



Esmeraldas

Caracterización y análisis de mercado internacional de minerales en el corto, mediano, y largo plazo con vigencia al año 2035

Final 21 de diciembre de 2018

CRU Consulting



Contrato #: C-378359-003-2018

Este informe se ha proporcionado de manera privada y confidencial al cliente. No debe divulgarse por completo o por partes, directa o indirectamente o en cualquier otro formato a ninguna otra compañía, organización o individuo sin el permiso previo por escrito de CRU International Limited.

Se otorga permiso para la divulgación de este informe a las subsidiarias de propiedad mayoritaria de una compañía y su organización matriz. Sin embargo, cuando el informe se proporciona a un cliente en su calidad de administrador de una empresa conjunta o sociedad, no puede divulgarse a los demás participantes sin autorización adicional.

La responsabilidad de CRU International Limited es exclusiva con su cliente directo. Su responsabilidad se limita al monto de las tarifas efectivamente pagadas por los servicios profesionales involucrados en la preparación de este informe. No aceptamos responsabilidad hacia terceros, independientemente de cómo surja. Aunque este informe ha sido elaborado de forma diligente y cuidado razonable, no garantizamos la exactitud de ningún dato, supuesto, pronóstico u otra declaración prospectiva.

Copyright CRU International Limited 2018. Todos los derechos reservados.

Augusto Leguía Norte N° 100 Of. 506, Las Condes, Santiago, Chile
Tel: +56 2 2231 3900

Tabla de contenidos

1. Resumen ejecutivo	1
1.1. Demanda.....	1
1.2. Oferta	1
1.3. Precio	1
2. Demanda de esmeraldas	2
2.1. Determinantes de la demanda de la esmeralda y sus usos finales.....	2
2.2. Comentario sobre intensidad de uso y el ciclo de desarrollo de la esmeralda	3
2.3. Comentarios alrededor de la sustitución y elasticidad de la demanda de esmeraldas	4
2.4. Países importadores de piedras preciosas (excluyendo diamantes y piedras sintéticas).....	5
2.5. Proyección de tendencia futura de demanda de esmeraldas a nivel mundial	6
3. Oferta de esmeraldas	8
3.1. Geología.....	8
3.2. Comentarios alrededor de los recursos y reservas de esmeraldas.....	11
3.3. Métodos de extracción y procesamiento de esmeraldas	12
3.3.1. Extracción	12
3.3.2. Procesamiento	14
3.4. Cadena de valor de las esmeraldas	15
3.5. Comentario sobre costo en la minería de las esmeraldas	19
3.5.1. Costos de capital y exploración	19
3.5.2. Costos de operación.....	19
3.6. Mecanismos internacionales de comercialización de esmeraldas y otras piedras preciosas	21
3.7. Condición actual de la producción mundial de esmeraldas: Colombia, Brasil, Zambia, Rusia, Etiopía, Pakistán & Afganistán	21
3.7.1. Colombia	22
3.7.2. Brasil	22
3.7.3. Zambia	23
3.7.4. Etiopía	24
3.7.5. Rusia	25
3.7.6. Paquistán y Afganistán	26
3.8. Producción histórica de esmeraldas en base a información disponible de exportaciones: Colombia, Brasil y Zambia	26

3.9. Comentarios alrededor de la proyección de producción de esmeraldas	29
4. Descripción del mercado y precios de las esmeraldas	30
4.1. Mecanismo de tasación de las piedras preciosas	30
4.2. Situación actual de precios de esmeraldas	33
5. Análisis de las cinco fuerzas de Porter para el mercado de las esmeraldas	36
Anexo I. Glosario	39
Anexo II. Bibliografía	40

Índice de Tablas

Tabla 1 Exportaciones de esmeraldas (quilates)	27
Tabla 2 Estimación de producción de esmeraldas (quilates)	28

Índice de Figuras

Figura 1 Posibles sustitutos de la esmeralda – tsavorita y turmalina Paraíba	4
Figure 2 Importaciones de piedras preciosas, 2017 (fracción de valor total de importaciones)	6
Figure 3 Importaciones de piedras preciosas, 2017 (millones de USD)	6
Figura 4 Índice de crecimiento proyectado de consumo de joyas de oro (2017=1)	7
Figura 5 Distribución mundial de las mineralizaciones de esmeraldas	10
Figura 6 Mapa generalizado que muestra la localización de los países productores de esmeraldas	10
Figura 7 Extracción de esmeraldas a cielo abierto Zambia	12
Figura 8 Método de procesamiento de la esmeralda	14
Figura 9 Cadena de valor de la esmeralda	16
Figura 10 Proceso Artesanal de Talla en la India	17
Figura 11 Estimación de distribución de costos de operación por ítem	20
Figura 12 Estimación de producción de esmeraldas (millones de quilates)	28
Figura 13 Ejemplo de inclusión de apatito en cristal de esmeralda, a una magnificación de 40x	32
Figura 14 Relación beneficio & calidad en esmeraldas sin trabajar en Zambia	33
Figura 15 Relación beneficio & calidad en esmeraldas de Colombia	35
Figura 16 Análisis de las cinco fuerzas de Porter para industria de las esmeraldas	36

1. Resumen ejecutivo

1.1. Demanda

La esmeralda no se comporta ni se considera como un *commodity*. Sus únicos usos son la fabricación de joyas y su venta directa a museos o coleccionistas en el caso de especímenes muy particulares. Dado que no tiene aplicaciones específicas, la demanda de esmeraldas está principalmente ligada a dos factores: factores culturales y religiosos, y la capacidad de compra de la población en combinación con su apetito por productos de lujo.

Las dinámicas de consumo son diferentes en distintos mercados. Mercados maduros como el mercado europeo y el mercado de los EEUU suelen tener consumidores más exigentes y clásicos a la hora de comprar. Mercados emergentes como China e India compran más por tradición y por el significado de la esmeralda que por la calidad y belleza de la piedra.

1.2. Oferta

El depósito de Kagem, ubicado en Zambia y manejado por Gemfields, tiene las únicas estimaciones de reservas de esmeraldas en el mundo. Éstas están estimadas en 650 millones de quilates. En otros yacimientos, como los depósitos colombianos, la geometría y distribución espacial de las venas mineralizadas son desconocidas.

Tanto el conocimiento geológico, las referencias bibliográficas y la experiencia de los consultores muestran que en el mundo existen al menos unos veinte países en los cuales se han encontrado mineralización de esmeraldas. Pese a esto, solo Colombia Brasil y Zambia son relevantes al momento de entender el comercio mundial de este producto. Si bien se han obtenido valores oficiales para la exportación de esmeraldas de estos países, los que son presentados en el reporte, es altamente probable que estos valores no sean un fiel reflejo de la realidad.

1.3. Precio

No es posible establecer un precio único para las esmeraldas debido a que no son un *commodity*. Incluso si se aceptara el uso de un valor promedio que escondería el efecto de diferencias en calidad y percepción del valor por parte del cliente, entre otros, no existe información de calidad de producción y ventas que permita llevar a cabo este cálculo estimativo.

2. Demanda de esmeraldas

2.1. Determinantes de la demanda de la esmeralda y sus usos finales

Un hecho conocido y aceptado en el mercado internacional de piedras y gemas preciosas es que la esmeralda no se comporta ni se considera como un *commodity*. Al mismo tiempo, no tiene un uso diferente al del mercado de lujo de piedras preciosas y no se le da utilización para manufactura de bienes o servicios distintos de este.

A diferencia de otras materias primas que tienen aplicaciones industriales, químicas y tecnológicas entre otras, la demanda de esmeraldas está principalmente ligada a factores culturales religiosos y a procesos cíclicos de prosperidad y capacidad de compra.

