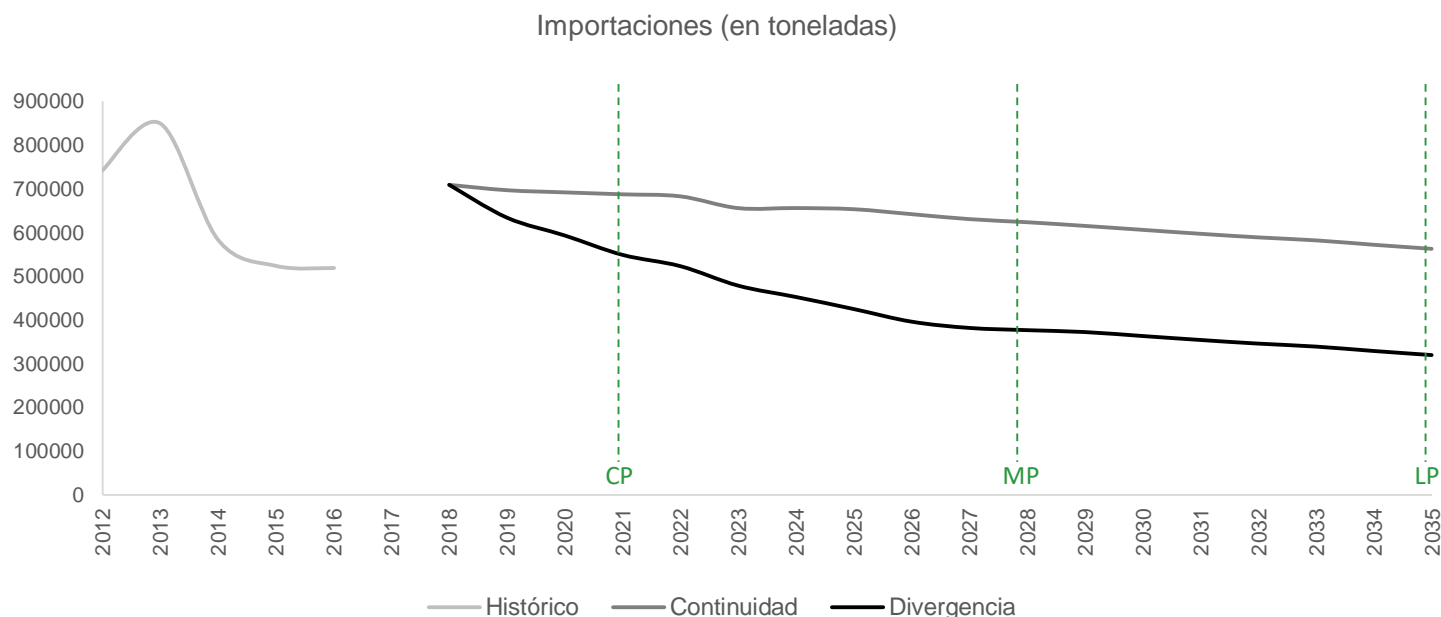


En el escenario de divergencia, se observa una tendencia decreciente en el consumo intermedio - de las importaciones - de Cromo, hasta alcanzar un valor alrededor de los 320 mil kilogramos en 2035. El anterior comportamiento se encuentra asociado con los siguientes supuestos:

- Aumento de contrabando de calzado en Colombia que genera una disminución de la industria del cuero colombiana y por ende del uso de Cromo en el sector de las curtiembres
- Disminución de la capacidad de consumo de las personas que aumenta la demanda de los productos terminados del cuero
- Crecimiento del sector de la construcción (vivienda e infraestructura) a 3,5%

Escenario 3. Divergencia

Modelo de oferta

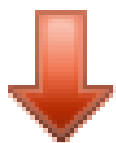


Las importaciones van a responder a las necesidades de consumo intermedio que requieran las industrias nacionales, por lo cual presenta el mismo comportamiento que el consumo intermedio, como se muestra en la gráfica de importaciones.

Impacto de las fuerzas para el escenario



Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y competidores)



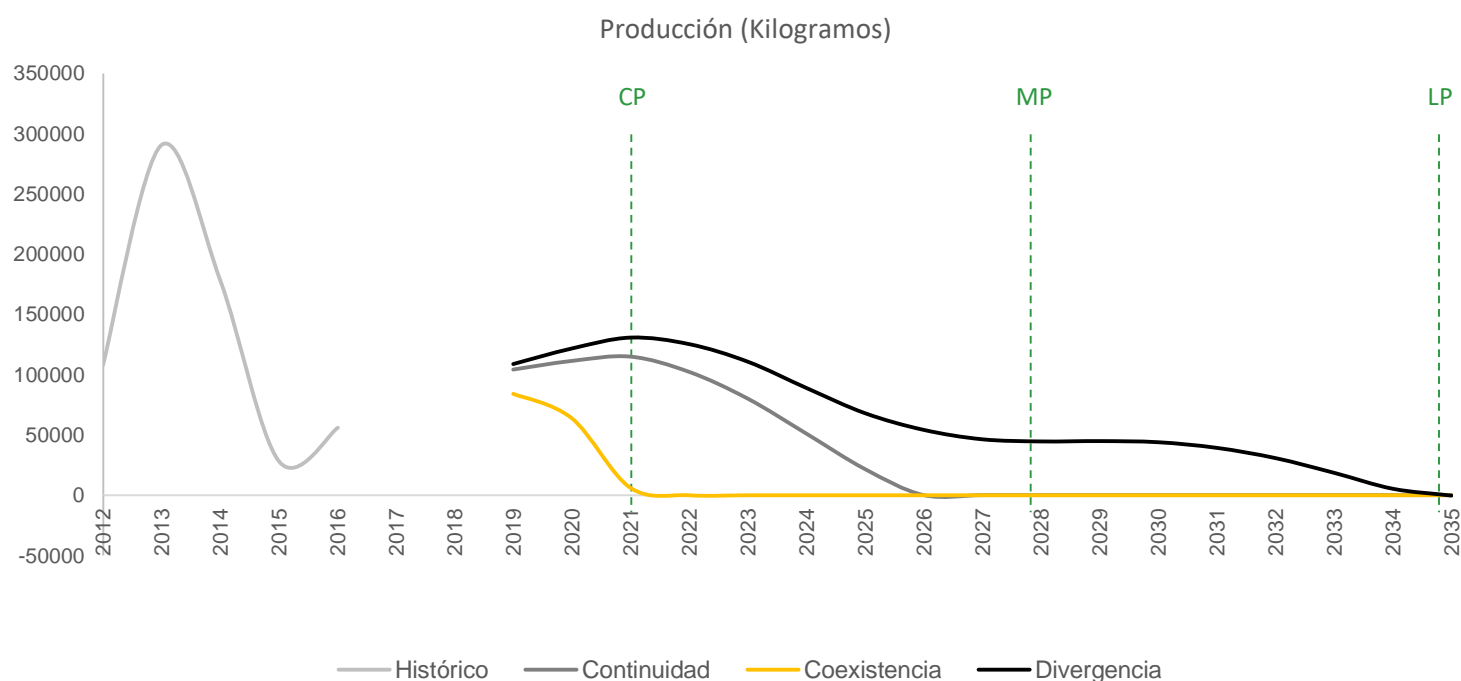
Posibles condiciones de mercado desfavorables para el consumo intermedio de Cromo, dados por condiciones adversas que han afectado el desempeño de las industrias nacionales asociadas a dicho consumo.

Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- Aumento de contrabando de calzado en Colombia
- Disminución de la capacidad de consumo de las personas
- Crecimiento del sector de la construcción (vivienda e infraestructura) a 3,5%

Síntesis

Modelo de oferta



Cifras proyección de la producción (cifras en kilogramos) – Tabla 1/2

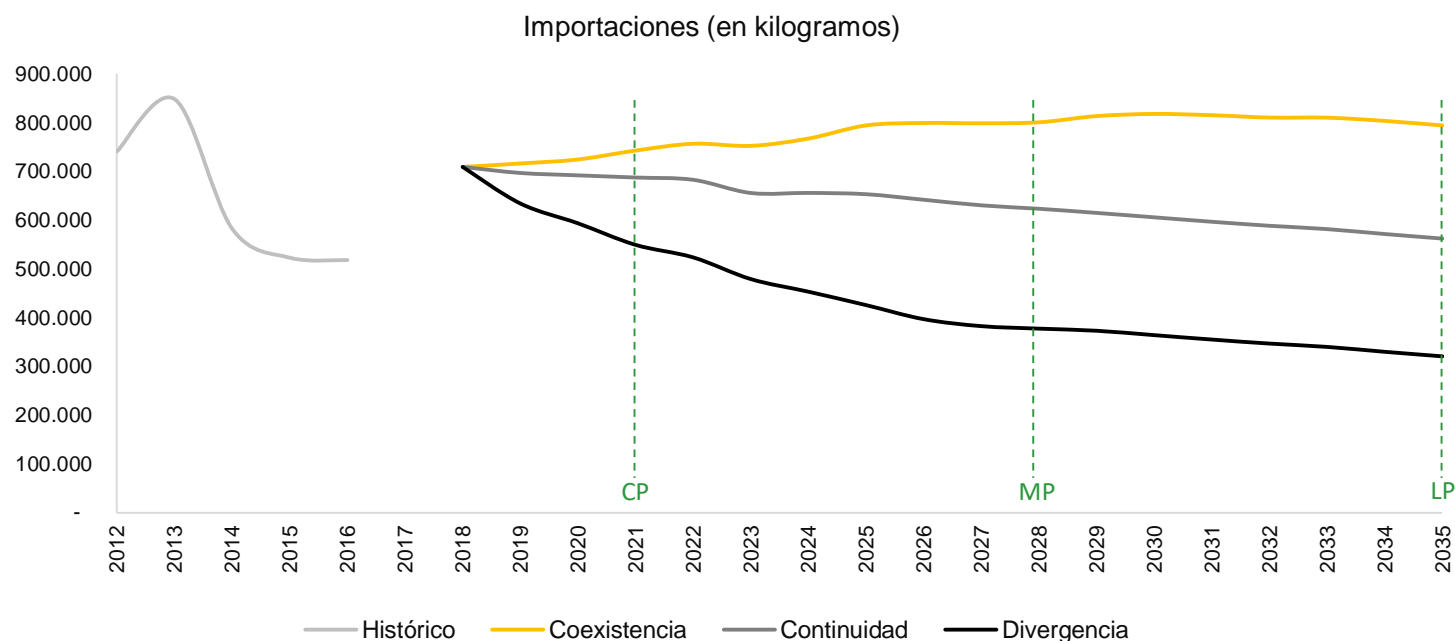
Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	84.325	63.968	6.148	0	0	0	0	0
Continuidad	104.131	111.294	114.848	102.195	79.985	50.956	21.533	0
Divergencia	108.793	121.659	130.655	125.260	110.734	88.990	68.127	54.330

Cifras proyección de la producción (cifras en kilogramos) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Continuidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Divergencia	46.559	44.779	45.079	44.133	39.451	30.991	18.801	5.646	0