En India, por ejemplo, se busca tener objetos de uso diario hechos con esmeraldas por razones culturales y religiosas, independientemente de la calidad de estas esmeraldas. Al igual que en otros países ubicados principalmente en Asia, en India se le atribuyen a las esmeraldas usos curativos y relacionados con la astrología. Como consecuencia, India tiene una larga historia como comprador de esmeraldas que son consideradas en el mercado como de menor valor, ya sea por su baja tonalidad, menor acento en el color o baja intensidad del brillo, entre otros. Por otro lado, el aumento en la capacidad de compra de las personas y el consecuente interés por adquirir bienes de lujo se traduce en una mayor demanda por joyas de esmeraldas. Durante los últimos años, este creciente interés por bienes de lujo ha sido el principal impulsor de la demanda, sobre todo en China.

También es importante destacar que, al igual que en el caso del oro, las esmeraldas y otras gemas preciosas pueden ser utilizadas como un bien refugio. Es decir, pueden ser guardados y almacenados en tiempos de incertidumbre económica y financiera bajo la expectativa de que su valor no se depreciará.

Los consumidores de este tipo de productos:

- Entienden que el abastecimiento de la demanda no depende de los conocidos factores de producción.
- Entienden que existen periodos cíclicos y que cada ítem es único por las características de formación que le son inherentes.
- Están dispuestos a pagar precios más altos cuando tienen acceso al producto que buscan.

- Se guían por factores psicológicos y emocionales al momento de realizar la compra.

Dadas estas características específicas de la demanda de esmeraldas, cambios en producción que afectan la disponibilidad de esmeraldas en el mercado tienden a no afectar el precio al cual los consumidores están dispuestos a adquirir esmeraldas.

La experiencia muestra que, como se dijo, la demanda no obedece a ciclos como los de otras materias primas. Por lo contrario, se ha visto que hechos aleatorios pueden impulsar la demanda de esmeraldas por cierto periodo de tiempo. Por ejemplo, en los premios Oscar de 2009, la conocida actriz de cine Angelina Jolie usó un par de colgantes y un anillo de esmeraldas valoradas en US\$2,5 y US\$1 millones de dólares respectivamente. Esto impulsó las ventas del corte específico observado en estas joyas, el corte lágrima o *pear shape*.

Dado que la esmeralda no es un *commodity*, el mercado no solo diferencia distintas esmeraldas según su calidad, sino que también asigna distintos niveles de calidad según precedencia. Las esmeraldas colombianas, por ejemplo, son percibidas como de alta calidad en el mercado. Esto ha llevado a que en algunas ocasiones producción de otros países, como por ejemplo Rusia, se intente catalogar como producción colombiana para obtener el “premio” asociado a las esmeraldas provenientes de este país.

2.2. Comentario sobre intensidad de uso y el ciclo de desarrollo de la esmeralda

Dado que no se cuentan con datos confiables de consumo de esmeraldas, no es posible llevar a cabo un análisis detallado de cómo ha ido variando el consumo de esmeraldas per cápita en los mercados de interés. Sin embargo, sí se puede comentar de manera cualitativa sobre las características de distintos mercados y cómo este consumo varía en base a distintas variables.

Como es de esperarse, las dinámicas de consumo son diferentes en distintos mercados. Mercados maduros como el mercado europeo y el mercado de los EEUU suelen tener consumidores más exigentes a la hora de comprar, por lo que los parámetros de escogencia son más elevados que en mercados emergentes. Al mismo tiempo, estos mercados ven las esmeraldas como bienes de lujo y, al ser más exigentes en términos de calidad, suelen comercializar productos más caros y que son accesibles a una menor fracción de la población.

Cientes en mercados emergentes como China e India tienden a seleccionar sus compras más en base en la tradición que en las características inherentes de calidad y belleza de la esmeralda, siendo influenciados también de manera importante por actividades de *marketing*. Dado esto, los

volúmenes consumidos tienden a ser mayores en términos absolutos y la calidad promedio menor que en otras regiones. En ciertas circunstancias, la falta de educación de este tipo de consumidores puede ser un potencial peligro para la industria, especialmente cuando los competidores con productos de menor calidad hacen esfuerzos ingentes en publicidad y *marketing*.

2.3. Comentarios alrededor de la sustitución y elasticidad de la demanda de esmeraldas

La elasticidad es una medida de la sensibilidad de la demanda de un bien ante un cambio en su precio. En el caso de las esmeraldas, no existe un precio de referencia o precio fijo. El valor de cada esmeralda es variable y depende de factores subjetivos como la opinión experta del tasador y a quién se le está vendiendo la gema (comerciante vs. cliente final, cliente nuevo vs. cliente recurrente, por ejemplo). Dado que no existe un precio fijo para las esmeraldas contra el cual mediar posibles cambios en demanda y, al mismo tiempo, la intención de compra es altamente personal y guiada por elementos psicológicos y sociales, no se puede estimar la elasticidad precio de la demanda para las esmeraldas.

Figura 1 Posibles sustitutos de la esmeralda – tsavorita y turmalina Paraíba



Fuente: CRU

Dicho esto, sí se ha observado un cierto nivel de sustitución en los últimos años impulsado por los altos precios de las piedras preciosas. Se ha podido observar que los joyeros, ante aumentos

de precios en piedras como diamantes, rubíes, zafiros y esmeraldas, han optado por la utilización de materiales antes considerados como semi-preciosos. Algunos de estos materiales que buscan “reemplazar” a las esmeraldas en distintas joyas son los granates tipo tsavorita y turmalinas del tipo Paraíba, ambos productos de color intenso verde.

2.4. Países importadores de piedras preciosas (excluyendo diamantes y piedras sintéticas)

A nivel de comercio internacional, no hay un código armonizado para las esmeraldas como producto individual. Sí existe un código y, por lo tanto, información disponible para el comercio de piedras preciosas, excluyendo estos valores los diamantes y piedras sintéticas.

A pesar de que estos valores son reportados, existe una falta de registros confiables en los diferentes países, por lo que surge la necesidad de hacer inferencias a partir de los datos disponibles e intentar dar una explicación razonable a los flujos observados. Estas interpretaciones y explicaciones están apoyada en el conocimiento de los expertos de la dinámica del comercio internacional de piedras preciosas.

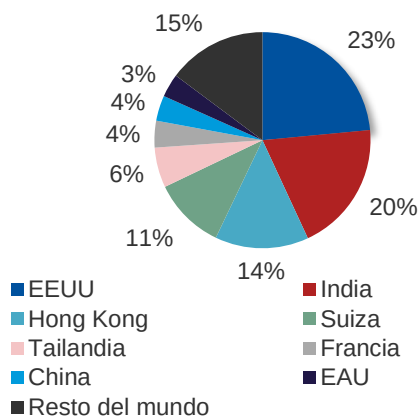
Los principales importadores de piedras preciosas son países como Tailandia, China e India. Estos países importan esmeraldas en bruto para su posterior transformación y en muchos casos re-exportación. Regiones como Estados Unidos importan una parte para consumo local, mientras que otra se re-exporta a otros mercados. Suiza presenta una situación similar, al tener uno de los eventos de joyería y piedras más importantes del mundo e importar mercancía con el ánimo de comercializarla.