Síntesis

Modelo de oferta



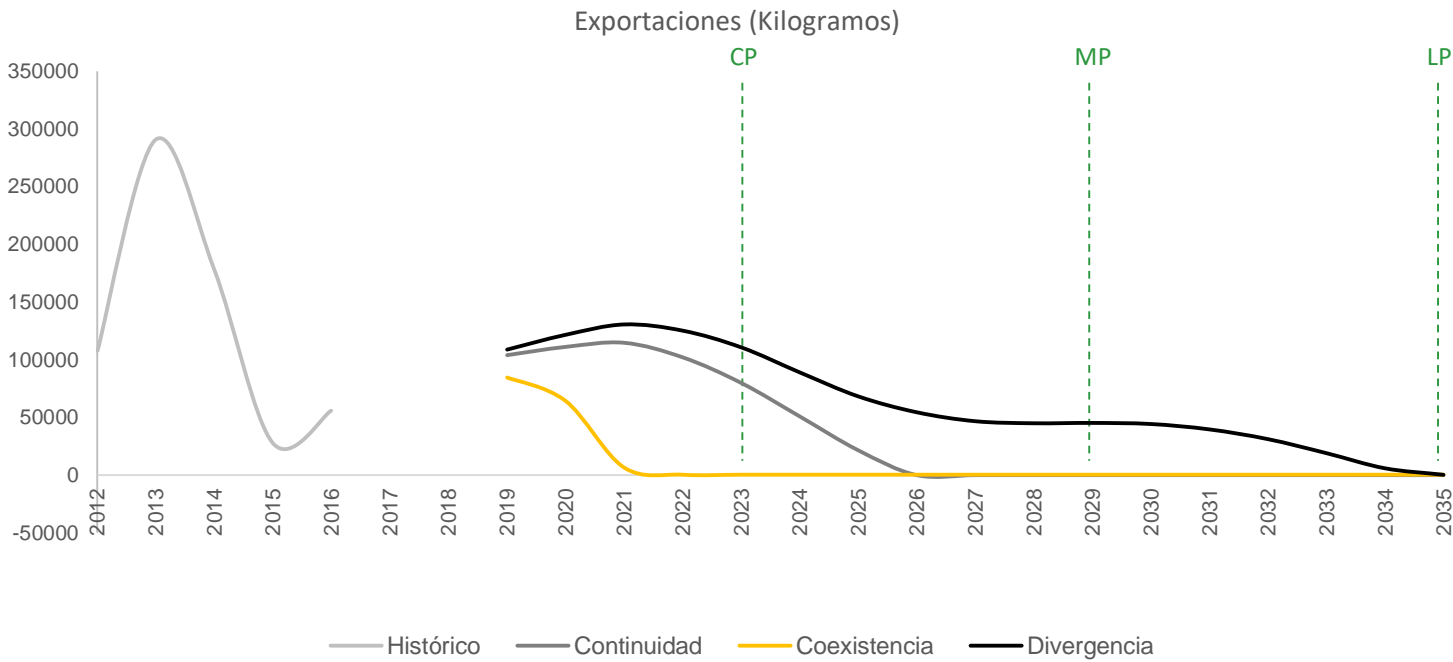
Cifras proyección de importaciones (cifras en kilogramos) – Tabla 1/2

Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	716.189	724.425	742.716	756.737	752.375	767.359	794.320	799.251
Continuidad	696.810	691.909	687.439	682.777	655.835	656.010	653.324	641.980
Divergencia	634.162	593.484	549.266	523.497	479.032	453.116	425.599	396.783

Cifras proyección de la importaciones (cifras en kilogramos) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	798.625	800.702	813.471	817.860	815.226	810.374	810.178	803.539	794.223
Continuidad	630.582	623.528	615.084	606.024	596.993	588.732	581.917	571.869	562.553
Divergencia	382.484	377.371	373.049	363.989	354.958	346.697	339.881	329.834	320.518

Modelo de demanda

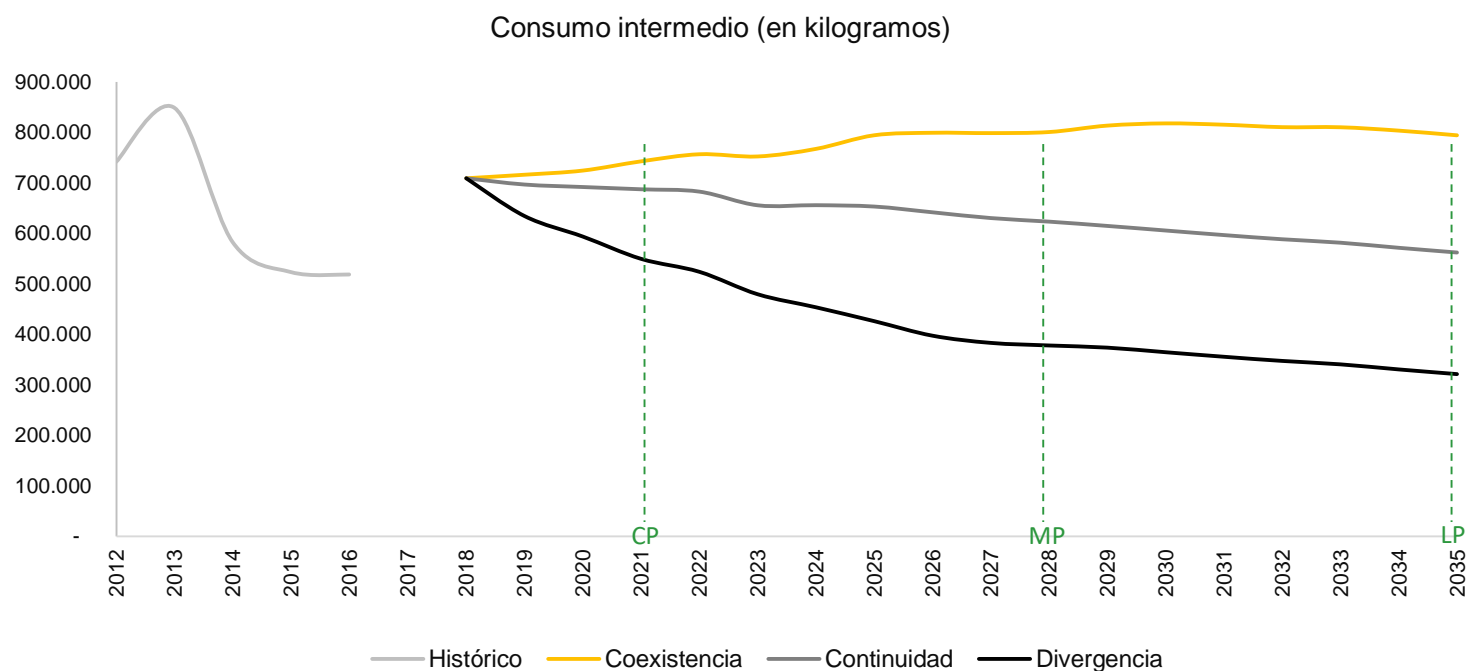


Cifras proyección de las exportaciones (cifras en kilogramos) – Tabla 1/2								
Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	84.325	63.968	6.148	0	0	0	0	0
Continuidad	104.131	111.294	114.848	102.195	79.985	50.956	21.533	0
Divergencia	108.793	121.659	130.655	125.260	110.734	88.990	68.127	54.330

Cifras proyección de las exportaciones (cifras en kilogramos) – Tabla 2/2									
Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Continuidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Divergencia	46.559	44.779	45.079	44.133	39.451	30.991	18.801	5.646	0

Síntesis

Modelo de demanda



Cifras proyección del consumo intermedio (cifras en kilogramos) Tabla 1/2

Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	716.189	724.425	742.716	756.737	752.375	767.359	794.320	799.251
Continuidad	696.810	691.909	687.439	682.777	655.835	656.010	653.324	641.980
Divergencia	634.162	593.484	549.266	523.497	479.032	453.116	425.599	396.783

Cifras proyección del consumo intermedio (cifras en kilogramos) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	798.625	800.702	813.471	817.860	815.226	810.374	810.178	803.539	794.223
Continuidad	630.582	623.528	615.084	606.024	596.993	588.732	581.917	571.869	562.553
Divergencia	382.484	377.371	373.049	363.989	354.958	346.697	339.881	329.834	320.518

Manganeso



Escenario 1. Continuidad**Colombia 2035: Continuidad**

Febrero, 2035

“Solamente aquel que construye el futuro tiene derecho a juzgar el pasado.”

Friedrich Nietzsche

Las expectativas prometían cambios radicales que impulsarían al Estado hacia una sólida visión; sin embargo, al llegar el 2035, las amenazas no materializadas y las oportunidades no aprovechadas en el sector minero, son las que determinan su realidad. El País es administrado a través de entidades públicas que siguen sin lograr una óptima sincronización, lo que lleva a que en ocasiones las reglas de juego no sean claras y justas para todos.

Premisas modelo de continuidad

El comportamiento histórico de la oferta y la demanda del mineral incluye o muestra el efecto que el estado de las fuerzas motoras han tenido a la fecha sobre el mineral. Por ejemplo los niveles de producción históricos de un mineral acogen el efecto de las fuerzas motoras, si los grupos sociales han tenido un impacto negativo, para un mineral en particular, que ha ocasionado una parada en la producción, este efecto estará representado en la serie histórica como una disminución en la producción en el periodo asociado a dicho evento.

Teniendo en cuenta lo anterior, y considerando que el escenario de continuidad establece que las fuerzas y el comportamiento actual siguen la misma tendencia actual, los modelos de demanda y oferta para este escenario sólo se basan en los modelos matemáticos de proyección de series futuras.

Dichos modelos matemáticos se basan solamente en la información histórica disponible para cada mineral, razón por la cual la proyección va a seguir un comportamiento parecido a la series históricas utilizadas. Lo anterior significa que si en la serie histórica se tienen pendientes positivas fuertes seguidas de pendientes negativas, la proyección también las va a tener. Así mismo, si la información histórica en su mayoría se mantiene en un rango de valores determinado, el modelo va a tender a estar alrededor de ese rango de valores.

Adicional, dependiendo de la cantidad de datos históricos que se tengan, se va a ver influenciado la precisión del modelo. Entre mayor sea el tiempo de la proyección, más datos se van a requerir para hacer la proyección, y menos preciso va a ser.

Los casos donde no se realizaron algunas proyecciones, ya sea de producción, importaciones, consumo intermedio o exportaciones es porque: 1) No existen datos: en la información del BOU las cifras son cero. 2) Los datos son marginales: cuando la magnitud de los datos no proporciona una gráfica que ofrezca información adecuada para análisis (dado que, en escala, el contraste con respecto a los otros datos disponibles los hace irrelevante).

Escenario 1. Continuidad**Modelo de proyección de oferta y demanda para Manganeseo**

Para la construcción del modelo para la proyección de oferta y demanda del Manganeseo, se consideraron las mismas variables que corresponden al análisis de Balance Oferta / Utilización, es decir, las mismas empleadas por el DANE en el Sistema de Cuentas Nacionales, en el capítulo de Bienes y Servicios, y que están relacionadas con el entregable Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016 realizado en el marco del proyecto.

Para realizar las proyecciones se utilizaron las fuentes de datos que se describen a continuación, con las respectivas series de datos que se indican al lado de cada una, tanto para oferta como para demanda. El esquema de la información que se presenta a continuación es:

[Tipo de dato]	[fuente]	(serie de tiempo)
Consumo Intermedio	DANE	(2012 - 2016)

Series de datos relativos a DEMANDA

- Producción – Dane (2012 - 2016)
- Importaciones – Dane (2012 - 2016)
- Producción – ANM (2012 - 2016)
- Regalías – AMN (2012 - 2016)

Series de datos relativos a OFERTA

- Consumo Intermedio – Dane (2012 - 2016)
- Variación de Existencias – Dane (2012 - 2016)
- Exportaciones – Dane (2012 - 2016)
- Precio Manganeseo – Metalary (2005 - 2018)
- Precio Manganeseo (ajustado por inflación) – Metalary (2005 - 2018)
- Producción de acero laminado con acabados en Colombia (Hot rolled flats) - BMI Research (2005 - 2015)
- PIB Minerales Metalíferos Escenario Base – UPME (2005 - 2035)
- PIB Minerales Metalíferos Escenario Optimista - UPME (2005 - 2035)
- PIB Minerales Metalíferos Escenario Pesimista - UPME (2005 - 2035)
- PIB Minerales Metalíferos Escenario Alterno - UPME (2005 - 2035)
- PIB Minerales Minas y Canteras Base - UPME (2005 - 2035)
- PIB Minerales Minas y Canteras Optimista - UPME (2005 - 2035)
- PIB Minerales Minas y Canteras Pesimista - UPME (2005 - 2035)
- PIB Minerales Minas y Canteras Alterna - UPME (2005 - 2035)

Escenario 1. Continuidad**Variables modelo de continuidad**

Para la construcción del modelo, se consideraron específicamente las variables que se enuncian a continuación, dado que el índice de correlación de mayor de 0,4 como valor absoluto:

Producción: <ul style="list-style-type: none"> • Producción DANE • Precio Manganese - Metalary • Produccion de acero laminado con acabados en Colombia (Hot rolled flats) - BMI Research • PIB Minerales Minas y Canteras Base – UPME 	Importaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Importaciones DANE • Precio Manganese - Metalary • Produccion de acero laminado con acabados en Colombia (Hot rolled flats) - BMI Research • PIB Minerales Minas y Canteras Base – UPME
Consumo intermedio: <ul style="list-style-type: none"> • Consumo intermedio DANE • Precio Manganese - Metalary • Produccion de acero laminado con acabados en Colombia (Hot rolled flats) - BMI Research • PIB Minerales Minas y Canteras Base – UPME 	

Los modelos requieren de su misma serie para “aprender” su comportamiento histórico y su relación con las otras variables utilizadas. Por lo anterior es que para el modelo de oferta (producción, importaciones) una de las variables utilizadas es la serie histórica de producción/importaciones y para el modelo de demanda (consumo intermedio) una de las variables utilizadas es la serie de consumo intermedio.

En los modelos de oferta y/o demanda también se incluyeron variables como: el PIB de minas y canteras, que es una representación de los esfuerzos por mejorar el sector, ya sea que estos esfuerzos provengan desde el gobierno, desde la inversión privada en el sector de minas o dado por el comportamiento del mercado de la canasta de minerales con la que cuenta el país. De igual forma, se incluyeron las variables de asociadas con el mercado del mineral.

Selección del modelo utilizado

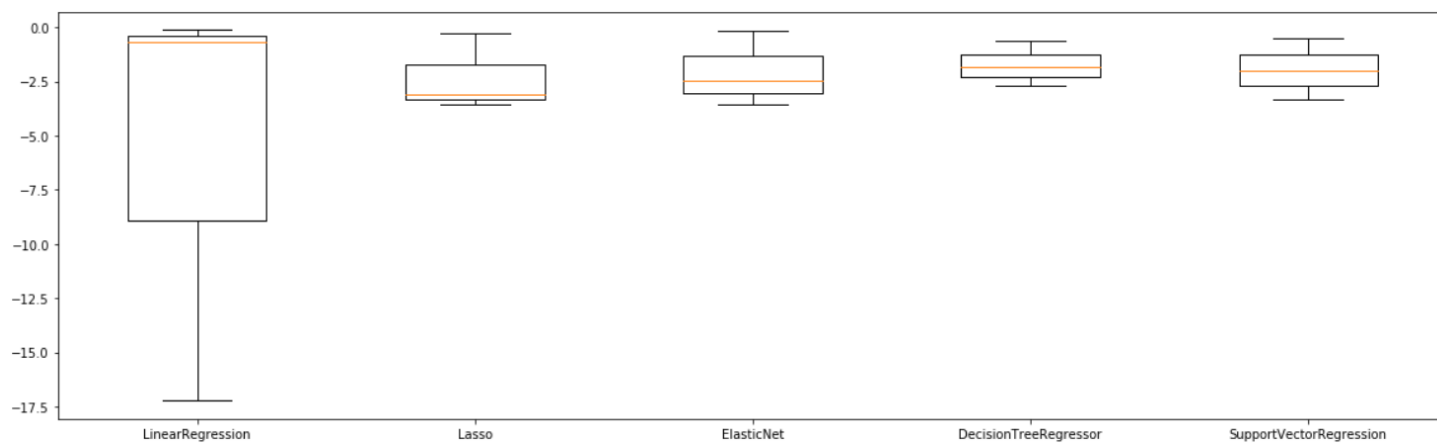
Las proyecciones se realizaron a partir de 5 técnicas diferentes de machine learning con el fin de evaluar cuál de ellas se adapta mejor a los datos históricos que permiten el entrenamiento de los modelos. Adicionalmente, se implementaron técnicas de entrenamiento cruzado de modelos para aprovechar al máximo los datos de entrenamiento (series históricas). Como resultado del entrenamiento cruzado de los modelos, se obtienen diferentes métricas del error (Ej. MSE, RMSE, R^2 , AAE) las cuales son evaluadas con el fin de seleccionar el modelo que de un mejor ajuste hacia los datos.

Las siguientes gráficas muestran el MSE obtenido para los 5 modelos en el entrenamiento cruzado para producción, importaciones, consumo intermedio y exportaciones. En la de producción, consumo interno e importaciones se puede ver que los modelos de Lasso, Elastic Net, Decision Tree y Support Vector Machine tienen MSE similares lo cual indica que son candidatos para realizar la proyección.

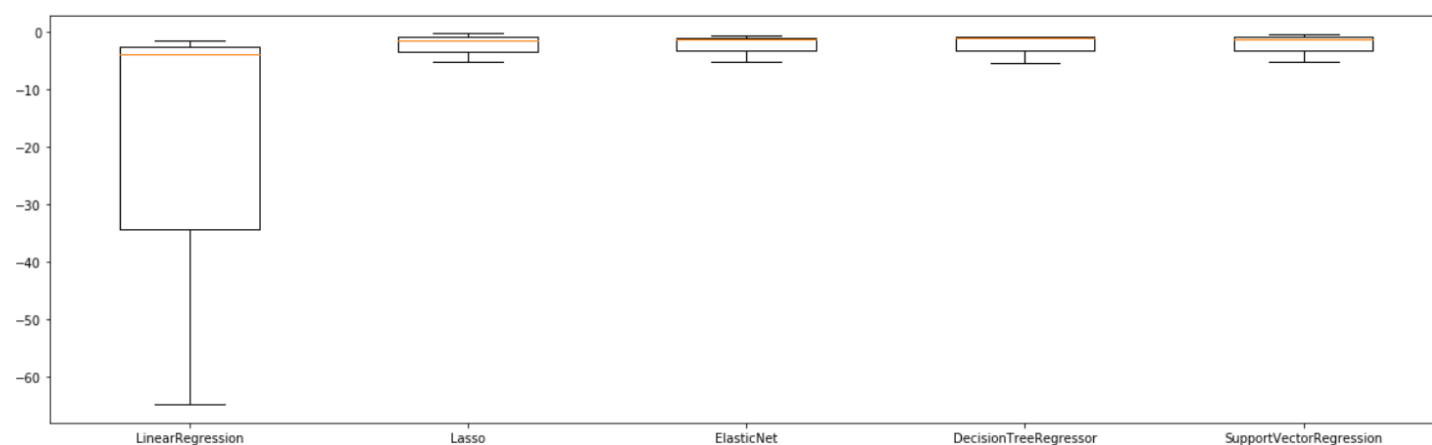
En cada uno de los gráficos se presenta una línea que indica el estado de las proyecciones a corto plazo (CP), calculado a 2021, mediano plazo (MP) calculado a 2028 y largo plazo (LP) calculado a 2035.

Escenario 1. Continuidad

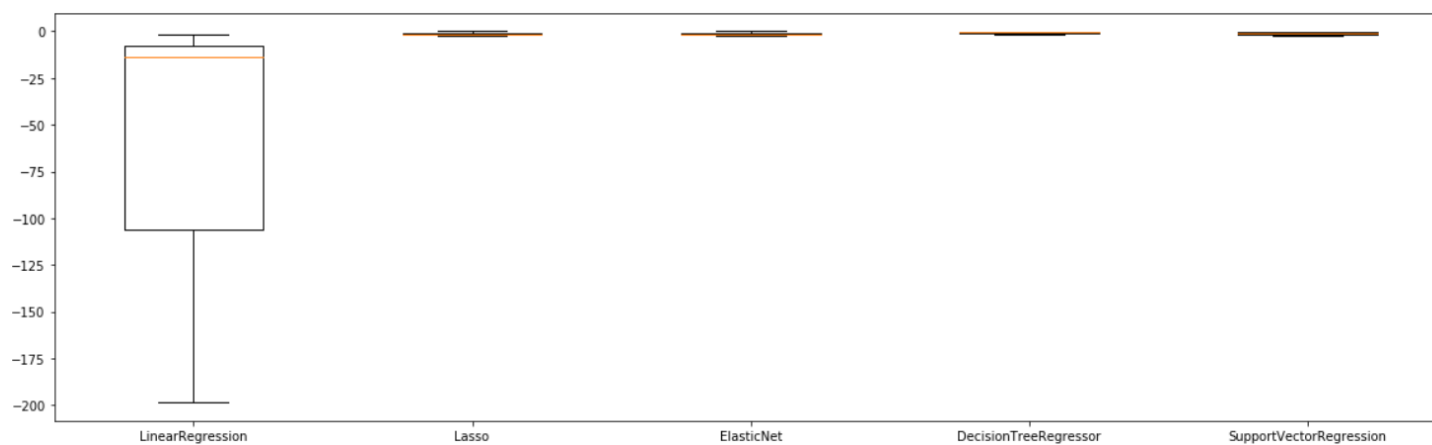
Producción



Importaciones



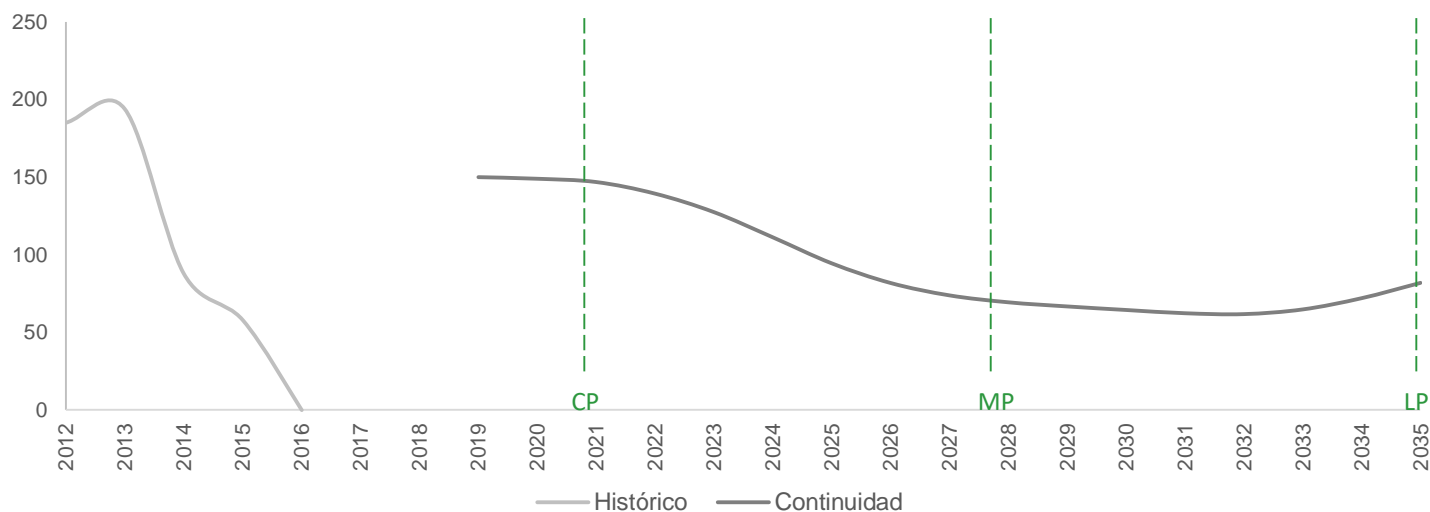
Consumo intermedio



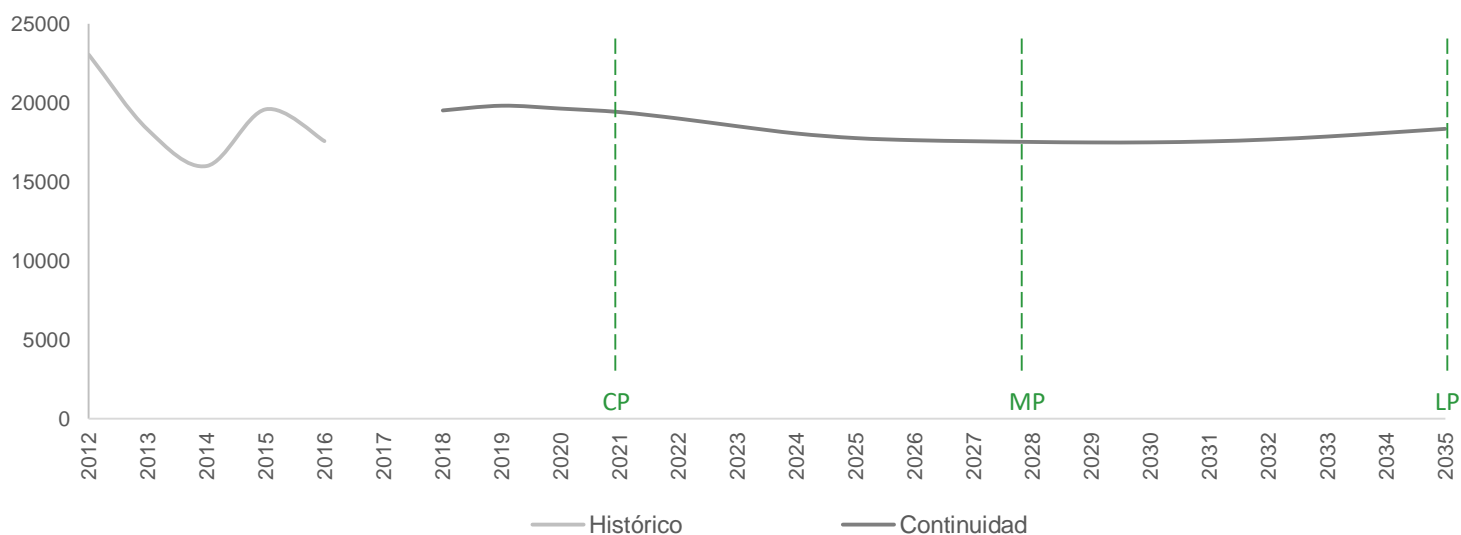
Las medidas de error se presentan en los anexos asociados al mineral (ver anexo R)