Si se cruzan los datos de importaciones con los de exportaciones de los países productores, muy rara vez van a coincidir. Muchas veces las piedras salen al país de destino y no pueden ser comercializadas por varias razones, tales como:

- Precio muy elevado para el mercado en el que se está intentando vender
- Tono o color está por encima o por debajo de lo que ese mercado en particular está buscando
- La forma en la que está cortada la piedra no es muy demandada en ese momento y/o en esa región
- El grado, tipo o cantidad de sustancia usada para mejorar la claridad de la esmeralda es rechazada por el mercado

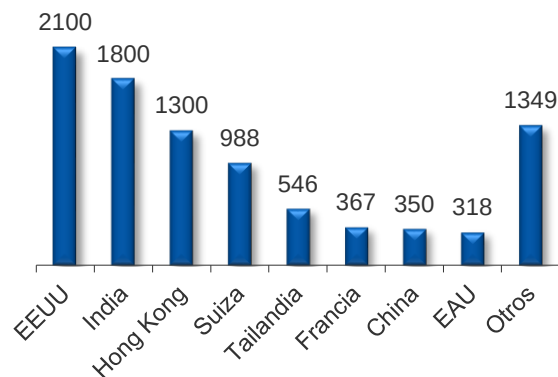
En el caso de no existir venta, las piedras reingresan al primer importador, generando datos de importación y exportación “replicados”.

Figure 2 Importaciones de piedras preciosas, 2017 (fracción de valor total de importaciones)



Fuente: The World's Richest Countries, Top Gems Importers

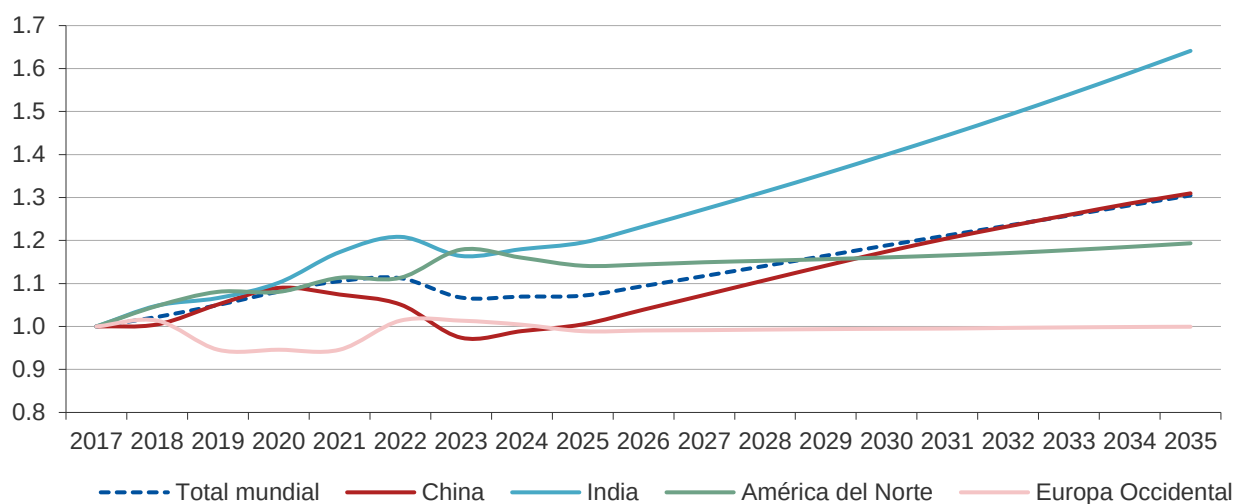
Figure 3 Importaciones de piedras preciosas, 2017 (millones de USD)



Fuente: The World's Richest Countries, Top Gems Importers

2.5. Proyección de tendencia futura de demanda de esmeraldas a nivel mundial

El uso final de la mayoría de las esmeraldas en el mundo es la joyería, sin que se vislumbren en la actualidad distintos usos potenciales futuros. Por esta razón, se puede vincular la tendencia que se espera que siga el consumo de esmeraldas en el futuro a la fabricación de joyas a nivel mundial. A continuación se muestran las expectativas de CRU para el crecimiento de joyas de oro como proxy de lo que podría ser el crecimiento de la demanda de esmeraldas en el largo plazo:

Figura 4 Índice de crecimiento proyectado de consumo de joyas de oro (2017=1)

Fuente: CRU

La demanda por joyas de oro muestra una tendencia al alza en línea con el crecimiento esperado de la capacidad de compra de cada región, ponderado también por la madurez del mercado. El crecimiento futuro seguirá estando apalancado en los mercados asiáticos, principalmente China e India.

3. Oferta de esmeraldas

3.1. Geología

La esmeralda es la variedad del berilo cuya coloración verde es producto de la presencia de impurezas de cromo y vanadio. Desde el punto de vista geológico, la formación de esmeraldas requiere de una interacción poco usual entre rocas ricas en berilio y rocas ricas en cromo y vanadio. Las esmeraldas ofrecen dos modelos genéticos básicos: de baja temperatura, a los que corresponden las formaciones ubicadas en Colombia, y las de alta temperatura (Carrillo, V. 2018, modificado de Grundmann Y Giuliani).

Según Giuliani et al (2015)¹ existen tres escenarios en los cuales puede tomar lugar la formación de esmeraldas: yacimientos magmáticos-metasomáticos (65%), sedimentarios-metasomáticos (28%) y metamórficos-metasomáticos (7%). La diferencia en el ambiente de formación implica diferencias en la temperatura y presión requeridas para su formación, mayor o menor cantidad de hierro en su estructura molecular y mayor o menor cantidad de inclusiones o fisuras². Esas diferencias conllevan diferentes niveles de dificultad técnica y científica para determinar reservas.

Esta es una clasificación muy llana que se basa el tipo de roca en el que se encuentra la mineralización de esmeraldas. Es importante recordar que las rocas pueden clasificarse en ígneas (mágmatas y volcánicas), sedimentarias y metamórficas. El metasomatismo hace referencia a una serie de procesos que facilitan el intercambio de componentes químicos en las rocas. Este proceso generalmente ocurre con ayuda de fluidos calientes que circulan al interior del subsuelo (aguas termales) y que al enfriarse dan como resultado la aparición de venas o vetas con minerales como cuarzo, carbonatos y, excepcionalmente, esmeraldas.

A continuación, se realiza una breve descripción de cada uno de los tipos de mineralizaciones esmeraldíferas propuestas por Giuliani:

- **Magmático – Metasomático:**

La presencia de esmeraldas está íntimamente asociada con la actividad magmática. Es decir, que la mineralización ocurre en sincronía con el emplazamiento de cuerpos de

¹ Giuliani, G., Branquet, Y., Groat, L. A., Fallick, A., & Marshall, D. (2015). Emerald Deposits around the World, Their Similarities and Differences. InColor, (Special Issue), 56–69.

² Las inclusiones son marcas, estructuras internas u otros minerales como la pirita que se alojan en el interior de las esmeraldas en su proceso de cristalización. Las fisuras son cavidades vacías que empobrecen la claridad de las esmeraldas, contribuyendo a la baja en la tasación de las mismas.

magma (roca fundida) que se enfrían y cristalizan formando diques y cúpulas enriquecidas en cuarzo, turmalina y micas.

Las rocas involucradas generalmente se denominan pegmatitas y la esmeralda ocurre en el contacto entre las pegmatitas (rocas ricas en berilio) y rocas máficas o ultramáficas (rocas ricas en cromo y vanadio). Algunos ejemplos de este tipo de yacimientos se localizan en Zambia, Rusia, Australia, Brasil, Madagascar, Zimbabue y posiblemente Etiopía.