Escenario 1. Continuidad**Modelo de oferta**

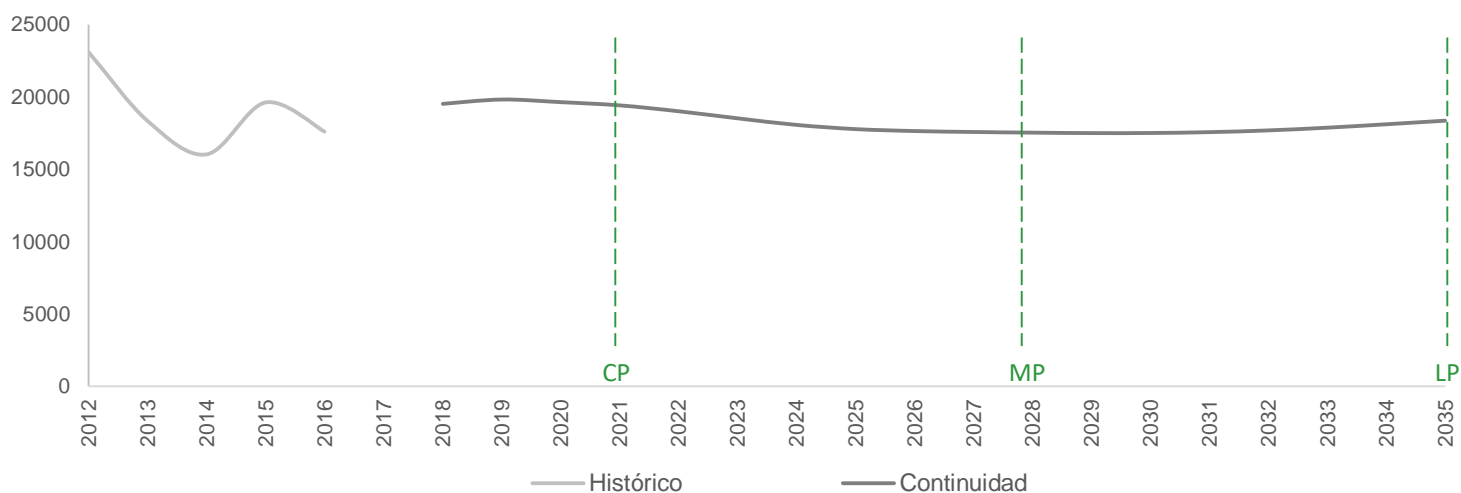
Producción de Manganeseo (en toneladas)



Importaciones (en toneladas)

**Modelo de demanda**

Consumo intermedio (en toneladas)



Estado actual del mineral

Producción

Las reservas de manganeso en Colombia a 2012 se encuentran valoradas en 29,3 millones de pesos, de acuerdo a la Agencia Nacional de Minería.

El manganeso en Colombia se explota en la mina La Sombra, en el municipio de Apia del departamento de Risaralda desde hace más de 50 años. En esta mina se encuentran minerales de manganeso dentro de rocas de afinidad submarina, pertenecientes al Complejo Vulcano-Sedimentario de Cañasgordas. Actualmente, se han publicado 3 títulos mineros asociados al manganeso en los municipios de Viterbo en el departamento de Caldas y Dabeiba y Santa Bárbara en el departamento de Antioquia.

De acuerdo al Atlas geoquímico de Colombia del Servicio Geológico Colombiano, en Colombia se presentan manifestaciones de manganeso en Antioquia, Boyacá, Huila, Valle del Cauca, Magdalena, Norte de Santander, Tolima y Nariño.

El comportamiento de la producción entre los años 2012 y 2016, se puede observar un ligero crecimiento para el periodo de 2012 a 2013 pero después se evidencia un decremento en los últimos años hasta llegar a una producción de 0 toneladas en 2016. Con respecto a la producción, se puede evidenciar:

- Un ligero crecimiento de un 5% para el periodo de 2012 a 2013.
- Después de este crecimiento se evidencia un decrecimiento en los últimos años, hasta parar la producción en 2016. Las tasas de decrecimiento fueron de 55% y 34%, para los periodos de 2013 a 2014, y de 2014 a 2015, respectivamente.

Las importaciones del mineral para los años 2012 a 2015, mostraron tendencia a la caída, con un repunte circunstancial en 2015, para nuevamente caer en el 2016. Las importaciones del mineral de manganeso rondan las 20,000 toneladas, supliendo las necesidades de la industria nacional. En la serie se presentan diferencias entre las cantidades importadas y las utilizadas anualmente en la industria manufacturera. Según el DANE, estas diferencias se pueden explicar especialmente, por las expectativas de los productores frente a los precios internacionales. Para el año 2014 se importaron 36.000 mil toneladas, que sobrepasó la capacidad nacional de utilización.

El mayor rubro que compone la utilización en cada año de los últimos 5 años ha sido el consumo intermedio. Aun cuando se presentan datos de exportación en el 2012, estas corresponden solo a un 0,1% del total de la oferta.

En consecuencia, dado que la producción no es suficiente para cubrir las necesidades de la industria interna, la demanda es cubierta por las importaciones.

Según informó el DANE, el consumo intermedio se calculó a partir de los datos de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM), haciendo un ajuste a la información en relación a los precios del principal consumidor de manganeso.

En este sentido, la información de la EAM, requirió de una depuración importante en la definición del mercado del manganeso, dado que sin este ejercicio, los cambios se darían a través de la variación de existencias, que no serían consistentes con las disponibilidades de almacenamiento del mineral.

Por su parte, la variación de existencias se presentan como el resultado de la deducción del consumo de mineral del total de mineral comprado, ajustado por el argumento del principal consumidor.

Finalmente, según los registros provenientes de la DIAN, las exportaciones de manganeso en Colombia son nulas en la práctica.

Como se observó en las gráficas anteriores, que corresponden al escenario de continuidad (en cual es proyectado a partir de información la histórica disponible) a corto plazo (CP), mediano plazo (MP) y largo plazo (LP) las proyecciones de importaciones y consumo intermedio presentan un comportamiento más o menos estable, con una leve tendencia a la baja; por su parte, la producción tiene una marcada curva descendiente. Es importante resaltar que este resultado se produce con las series de datos disponibles al cierre del presente informe, pero que es susceptible de fortalecerse a medida que se vayan agregando nuevos datos o información relacionada con el mineral.

Consideraciones escenarios

Para los resultados que se presentaran a continuación, su análisis y uso, se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:



- La precisión de las proyecciones realizadas dependen de la cantidad y calidad de la información suministrada por el modelo.
- Para este mineral la información disponible corresponde a sólo cinco años de historia, razón por la cual los resultados a 17 años en el futuro se ven afectados en precisión.
- Con el fin de presentar la variación de las proyecciones en los diferentes escenarios, la producción, el consumo intermedio y las importaciones fueron afectadas en función del PIB de Minas y Canteras (base, optimista y pesimista), dado que esta variable agrupa el rendimiento del sector minero en el país.
- Se generan supuestos basados en la información disponible de las industrias nacionales relacionadas con este mineral.
- Sin embargo, estos supuestos son una aproximación para generar los escenarios de la producción, el consumo intermedio e importaciones del mineral en el país. Estos se encuentran relacionados con la precisión de la información suministrada/disponible. Lo que genera un grado adicional de imprecisión a los resultados de las proyecciones de los escenarios.
- Para mejorar la precisión de los resultados de las proyecciones en los escenarios es necesario contar con información precisa, confiable y desagregada, la cual no se encuentra disponible actualmente.

Escenario 2. Coexistencia

Colombia 2035: Coexistencia

Febrero, 2035

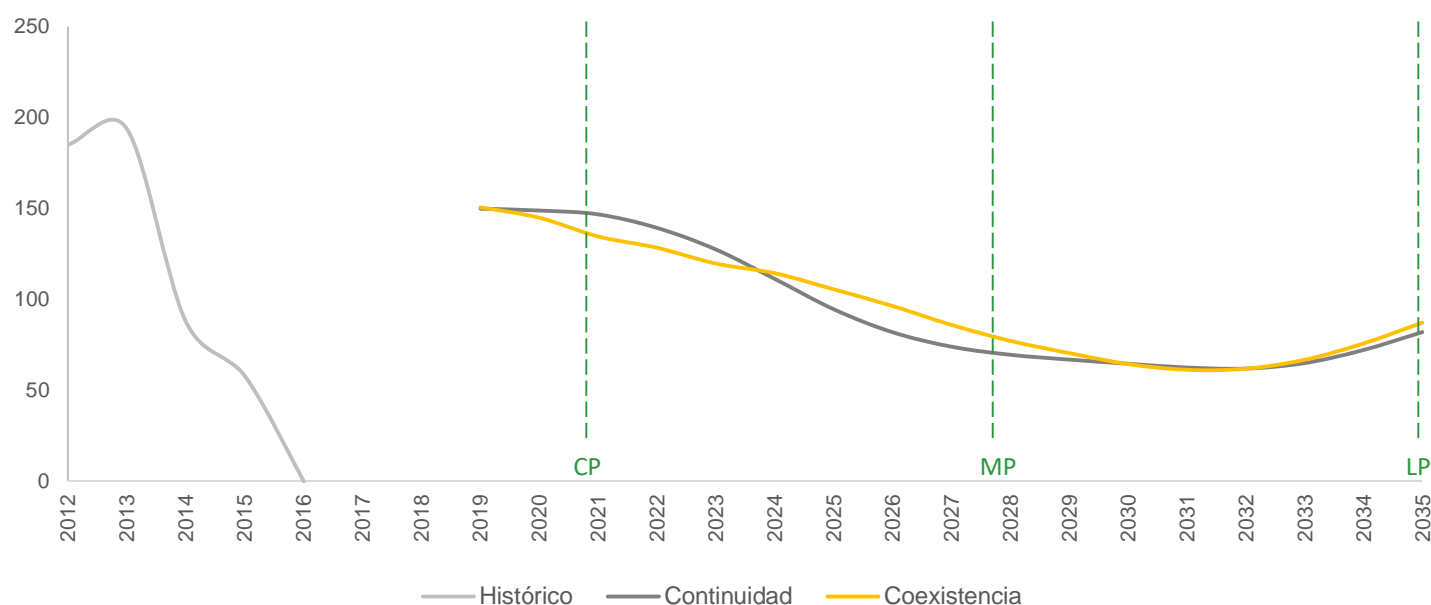
“La mejor forma de predecir el futuro es crearlo”

Peter Drucker

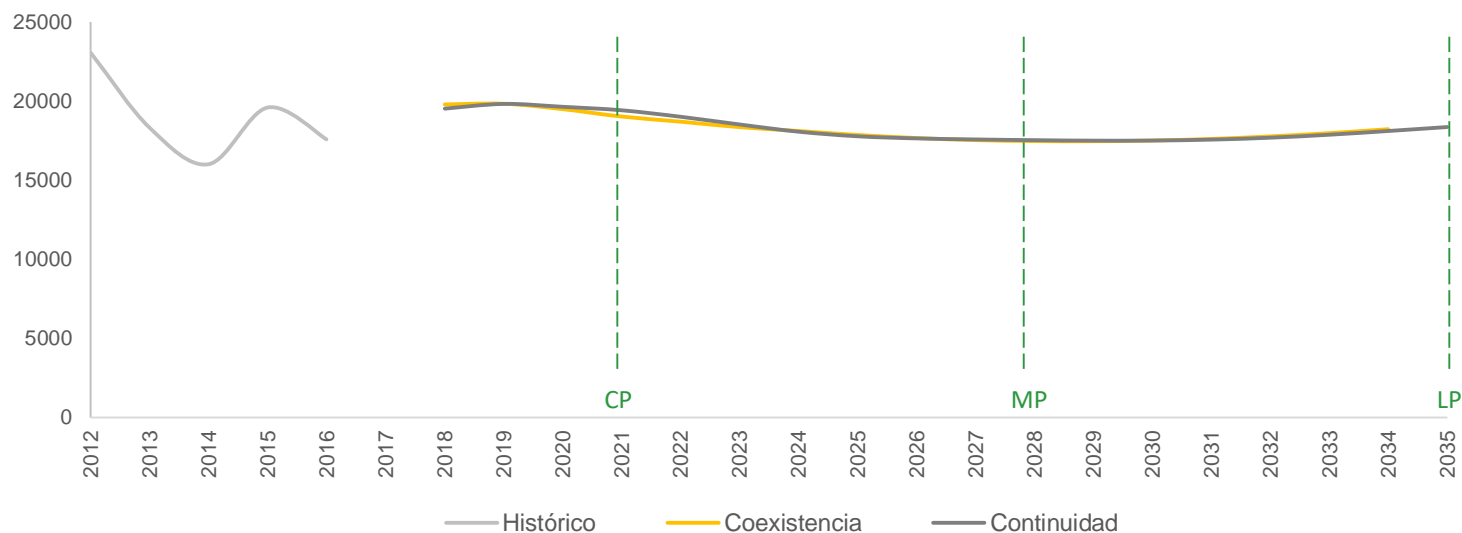
Colombia comprende que la riqueza está en aquello que nos complementa y que la minería responsable con el medio ambiente, las comunidades y con otras actividades que utilicen el suelo, es un instrumento de prosperidad. El equilibrio entre el impulso Estatal, una comunidad constructiva, activa y participante, y una minería apalancada en el conocimiento de su potencial, le permitieron a Colombia avanzar en espirales ascendentes de creación de valor compartido.

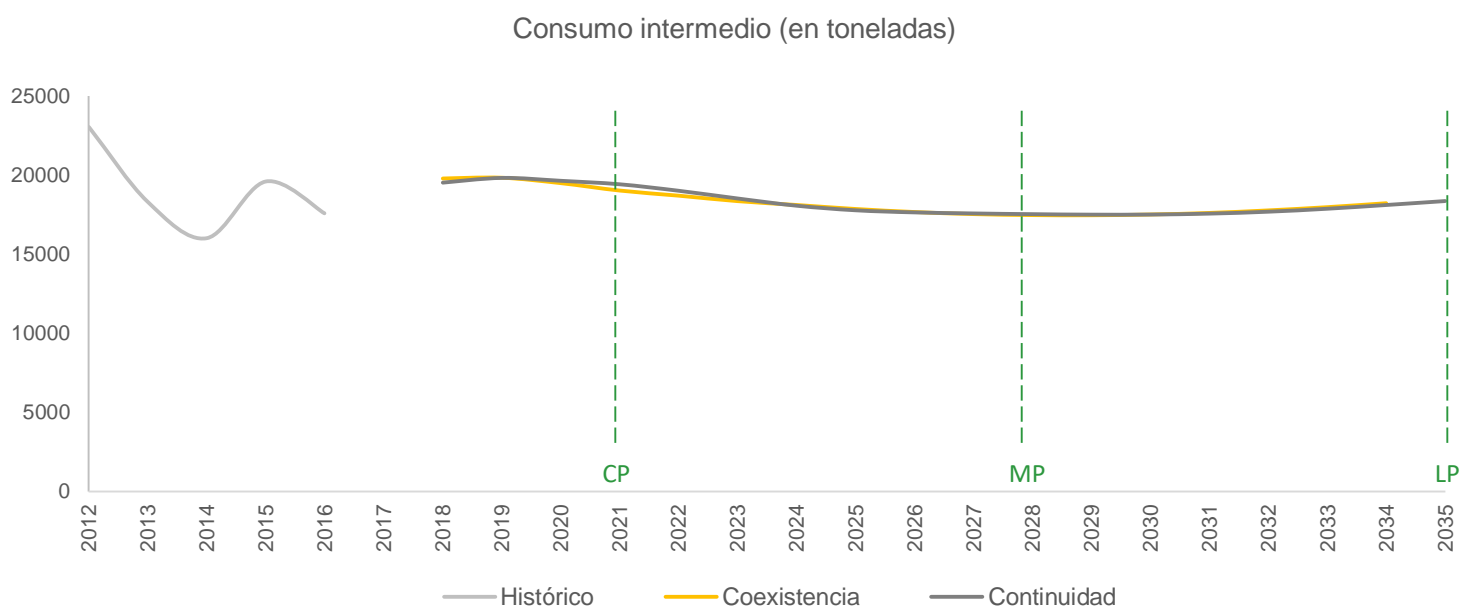
Modelo de oferta

Producción de Manganeseo (en toneladas)



Importaciones (en toneladas)



Escenario 2. Coexistencia**Modelo de demanda**

La producción, importaciones y consumo intermedio de manganeso en el escenario de coexistencia fueron sensibilizadas a partir de las proyecciones del PIB de Minas y Canteras suministrado por la UPME. A corto plazo (CP), mediano plazo (MP) y largo plazo (LP) las proyecciones de importaciones y consumo intermedio presentan un comportamiento más o menos estable, con una leve tendencia a la baja; por su parte, la producción tiene una marcada curva descendiente.

Escenario 2. Coexistencia**Impacto de las fuerzas para el escenario**

Posición estatal ante
recursos mineros y
ambientales
(Un Estado activo)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Manganeseo en Colombia.



Gobernanza y
Gobernabilidad
(Un Estado confiable)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Manganeseo en Colombia.



Grupos sociales
(Un ciudadano
que exige)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Manganeseo en Colombia.



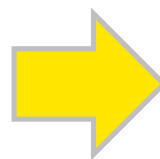
Asuntos
ambientales
(Un bien común)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Manganeseo en Colombia.



Dotación minera y su
conocimiento
(Un conocimiento de todos)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Manganeseo en Colombia.



Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y
competidores)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Manganeseo en Colombia.

Escenario 3. Divergencia

Colombia 2035: Divergencia

Febrero, 2035

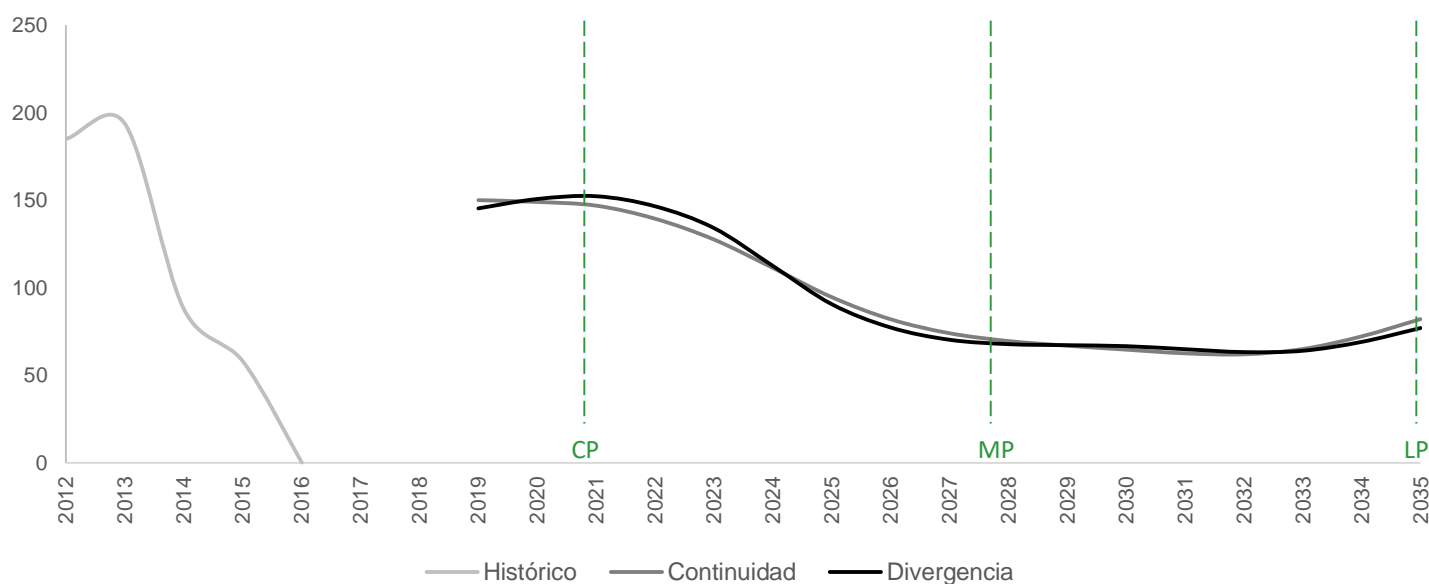
“Si el ritmo de cambio de afuera excede el ritmo de cambio al interior, el fin esta cerca ”

Jack Welch

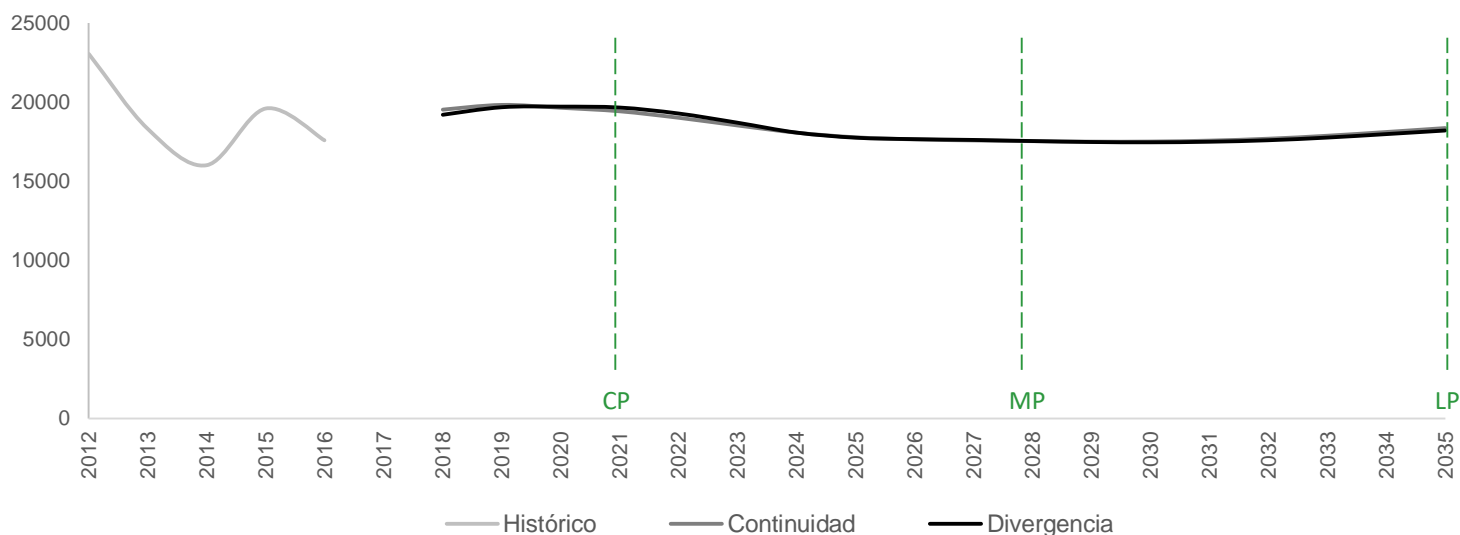
La perspectiva de futuro donde la actividad minería era boyante y aportaba los recursos necesarios para apalancar el progreso del País, se disolvió entre actores de integridad cuestionable y el aire insalubre que ahoga al mundo. Fracasaron los esfuerzos en pro del desarrollo sostenible y se materializa la distopía. Algunos piensan que perdieron los mineros, pero la verdad es que todos perdimos un poco... o todo.