- **Sedimentario – Metasomático:**

En este caso las esmeraldas se encuentran en venas y brechas dentro de rocas sedimentarias marinas (lodolitas negras carbonosas y calizas). Estas rocas son ricas en materia orgánica y dentro de la secuencia sedimentaria se encuentran niveles evaporíticos (fuentes de sal); la mineralización ocurre por la circulación de fluidos basinales hipersalinos que extraen los elementos químicos de estas rocas y los precipitan al interior de venas y brechas ricas en carbonatos, albita, cuarzo, pirita y minerales con berilio: esmeralda y euclasa. Colombia es la única localidad a nivel mundial donde se extraen esmeraldas en este tipo de ambiente geológico. En Canadá y Estados Unidos se han reportado ocurrencias de esmeraldas en ambientes similares, pero tan solo han demostrado ser manifestaciones muy poco significativas a nivel económico.

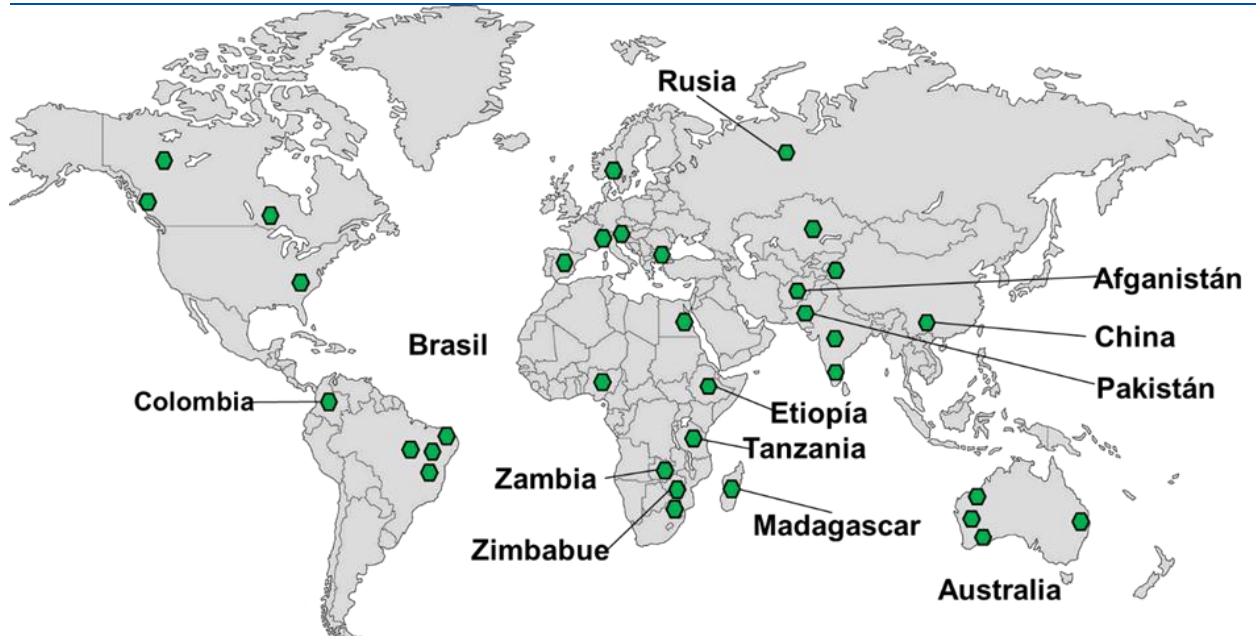
- **Metamórfico – Metasomático:**

En este ambiente las esmeraldas se encuentran en rocas altamente deformadas que han sido sometidas a condiciones de alta presión (rocas metamórficas) y que se han originado en grandes cadenas montañosas.

Como resultado de la alta presión, las rocas liberan fluidos calientes que pueden migrar y recolectar los componentes necesarios para formar las esmeraldas. Algunos ejemplos de este tipo de depósitos incluyen el Valle de Panjshir en Afganistán, Santa Terezinha en Brasil, Swat en Pakistán y Gravelotte en Sudáfrica.

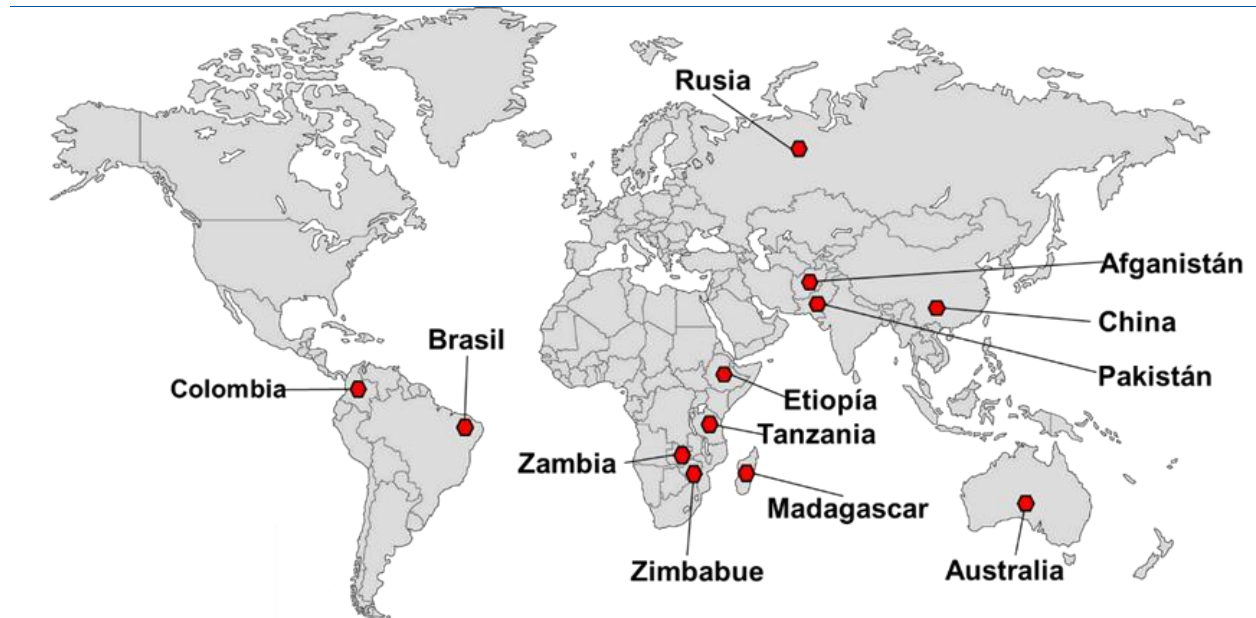
En la actualidad se ha informado de más de 30 localidades con ocurrencias de esmeraldas a nivel mundial. Sin embargo, tan solo un pequeño porcentaje de estas ocurrencias son depósitos productivos activamente. Esto se debe a que la explotación de un recurso mineral depende de una serie de factores geológicos, económicos, sociales, ambientales y políticos que determinan si una ocurrencia puede convertirse en una mina.

Figura 5 Distribución mundial de las mineralizaciones de esmeraldas



Fuente: CDTEC

Figura 6 Mapa generalizado que muestra la localización de los países productores de esmeraldas



Fuente: CDTEC

En Latinoamérica, la producción de esmeraldas se restringe exclusivamente a los depósitos de Colombia y Brasil. En África se extraen esmeraldas de distintos países y en cantidades variables, siendo Zambia el mayor productor con cifras que se estiman superan los 18 millones de quilates anuales.

3.2. Comentarios alrededor de los recursos y reservas de esmeraldas

Las reservas de esmeralda (sin discriminar la calidad) para el depósito de Kagem, ubicado en Zambia y manejado por Gemfields, son de 650 millones de quilates según un informe publicado por Gemfields en el 2017.

El yacimiento de Kagem es de tipo magmático-metasomático. La mineralización de esmeraldas se encuentra en el contacto entre diques pegmatíticos y bandas de rocas ultramáficas. Por medio de perforaciones y levantamiento de información geológica, estos contactos han sido bien definidos y la geometría del yacimiento es bien conocida. Esto ha permitido realizar modelamientos mediante *softwares* especializados para el cálculo de reservas minerales.

No existe registro alguno que indique el monto de las reservas y de los recursos de esmeraldas en otras partes del mundo. En otros yacimientos, como los depósitos colombianos, la geometría y distribución espacial de las venas mineralizadas son desconocidas. La mineralización ocurre en venas estrechas (menos de 50 centímetros de espesor) y en espacios confinados dentro de brechas hidrotermales, lo cual dificulta que los niveles mineralizados sean interceptados mediante perforaciones. En Colombia hay sectores de la producción que sostienen la tesis de que es imposible medir reservas de esmeraldas en los depósitos del país.

No existe un modelo geológico unificado y definido que explique la génesis de las esmeraldas y su distribución espacial en el subsuelo. El hecho de que el componente principal de la esmeralda sea el silicio, elemento abundante en el suelo, hace extremadamente difícil tener certeza sobre la cantidad de depósitos mineralizados en un área específica y más difícil aún el determinar o calcular su calidad. Tampoco existen cifras que hablen sobre costos de operación, ingresos o datos de producción por mina, todos datos necesarios para definir leyes de corte y viabilidad económica.

3.3. Métodos de extracción y procesamiento de esmeraldas

3.3.1. Extracción

Para la extracción de mineral, la industria minera en general aplica métodos estándares de minería a cielo abierto, minería subterránea y minería aluvial.

Cada uno de estos métodos tiene diversos sistemas y técnicas que están orientadas a optimizar el rendimiento de la inversión, obtener el máximo aprovechamiento de las reservas y desarrollar una operación segura y con respeto al ambiente. En el caso de las esmeraldas, estos tres métodos se usan o han sido usados en distintos países productores. La operación a gran escala para esmeraldas más grande del mundo es la mina a cielo abierto Kagem en Zambia.

Figura 7 Extracción de esmeraldas a cielo abierto Zambia



Fuente: News Diggers

Una particularidad de la industria de las esmeraldas es la implementación de minería subterránea a pequeña escala e informal, sin que esto signifique que no se lleven a cabo proyectos de gran escala en este tipo de minería en el mundo. En estas operaciones se avanza en la explotación combinando fuerza manual con equipamiento, buscando siempre la veta y siguiendo su rumbo una vez localizada. El rumbo se sigue mediante túneles. Estos túneles a su vez se intercomunican con excavaciones tanto ascendentes como descendientes. Estas excavaciones usualmente tienen forma circular, pero puede también tener forma cuadrada reforzada con madera.

Desde el punto de vista del desarrollo minero, hay dos variantes de diseño mina: o se desarrolla un pozo central a partir del cual se radian esos túneles, o se trabaja a partir de niveles que se van interconectando.

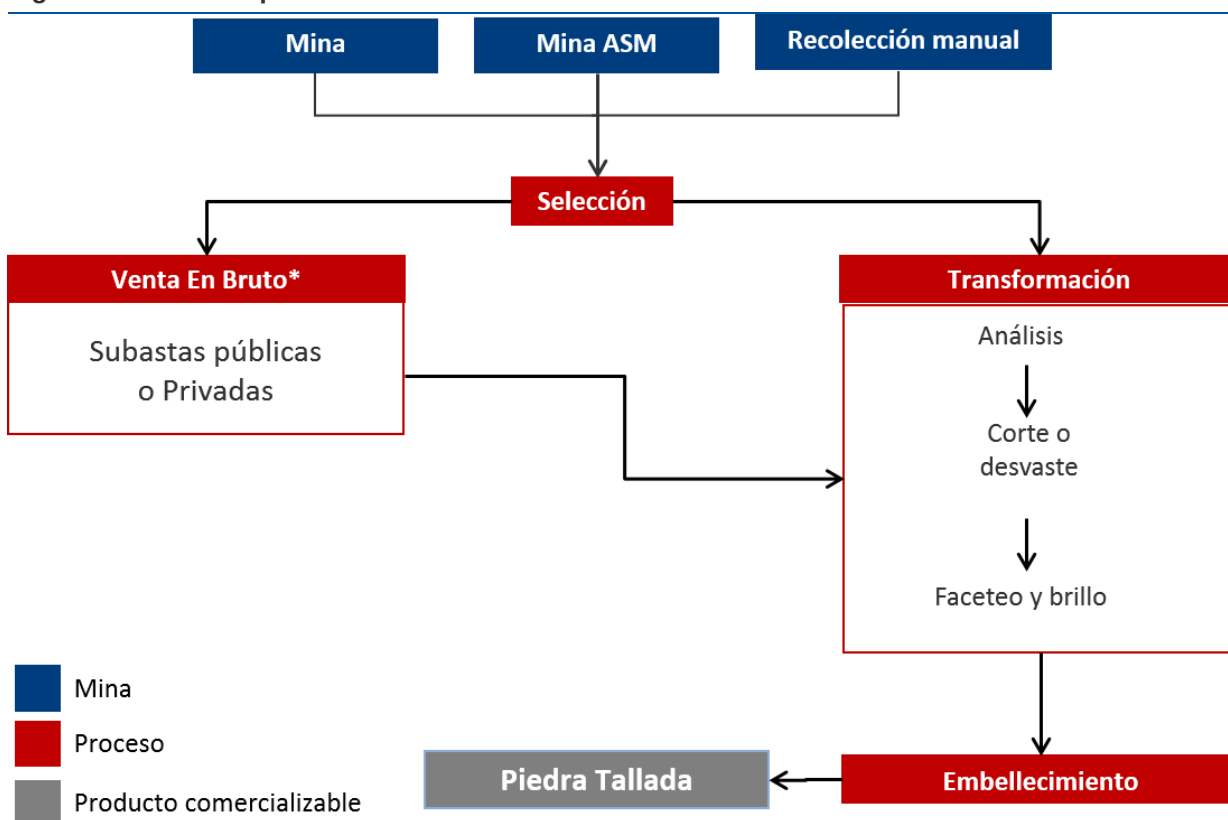
En operaciones de mayor escala también se persigue la mineralización, fracturando la roca mediante el empleo de martillos picadores en las vetas. El seguimiento de vetas es de vital importancia y es una diferencia fundamental en la minería de esmeraldas pues las vetas son la evidencia de eventos geológicos por los cuales se puede filtrar la solución que transporta y permite la mineralización del berilo. cabe recordar que en este tipo de minería lo más importante es salvaguardar la integridad de los depósitos mineralizados, toda vez que entre más puro y en buen estado sea extraído el material esmeraldífero, mayor valor potencial se puede extraer de él.

Una vez que el mineral es extraído, éste es transportado dentro de la mina en coches movidos por los trabajadores hasta el pozo, donde es izado mediante malacate. Una vez en superficie, ese material es transportado hasta la lavadora y, una vez seleccionado y con la debida protección, el material útil es llevado fuera de la mina.

La minería subterránea artesanal de esmeraldas es muy extendida en Colombia, Brasil, Rusia, Afganistán y Pakistán. Estas minas pueden presentar socavones de diferentes dimensiones, algunas veces llegando al punto en el que la altura apenas permite el paso de una persona (entre 1,65 m y 2 m). Esta forma de producción se emplea cuando los costos de producción son muy elevados, los depósitos están muy bien caracterizados o existen restricciones sobre todo en temas medio ambientales. Extraer de esta forma requiere mayor precaución, además de considerar que la cantidad y velocidad de la explotación disminuye en comparación con operaciones de mayor tamaño.