Modelo de oferta

Producción de Manganese (en toneladas)

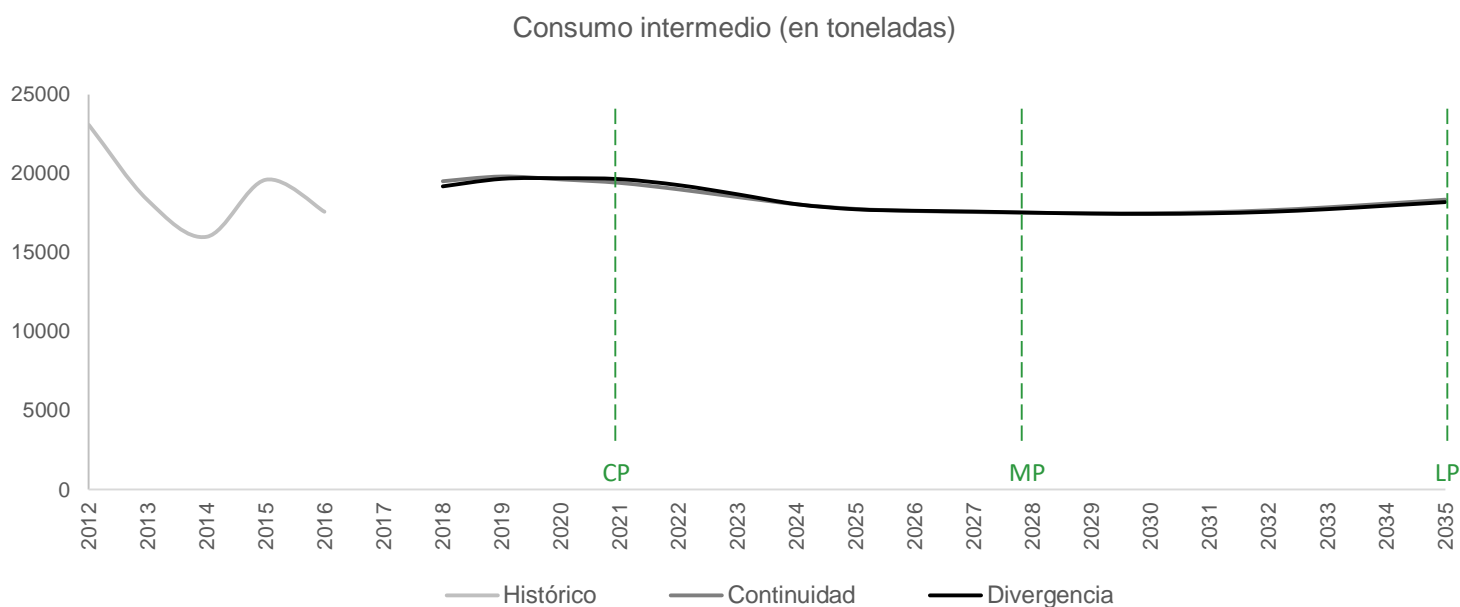


Importaciones (en toneladas)



Escenario 3. Divergencia

Modelo de demanda



La producción, importaciones y consumo intermedio de manganeso en el escenario de Divergencia fueron sensibilizadas a partir de las proyecciones del PIB de Minas y Canteras suministrado por la UPME. A corto plazo (CP), mediano plazo (MP) y largo plazo (LP) las proyecciones de importaciones y consumo intermedio presentan un comportamiento más o menos estable, con una leve tendencia a la baja; por su parte, la producción tiene una marcada curva descendiente

Escenario 3. Divergencia**Impacto de las fuerzas para el escenario**

Posición estatal ante
recursos mineros y
ambientales
(Un Estado activo)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Manganeseo en Colombia.



Gobernanza y
Gobernabilidad
(Un Estado confiable)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Manganeseo en Colombia.



Grupos sociales
(Un ciudadano
que exige)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Manganeseo en Colombia.



Asuntos
ambientales
(Un bien común)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Manganeseo en Colombia.



Dotación minera y su
conocimiento
(Un conocimiento de todos)



Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Manganeseo en Colombia.



Condiciones de mercado
(Un juego con reglas y
competidores)

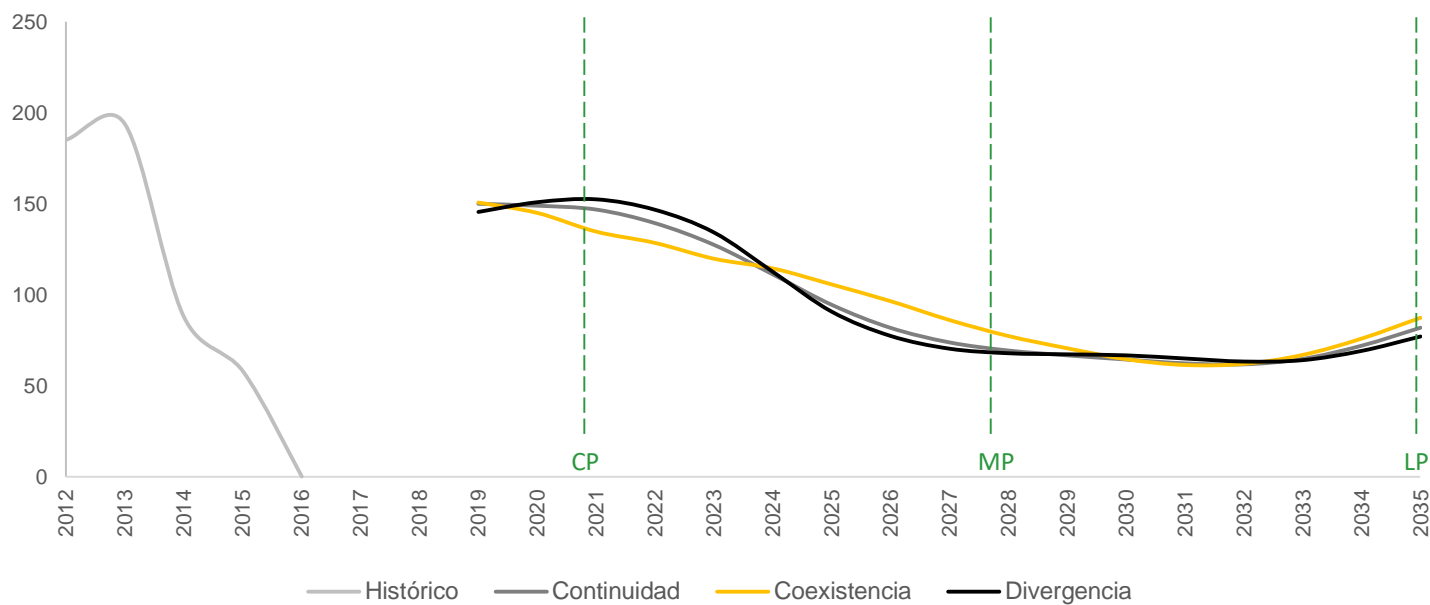


Dentro del horizonte de la proyección, 2035, no se avisan grandes cambios en temas ambientales que puedan impactar la producción de Manganeseo en Colombia.

Síntesis

Modelo de oferta

Producción de Manganeso (en toneladas)



Cifras proyección de la producción (cifras en toneladas) – Tabla 1/2

Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	151	145	135	128	120	114	106	96
Continuidad	150	149	147	139	127	111	94	82
Divergencia	145	151	152	146	134	112	91	77

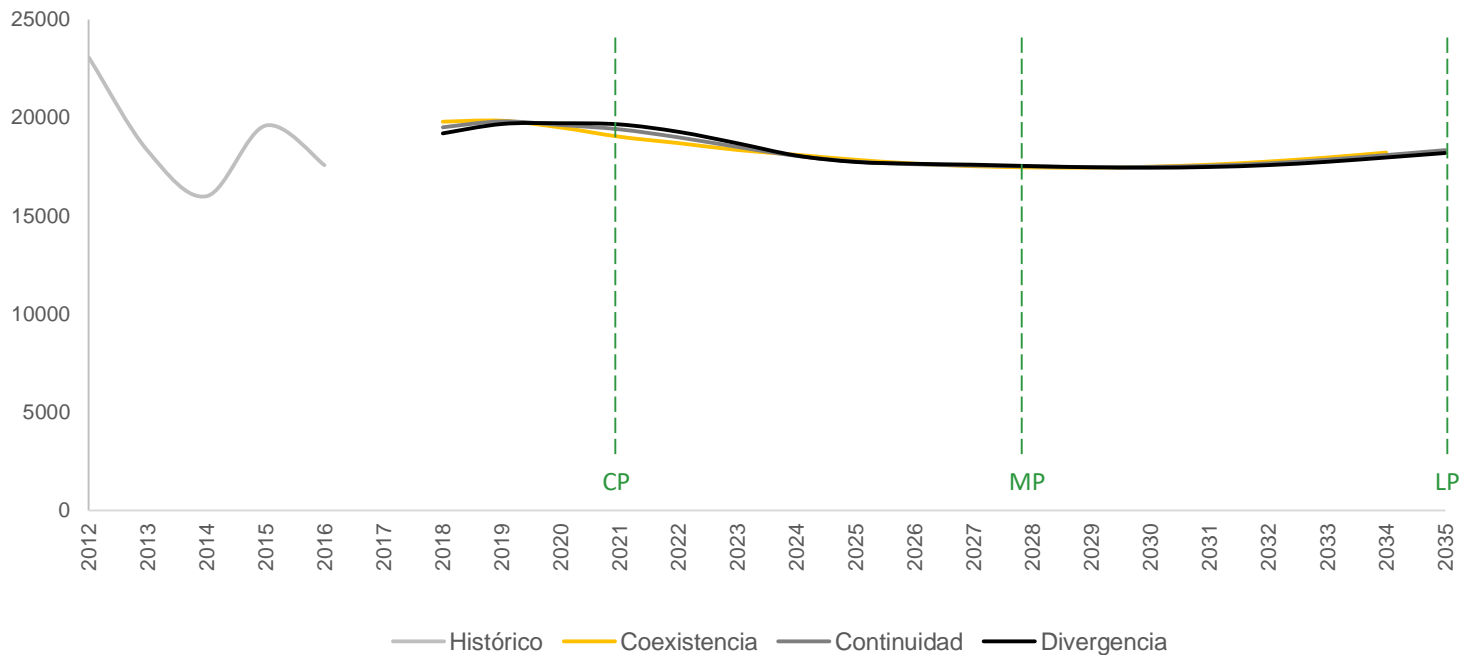
Cifras proyección de la producción (cifras en toneladas) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	86	77	70	64	61	62	67	76	87
Continuidad	74	69	67	64	62	62	65	72	82
Divergencia	70	68	67	67	65	63	64	69	77

Síntesis

Modelo de oferta

Importaciones (en toneladas)



Cifras proyección de importaciones (cifras en toneladas) – Tabla 1/2

Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	19847	19500	19026	18699	18349	18103	17848	17653
Continuidad	19819	19636	19413	19002	18512	18054	17762	17628
Divergencia	19665	19703	19644	19269	18691	18072	17752	17660

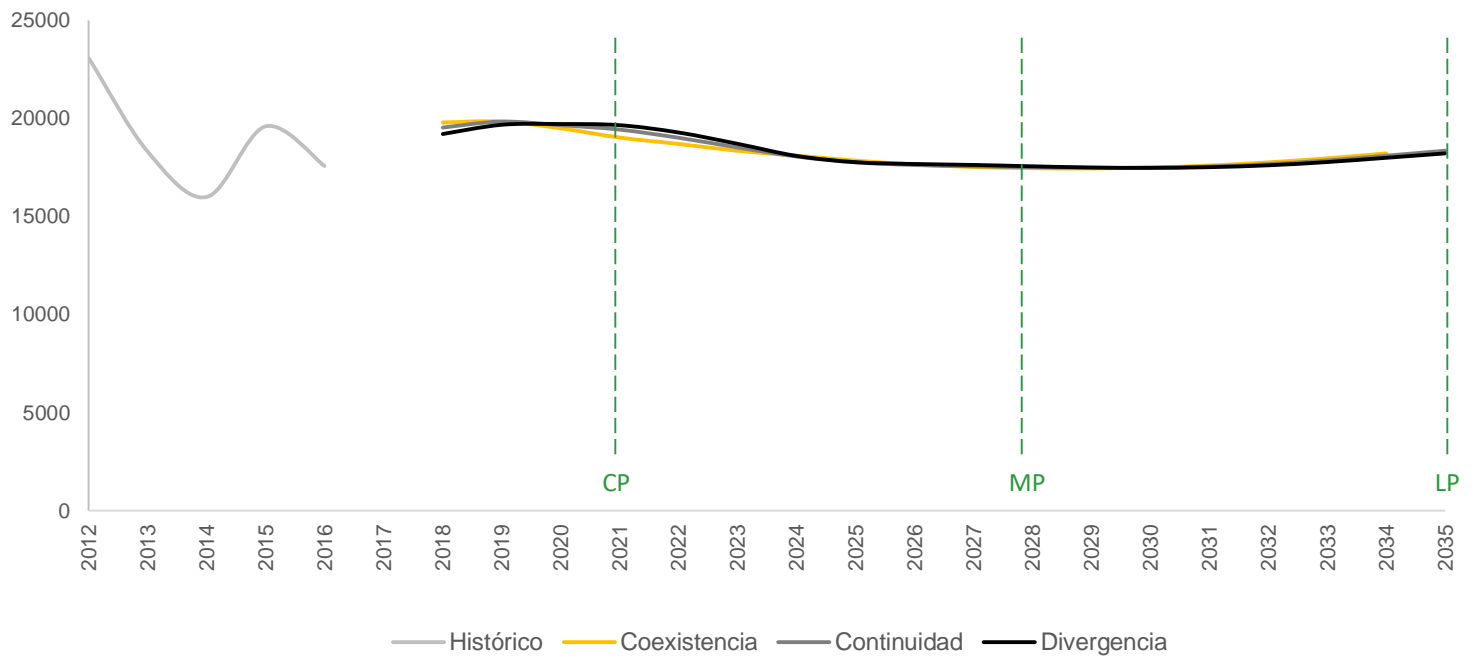
Cifras proyección de importaciones (cifras en toneladas) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	17520	17457	17446	17494	17595	17758	17964	18216	18486
Continuidad	17563	17516	17486	17492	17551	17672	17861	18098	18349
Divergencia	17612	17541	17481	17462	17498	17592	17759	17976	18202