Alrededor del mundo los principales depósitos son primarios, es decir, están alojados en la roca madre. Sin embargo, ya sea por intervención humana o por efectos de la naturaleza, algunas esmeraldas caen a los ríos. Esto da cabida al método de explotación aluvial. Para el caso de las esmeraldas, este método es el más arduo desde el punto de vista del individuo. Es también el que requiere de menor inversión y uso de tecnología, siendo el más azaroso, el que menos remuneración genera y estando desprovisto de seguridad social. Las personas dedicadas a este oficio no cuentan con ingresos fijos derivados de esta actividad, no usan elementos de protección industrial y los hallazgos esporádicos son tranzados en los mercados locales de manera informal, usualmente en los pueblos adyacentes a las minas. Es imposible estimar la cantidad de esmeraldas producidas por este método debido a la informalidad que se genera alrededor de este tipo de extracción.

Figura 8 Método de procesamiento de la esmeralda



Fuente: Gabriel Angarita, CRU

3.3.2. Procesamiento

La esmeralda es un producto intermedio que una vez extraído, ya sea directamente de la roca o recogido en el cauce de los ríos, es seleccionado por rangos de calidad. Algunas piedras especiales, que destacan por su belleza mineral o rareza, son vendidas en su roca matriz o como piezas de colección.

La mayor parte de las esmeraldas que se comercian en el mundo son vendidas en su estado natural, en bruto, y llevadas a centros de talla principalmente en India, Tailandia y China. Usualmente estas primeras ventas se hacen en subastas semi-públicas para las que se requiere de invitación, o subastas privadas.

Las piedras pasan después a un proceso de transformación en el que primero se analiza la piedra teniendo en cuenta su forma, distribución de color, inclusiones y defectos estructurales, y se determina qué forma va tener. Luego la piedra es sometida a un proceso en el que, a través de

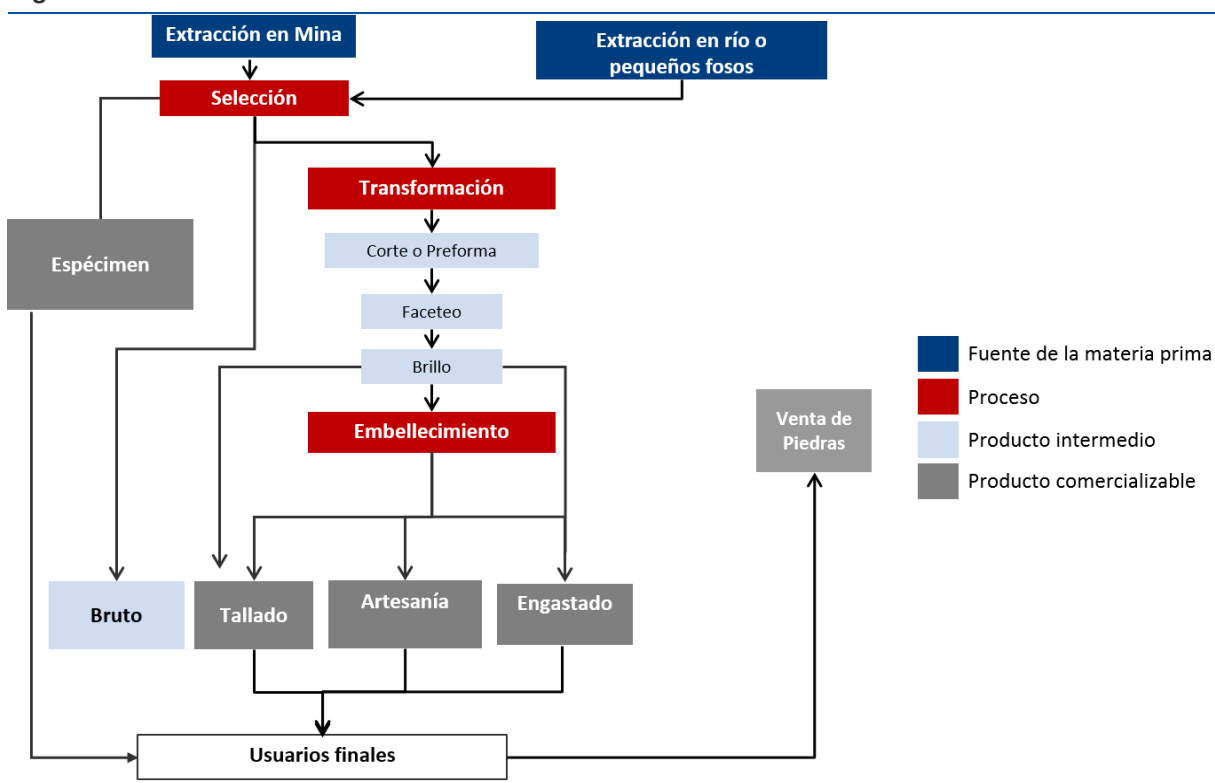
la fricción entre la gema y un disco con algún tipo de abrasivo, se le va dando un esbozo de la forma que tendrá al finalizar el proceso. La esmeralda también puede ser cortada en dos o más partes antes de dar inicio al proceso de preformado. Una vez se tiene la piedra preformada, se le hacen facetas y se les pule de tal forma de reflejen la luz lo más nítidamente posible. Culminado el proceso de talla, en más del 90% de los casos las piedras son sometidas a procesos de embellecimiento. En este proceso, la piedra se sumerge en algún tipo de sustancia para rellenar espacios vacíos con el fin de permitir el paso homogéneo de la luz a través de la piedra. Este último factor mejora la claridad de la piedra, pero incide negativamente en el precio.

3.4. Cadena de valor de las esmeraldas

La esmeralda no tiene, por ahora, uso diferente al de la joyería. A pesar de que se puede comercializar en su estado natural, esto representa una muy pequeña parte del mercado circunscrita casi exclusivamente a coleccionistas.

La tecnología desarrollada alrededor de la cadena de valor está más orientada a la etapa de extracción de la esmeralda, mientras que los demás procesos son típicamente desarrollados de manera artesanales por personal con baja cualificación académica en la mayor parte de los casos, pero con muchos años de experiencia en dicho arte.

Figura 9 Cadena de valor de la esmeralda



Fuente: Gabriel Angarita, CRU

Una vez que las esmeraldas son extraídas, se lleva a cabo un proceso de selección en el cual se las separa por color, calidad y tamaño principalmente. Esta primera selección le permite a los compradores enfocarse en el tipo de mercancía que más se ajusta a su mercado, lo que les ahorra tiempo, dinero y esfuerzo. En esta primera selección existen casos en los que una piedra es especial en su estado natural. Estas piedras son comercializadas así, pasando a manos de coleccionistas de minerales o museos para su posterior exhibición.

El proceso más importante y en donde más valor se le añade es que sigue, la talla. Como se explicó previamente, en esta etapa un tallador con mucha experiencia analiza varios elementos como la forma de la piedra en bruto, peso, distribución del color, daños estructurales, inclusiones importantes y con el uso de discos recubiertos por abrasivos remueve el material necesario y da un esbozo de la forma final que tendrá la piedra. El tallador puede también determinar si una piedra puede ser cortada en dos o más partes para aprovechar mejor el material. En esta etapa del proceso una piedra puede perder entre un 70% y un 60% de su peso original³. Esto quiere

³ Este dato surge como conclusión de entrevistas a un grupo de talladores de la ciudad de Bogotá durante la construcción y elaboración del presente reporte.

decir que para obtener una piedra cuyo peso final es de 1 quilate, se debe partir de una piedra que en su estado natural pese entre 2 y 2,31 quilates.

A modo de comentario, el resultado del proceso de talla en piedras de color dista mucho del referente universal, el diamante, pues en el caso de este último por no tener color se espera que la piedra tenga unas proporciones específicas, una relación de simetría estándar y unos ángulos entre facetas fijos que expresen de la mejor manera el brillo. Las piedras de color no pueden ser juzgadas con el mismo criterio, pues el color no siempre está uniformemente distribuido. Muchas veces el material está sobresaturado o el color es muy tenue y se encuentra concentrado en algún área de la piedra. Esto obliga a tallarla de acuerdo a sus características inherentes propias, alejándose del estándar que debería tener si solo se tuviesen en cuenta las propiedades físicas derivadas del estudio de la óptica. Hacer una generalización del valor que le puede añadir este proceso a una esmeralda sería irresponsable, pues cada caso tiene su propia dinámica. En algunos casos la utilidad puede ser negativa y en algunos casos la utilidad puede doblar el costo. Sin embargo, el comprador espera tener una utilidad de entre el 20% y el 30%. Un porcentaje muy bajo de esmeraldas en roca que por sus pobres condiciones físicas no son transables, son usadas por artesanos que aprovechan la roca madre circundante para elaborar figuras que hacen uso del contraste del color de la roca encajante con el de la esmeralda.

Figura 10 Proceso Artesanal de Talla en la India



Fuente: Fernando Angarita, Jaipur, India

El proceso de embellecimiento es el siguiente en la cadena. Casi todas las esmeraldas tienen cavidades vacías que impiden que la luz tenga una trayectoria homogénea a través de ella. Por esta razón se les introducen diferentes tipos de sustancias cuya función principal es permitir el paso homogéneo de la luz. Con este método se mejora la claridad de la esmeralda. Sin embargo, este mejoramiento de la claridad tiene un costo a nivel del precio que se puede obtener por es esmeralda. En la mayor parte de los casos, entre menor cantidad de sustancia en las fisuras tenga una esmeralda, mayor es el precio a pagar por ella. La estimación sobre la cantidad de sustancia de relleno de fisuras y la afectación en la claridad es llevada a cabo por laboratorios especializados que en la mayoría de los casos soporta sus hallazgos con los resultados arrojados por diversos equipos de espectroscopia.

Una vez que la esmeralda ha sido cortada y embellecida, está lista para ser comercializada en los mercados internacionales de piedras para ser engastada. El engaste es el proceso de poner o insertar una piedra preciosa en un metal u otro material para ser usado como joya.

Cabe resaltar que la dinámica de la comercialización de piedras de color difiere de la de otros minerales. En el mundo se llevan a cabo ferias en las que los compradores pueden ver de primera mano la calidad de los productos y comparar precios. Aunque existen reportes gemológicos que describen las características físicas de las esmeraldas, una de las características más importantes, el color, tiene tantos matices influenciados por otras variables que muy difícilmente puede ser descrito en palabras. Por esta razón es que para los compradores es fundamental ver la piedra, tenerla en sus manos y poder valorarla según el criterio que su mercado en particular más aprecie.

Una vez que las piedras son vendidas usualmente son puestas en piezas de joyería para la venta al consumidor final, en este punto el valor de la piedra puede duplicarse o triplicarse por diversos factores, entre ellos el tiempo que pasa entre que el momento en que el joyero hacer una inversión en una piedra y el momento en que puede materializar una venta. El lapso entre un momento y el otro implica una serie de costos asociados a los materiales o elementos con lo que se acompaña la joya, tales como costos en seguridad, seguros y lucro cesante entre otros elementos.

Con respecto a los laboratorios gemológicos, estos no son parte de la cadena de valor. Los laboratorios prestan un servicio que le sirve tanto al comprador como el vendedor para determinar aspectos físicos de las gemas como medidas, color, variedad de la gema y familia a la cual pertenece. En algunas variedades de piedras se determina el origen. Los laboratorios también emiten una apreciación sobre si la piedra ha sido sometida a algún tipo de proceso para mejorar

su color o su claridad, con base en los análisis derivados del estudio con equipos especializados (generalmente de espectroscopía) y exámenes con microscopios. Estos dos factores, origen y nivel de tratamiento, tienen una gran incidencia en el precio que el comprador está dispuesto a pagar por una piedra preciosa.

Los laboratorios gemológicos están distribuidos en los cinco continentes. Algunos de ellos son más importantes que otros debido a su larga trayectoria y reconocimiento internacional. Entre los más destacados están el Instituto Gemológico de América (GIA por sus siglas en inglés) y el Laboratório Gemológico de América (AGL), ambos ubicados en Estados Unidos; Gübelin, SSEF y GRS en Europa; NGTC, en China; AIGS, en Tailandia; y CDTEC en Colombia. Ningún laboratorio hace valoración de las muestras minerales que examina, pues no es su función determinar el posible valor de las piedras.

Los laboratorios gemológicos, sean privados o entidades sin ánimo de lucro, son abiertos al público y cualquier persona interesada puede tener acceso a sus servicios.

3.5. Comentario sobre costo en la minería de las esmeraldas

3.5.1. Costos de capital y exploración

Como se explica en la sección 3.2 “*Comentarios alrededor de los recursos y reservas de esmeraldas*”, la definición de recursos y reservas en el mundo de las esmeraldas, y si éstas se pueden estimar o no, es aún un tema discutido en la industria de las esmeraldas. La tasa de descubrimiento de minas de esmeralda parece ser completamente aleatoria, por lo que es prácticamente imposible estimar cuánto se puede llegar a gastar en presupuesto de exploración. Al mismo tiempo, las compañías de la industria son muy herméticas en cuanto a compartir estos costos. Lo mismo ocurre para costos de capital, los que pueden variar considerablemente entre una mina y otra y no son compartidos por las compañías productoras.

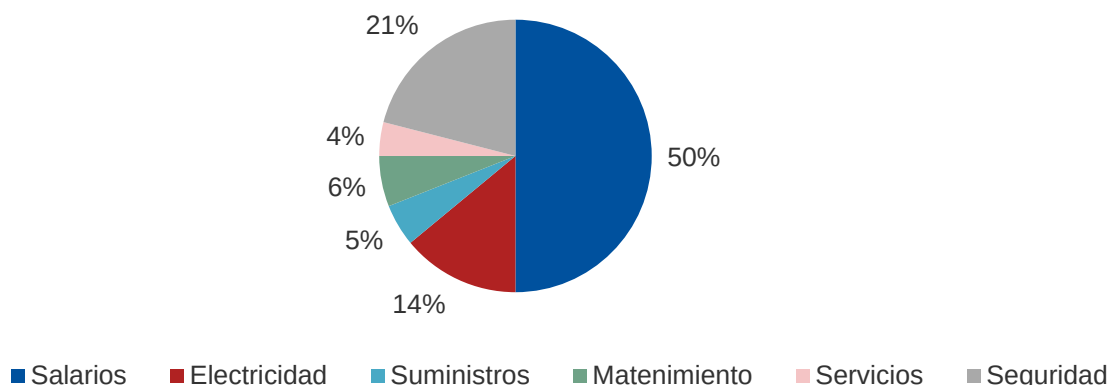
3.5.2. Costos de operación

A través de entrevistas se logró una aproximación a la distribución de costos de una empresa minera de mediano tamaño en Colombia. Con respecto al costo total, este no se pudo averiguar. Las empresas del sector son muy herméticas al momento de compartir información, siendo la fracción del costo total destinado a cada tipo de costo el mayor detalle que estaban dispuestas a mostrar.