Síntesis

Modelo de demanda

Consumo intermedio de Manganeseo (en toneladas)

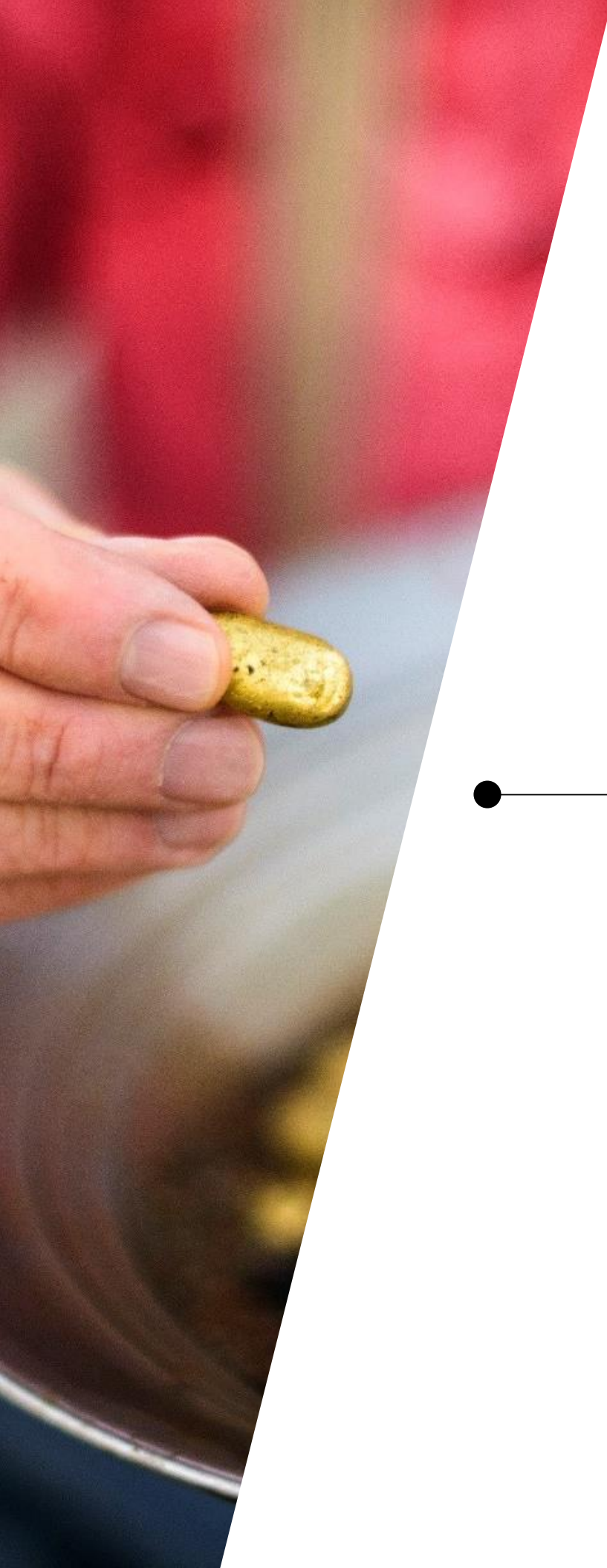


Cifras proyección de consumo intermedio (cifras en toneladas) – Tabla 1/2

Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Coexistencia	19847	19500	19026	18699	18349	18103	17848	17653
Continuidad	19819	19636	19413	19002	18512	18054	17762	17628
Divergencia	19665	19703	19644	19269	18691	18072	17752	17660

Cifras proyección de consumo intermedio (cifras en toneladas) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Coexistencia	17520	17457	17446	17494	17595	17758	17964	18216	18486
Continuidad	17563	17516	17486	17492	17551	17672	17861	18098	18349
Divergencia	17612	17541	17481	17462	17498	17592	17759	17976	18202



Anexos



Listado de anexos:

- **Anexo A - Modelos de carbón térmico**
- **Anexo B - Modelos de carbón metalúrgico**
- **Anexo C - Modelos de roca fosfórica**
- **Anexo D - Modelos de hierro**
- **Anexo E - Modelos de oro**
- **Anexo F - Modelos de níquel**
- **Anexo G - Modelos de bauxita**
- **Anexo H - Modelos de platino**
- **Anexo I – Modelos de plata**
- **Anexo J – Modelos de cobre**
- **Anexo K – Modelos de magnesio**
- **Anexo L - Modelos de esmeraldas**
- **Anexo M – Modelos de coltán**
- **Anexo N – Modelos de estaño**
- **Anexo O – Modelos de arenas silíceas**
- **Anexo P – Modelos de wolframio – tungsteno**
- **Anexo Q – Modelos de cromo**
- **Anexo R – Modelos de manganeso**

CAPITULO 4

Recomendaciones

‘... en pro de hacer realidad el escenario de coexistencia’



Foco en...

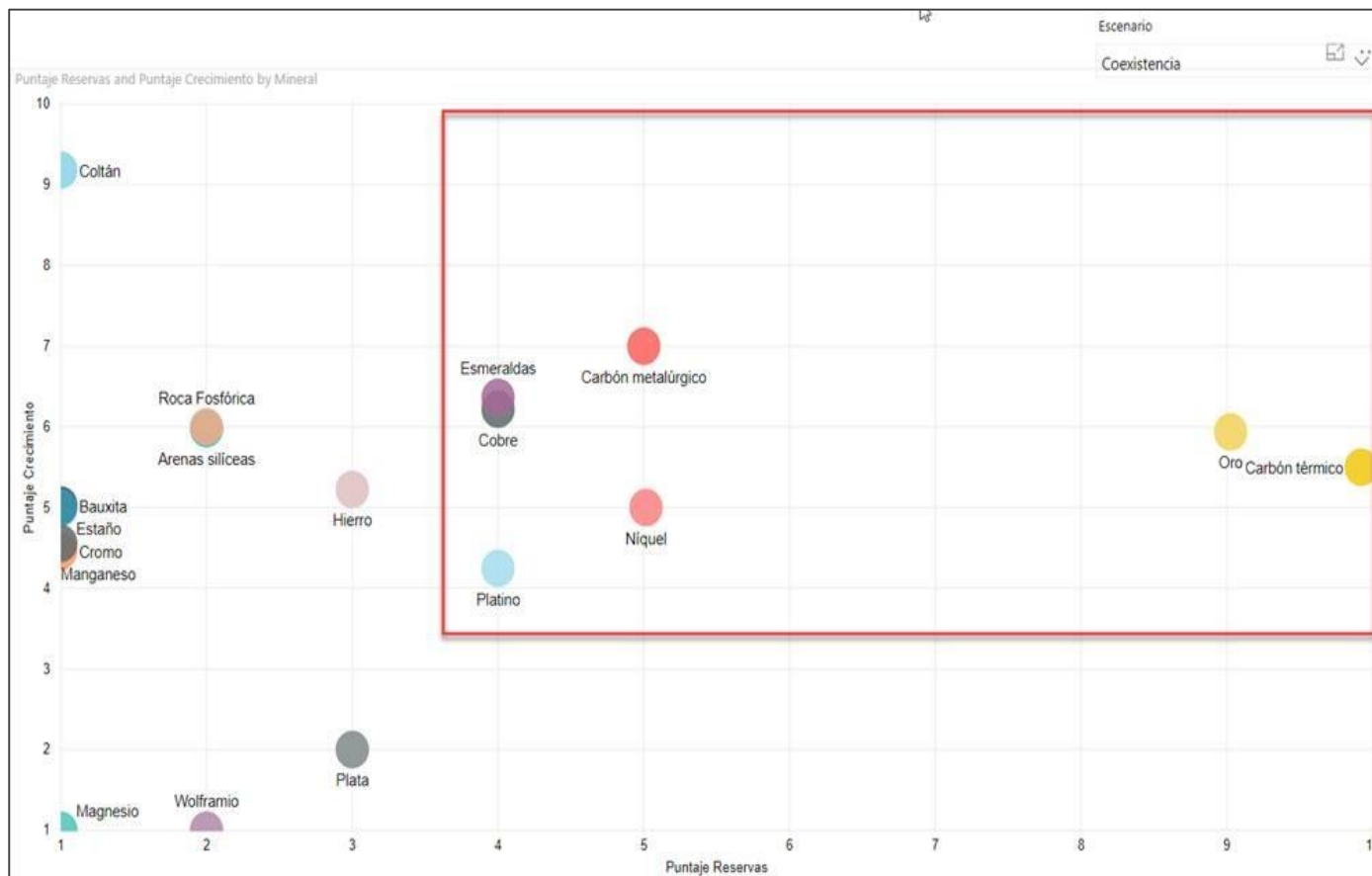
Después del análisis pormenorizado de los 18 minerales objeto del estudio para “Elaborar los modelos nacionales de oferta y demanda, y balance de minerales, incluyendo los escenarios mineros y estableciendo proyecciones de oferta y demanda de minerales en el corto, mediano y largo plazo (a 2035)”, a continuación se presenta una síntesis que describe aquellos minerales que por sus condiciones de demanda y disponibilidad en el país, poseen mejores condiciones para su desarrollo.

La síntesis se basó en el resultado de un ejercicio matemático donde, por una parte, se clasificaron los 18 minerales de acuerdo a su disponibilidad, a partir de la información de valoración de reservas que ofrece la ANM, donde la escala va desde 20 billones de pesos para el carbón, hasta cero para el coltán; a partir de la valoración de las reservas, se asignó un puntaje de 1 a 10, de acuerdo a su posición en el intervalo resultante de los valores mencionados, y dicho puntaje establece su posición sobre el eje X.

Así también, por otra parte, para cada mineral se calculó su respectiva tasa de crecimiento anual compuesta (TCAC), de acuerdo a los datos resultantes de las proyecciones en el escenario de continuidad y en el escenario de coexistencia; de igual forma que para el cálculo de reservas, se tomó la escala de tasas de crecimiento resultantes (que van desde 7,18% hasta -100%) y se asignó un puntaje de 1 a 10 a cada mineral en función de su posición en el intervalo resultante, de forma que pudiese ser representado gráficamente en la matriz presentada, esta vez, en el eje Y.

La combinación de ambas puntuaciones dio como resultado la siguiente matriz:

Matriz No. 1: Matriz de priorización estratégica en el escenario de coexistencia



Recomendaciones en pro de hacer realidad un escenario de coexistencia

Foco en...

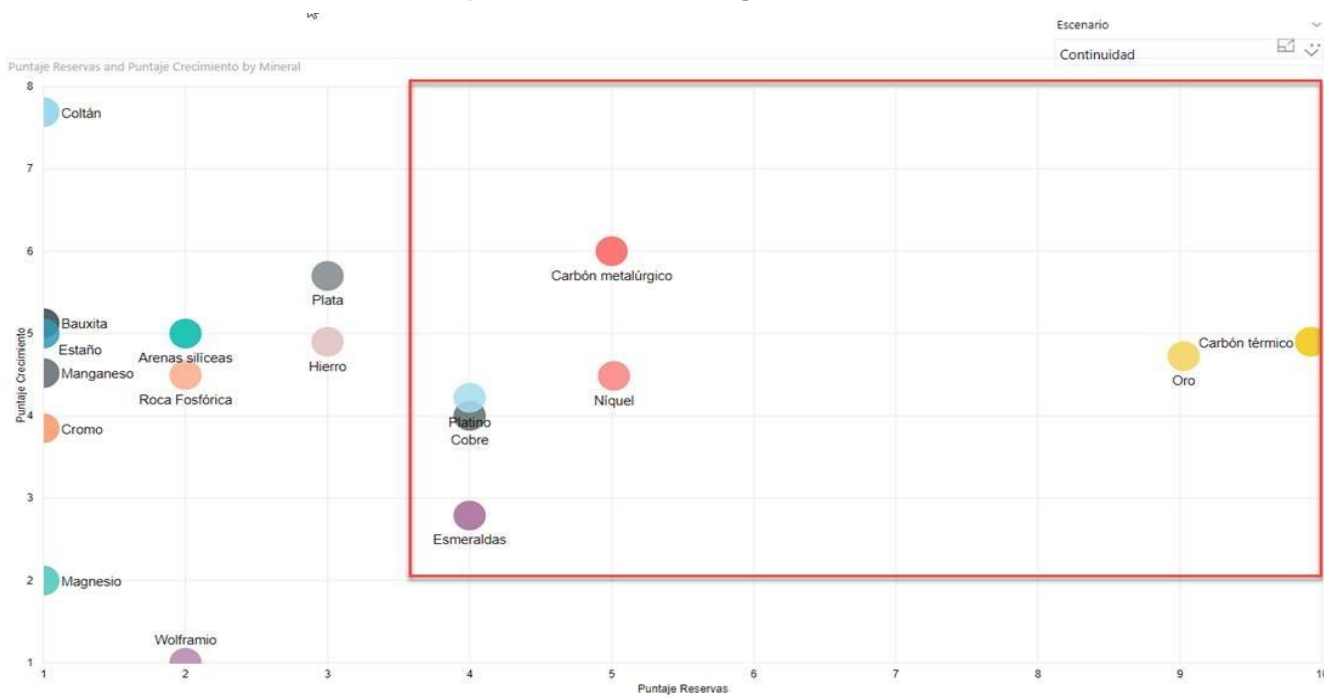
Como se observa, los minerales que mejor desempeño tuvieron en el ejercicio mencionado fueron:

1. Carbón térmico
2. Oro
3. Carbón metalúrgico
4. Níquel
5. Esmeraldas
6. Cobre
7. Platino

Como ya se mencionó, la fuente para hacer el cálculo de las reservas son los valores publicados por la ANM para cada mineral; las características particulares de cada material, así como las consideraciones que fueron utilizadas para hacer sus respectivas proyecciones de demanda, se presentan en los documentos de Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016, y Modelo de Oferta y Demanda de Minerales a 2035, producto del contrato al cual hace mención este texto.

En la siguiente matriz se presenta el resultado del mismo ejercicio, pero ahora considerando los resultados de las proyecciones para el escenario de continuidad:

Matriz No. 2: Matriz de priorización estratégica en el escenario de continuidad



Como se observa, si bien se presentan algunas diferencias menores en cuanto a la ubicación de algunos minerales, el comportamiento de la priorización es muy parecido al que fue presentado para el escenario de coexistencia, con lo cual la esencia del ejercicio sigue siendo la misma.

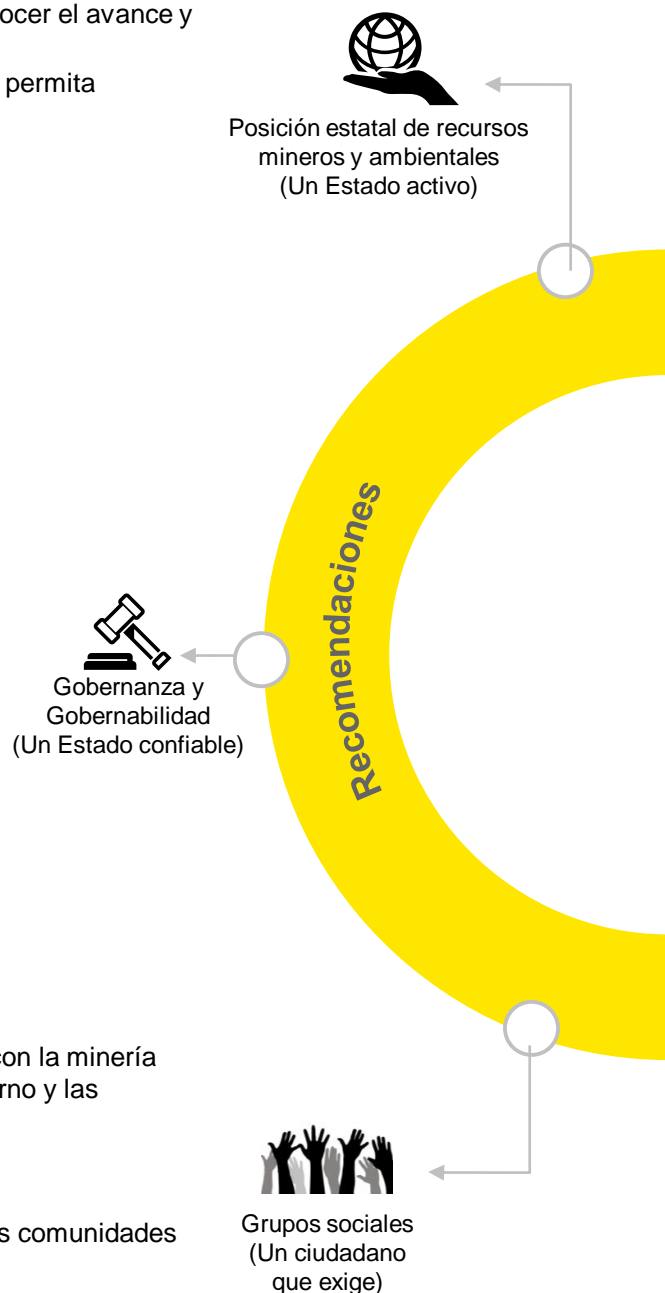
Recomendaciones en pro de hacer realidad un escenario de coexistencia

A continuación se enuncian algunas recomendaciones para consideración de la institucionalidad minera:

- ▶ Institucionalización de una política minera de largo plazo apalancada en una visión colegiada del sector. Es decir que incluya los intereses y perspectivas de todos los grupos de interés (institucionalidad, comunidades, empresas, perspectiva ambiental y perspectiva social). Esta política de largo plazo debe hacer énfasis en que la industria de la minería tiene tanto la oportunidad como el potencial necesario para contribuir positivamente al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, entendiendo que los intereses ambientales, sociales, económicos pueden coexistir.
- ▶ Establecer un observatorio centralizado del sector que permitan conocer el avance y logros de las líneas de acción establecidas en la política minera.
- ▶ Adoptar e implementar un índice sectorial, Smart Mining Index, que permita monitorear el avance en las políticas e iniciativas públicas.

- ▶ En línea con las recomendaciones realizadas por la UPME en el Plan Nacional de Desarrollo Minero 2014, urge la creación de una Comisión Intersectorial minero-ambiental-social que logre acordar una única agenda pública sobre la minería)
- ▶ Fortalecer los procesos de gestión de la información interinstitucional
- ▶ Modernización de las instituciones del sector con el fin de agilizar los tiempos de respuesta a los trámites y solicitudes
- ▶ Acordar una única agenda de la minería a través de la conformación de un grupo intersectorial minero/ ambiental/ social
- ▶ Unificación de los sistemas para la gestión integral del sector minero (SIMCO, SiMinero, Catastro minero, RUCOM), garantizando información confiable y de fácil acceso para todo el público.
- ▶ Mejorar el servicio al cliente por parte de las instituciones del sector a través de una ventanilla única de solicitudes y trámites consolide asuntos tanto ambientales, sociales, como técnicos del sector.
- ▶ Unificar conceptos transversales del sector minero para todos los grupos de interés con el fin de mejorar los niveles de entendimiento (p.ej. Concepto de Government Take)

- ▶ Mejorar los procesos de divulgación sobre temáticas relacionadas con la minería (difusión de minería bien hecha, y de la gestión que realiza el gobierno y las empresas por alcanzar dicha meta de minería bien hecha)
- ▶ Diálogo social para proyectos de gran minería
- ▶ Formalizar un marco normativo de integración social y ambiental
- ▶ Implementar un sistema formal y documentado de la respuesta a las comunidades
- ▶ Establecer mecanismos de blindaje social
- ▶ Generar acciones encaminadas a que los diferentes actores de interés conozcan y comprendan los diferentes proyectos PIN
- ▶ Fortalecer los procesos de cualificación técnica del recurso humano del sector



Recomendaciones en pro de un escenario de coexistencia

A continuación se enuncian algunas recomendaciones de la U.T. pone a consideración de la institucionalidad minera:

- ▶ Apostar por la modernización tecnológica del sector, que promueva un menor impacto ambiental
- ▶ Adelantar estudios técnicos y objetivos sobre el impacto ambiental del sector minero en el país, en comparación con otros sectores industriales
- ▶ Implementación de indicadores que permitan hacer seguimiento a la inversión de los recursos económicos provenientes de las obligaciones ambientales tales como compensaciones y 1%.
- ▶ Establecer acciones contundentes para disminuir la informalidad con metas e indicadores claros que permitan hacer seguimiento a los resultados obtenidos. Esto teniendo en cuenta que la informalidad ha contribuido a originar los mayores problemas ambientales, sociales y económicos atribuibles al sector.
- ▶ Mejorar los tiempos y transparencia en los procesos de otorgamiento de licencias ambientales. Implementación de soluciones tecnológicas que le permitan a todos los interesados contar con información sobre el estado de estos procesos.
- ▶ Implementar Términos de Referencia emitidos pro la Autoridad ambiental para la obtención de licencias



- ▶ Realizar un mapeo y caracterización de potenciales inversionistas por tipo de mineral
- ▶ Generar una guía de inversión minera para el país para aquellos minerales que tengan real potencial geológico en el país
- ▶ Enfocar esfuerzos e iniciativas en aquellos minerales estratégicos con mayor potencial de desarrollo en el mercado, de potencial geológico y del cual Colombia goza de ventajas competitivas, como: el oro, níquel, carbón y cobre.
- ▶ Promover encadenamientos productivos para minerales (p.ej. Esmeraldas y oro)
- ▶ Identificar oportunidades de desarrollo de hubs para la generación de valor agregado (p.ej. hub de tallado de esmeraldas)
- ▶ Identificar oportunidades de aumento en la competitividad y/o disminución de costos del sector minero a través de la innovación e implementación de nuevas tecnologías
- ▶ Analizar la tasación del pago de regalías considerando las diferencias en precio entre boca mina, precio internacional y productos con valor agregado
- ▶ Desarrollar capacidades en innovación e investigación a través del fomento de grupos y centros de investigación especializados para el sector minero.
- ▶ Impulsar estrategias que busquen la creación de alianzas entre empresas mineras pequeñas y medianas, que mejore sus capacidades y les ayude a construir redes de colaboración a través de toda la cadena productiva.
- ▶ Constituir un Fondo de Fomento Minero enfocada al fortalecimiento de la pequeña y mediana minería.



- ▶ Incentivar el conocimiento geológico de aquellos minerales que tienen gran potencial en los mercados internacionales
- ▶ Seguir avanzando en el conocimiento geológico: cartografía geológica, geoquímica y geofísica
- ▶ Publicación de información geológica minera en línea para la atracción de inversionistas

Recomendaciones en pro de un escenario de coexistencia

En relación con los minerales que este estudio sugiere priorizar para el desarrollo del sector, se recomienda:

Oro

Involucrar al sector privado en la lucha contra la minería ilegal a través de la implementación de los procesos de debida diligencia en la cadena de suministros

Apoyar los proceso de trazabilidad y monitoreo del oro colombiano hasta su productor original a través de la incorporación de tecnologías de la información y el robustecimiento del RUCOM.

Promover fórmulas híbridas que combinen minería a pequeña y a gran escala. Ya hay experiencias de esto en otros países

Diseñar un mapa de riesgos integral para el sector aurífero que permita focalizar las estrategias que actualmente está llevando a cabo la institucionalidad minera para reducir la ilegalidad.

Esmeraldas

Promover iniciativas para transformar a Colombia en un centro internacional de talla de piedras preciosas. Los talladores colombianos tienen una amplia experiencia en la labor de extraer el mayor valor posible de las esmeraldas y es evidente (partiendo de las cifras de exportación) que en la parte de la cadena de valor en donde mayor valor se agrega es en el proceso de talla.