Se tuvieron en cuenta solo los costos y gastos relacionados con su normal operación, dejando de lado inversiones en programas de Responsabilidad Social Empresarial, mitigación del impacto

ambiental y en general aquellos costos que son obligatorios por norma, así como los costos en los que solo se debe incurrir una vez y no son parte de la operación regular de la mina.

Figura 11 Estimación de distribución de costos de operación por ítem



Fuente: Datos obtenidos por Gabriel Angarita, CEO de CDTEC, en base al promedio reportado por tres empresarios mineros

Llama la atención el alto costo porcentual que tienen los sistemas de seguridad, pues la fuga de material es importante en empresas con cierta trayectoria. En este sentido, la estructura de costos de las minas pequeñas de esmeraldas es completamente distinta a la de otros *commodities*. El ítem seguridad es casi eliminado en empresas pequeñas o empresas cuya producción no alcanza a cubrir los costos, así como empresas que se encuentran adelantado trabajos mineros pero que no han tenido producción. Los salarios son en general el ítem de costos más alto, pues considera tanto el personal operativo, como los diversos cargos ejecutivos y directivos de mediano y alto nivel.

Otro ítem importante es el de la energía eléctrica, que ocupa un tercer lugar en los gastos. El consumo de energía eléctrica se relaciona con sistemas de ventilación y aire comprimido para los martillos percutor y perforante, así como para las labores en superficie. Claro está que este rubro, es menor en empresas de menor profundidad.

Los suministros varían con la época y los cambios en la roca que se está explotando. En áreas de roca compacta este ítem puede disminuir uno o dos puntos porcentuales, mientras que en áreas con rocas relativamente suaves puede incrementarse en más de dos puntos, pues se hace necesario el reforzamiento estructural.

El mantenimiento es una erogación estructural en el sentido de que la maquinaria y equipos tienden a ser usados por largas horas en trabajo relativamente continuo, lo que produce una fatiga y rápido desgaste de las partes móviles.

3.6. Mecanismos internacionales de comercialización de esmeraldas y otras piedras preciosas

Las piedras preciosas, a excepción de los diamantes blancos (los diamantes de color tienen la misma dinámica de comercialización que otras piedras de color), tienen dinámicas de comercio *sui generis* debido a que no hay parámetros objetivos que permitan, como en el caso de los diamantes blancos, dar una descripción objetiva sobre las características con las cuales se determina el valor de una piedra.

Uno de los principales factores al momento de valorizar las esmeraldas y otras gemas preciosas es el color, siendo ésta una de las características que más importa al comprador. Este factor no es objetivo, ya que depende tanto de las diferencias en la percepción individual del color como de la ubicación geográfica final en la cual se va a comercializar la gema o la joya como producto terminado. Ciertos mercados prefieran ciertas tonalidades y otros mercados otras.

Es por esto que los compradores se desplazan a los mercados a los países productores si es necesario, o viajan a eventos especializados de venta de piedras. En estos sitios, compradores y vendedores de todo el mundo se reúnen por espacios de tiempo de entre 4 y 10 días. Ahí se exhiben, compran y venden todo tipo de piedras de color. Los joyeros aprovechan estos espacios para adquirir piedras y comparar precios. Hay ferias internacionales en diversos sitios. Las más importantes se llevan a cabo en Estados Unidos, Alemania, Suiza, Hong Kong, Tailandia, India y China. De ahí que estos países estén referenciados entre los principales importadores, y muchos de ellos también entre los mayores exportadores.

En gran parte, es esta amplia movilidad de las gemas de color que conduce a inconsistencias en las cifras de importación y exportación, con piedras que presentan múltiples entradas y salidas de los mismos países sin que esto signifique necesariamente que se ha concretado una venta.

3.7. Condición actual de la producción mundial de esmeraldas: Colombia, Brasil, Zambia, Rusia, Etiopía, Pakistán & Afganistán

Tanto el conocimiento geológico, las referencias bibliográficas y la experiencia de los consultores muestran que en el mundo existen al menos unos veinte países en los cuales se han encontrado mineralización de esmeraldas. Pese a esto, solo Colombia Brasil y Zambia son relevantes al momento de entender el comercio mundial de este producto. En esta sección se incluye

información sobre estos tres mercados, además de otros productores menos relevantes pero interesantes de entender como Rusia, Etiopía y Pakistán & Afganistán.

3.7.1. Colombia

Los depósitos de esmeraldas conocidos en Colombia están distribuidos en dos cinturones entre los departamentos de Boyacá, Cundinamarca y Santander. Colombia tiene una geológica única en el contexto de formación geológica de esmeraldas, pues la cristalización de las mismas se dio por procesos hidrotermales, es decir, con la ayuda de fluidos que transportaron los elementos necesarios para la cristalización en rocas de tipo sedimentario.

Estos cinturones se extienden en dirección NE-SW en la parte central del flanco oeste de la Cordillera Oriental, con los distritos mineros de Chivor, Gachalá y Macanal (cinturón oriental) y Muzo, Coscuez, Peñas Blancas, La Palma-Yacopí y La Pita (cinturón occidental). Las principales minas son Muzo, Cunas, Coscuez, La Pita y Chivor. Las mineralizaciones se encuentran asociadas a venas, brechas hidrotermales y brechas hidráulicas en secuencias sedimentarias de edad Cretácico Temprano.

A pesar de que las áreas tituladas abarcan la mayor parte de las áreas con potencial de encontrar depósitos mineralizados, excepto las mencionadas más adelante, no existen compañías que estén haciendo trabajos de exploración en títulos sin historial de producción. La mayor parte de los títulos mineros no son explotados y han sido expedidos a favor de empresarios nacionales, que están en búsqueda de capital para continuar con el proceso exploratorio.

Solo existen dos grandes compañías no nacionales dedicadas a la exploración y explotación de esmeraldas en Colombia: MTC y Fura Gems. Ambas se encuentran adelantando sus trabajos de explotación en las tradicionales minas de Muzo y Coscuez, respectivamente.

La legislación colombiana exige la declaración de la producción por parte de los titulares mineros y el pago de regalías en la respectiva alcaldía. Sin embargo, si al momento de la exportación no se puede comprobar el pago correspondiente, la empresa o persona que va a realizar dicho trámite debe asumirlo. No existe vigilancia o control por parte del estado en cuanto a la verificación de la producción por parte de los titulares mineros.

3.7.2. Brasil

La producción brasileña de piedras preciosa, dentro de las cuales aparecen las esmeraldas, es llevada a cabo por mineros independientes y por unas pocas empresas mineras, tal como en

Colombia o en Zambia. Como consecuencia, el Estado ejerce un escaso control efectivo sobre la producción y comercialización de gemas.

Otro factor que contribuye a esta informalidad es la elevada carga fiscal brasilera en el medio, que alcanzó el 53% del valor de las ventas de joyería y el 25% de las ventas de piedras preciosas naturales o lapidadas. Los estados que destacan como productores de gemas brutas son Río Grande do Sul y Bahía, donde se produce principalmente esmeralda, amatista y aguamarina. Así mismo, en Goiás destaca la producción de esmeraldas, junto con granates, topacios, amatistas y citrinos y turmalina.

La producción de piedras preciosas en Brasil por años fue mayormente informal y atraía el capital humano que no tenía otra opción laboral que el trabajo poco calificado de la minería artesanal, siendo la paga en especies o derivada de un porcentaje de las ventas del mineral. Estas condiciones permitieron el florecimiento de la actividad, así como la extensiva extracción de todo tipo de piedras, entre ellas la esmeralda. Las recientes regulaciones en las que se exige registrar las operaciones mineras, así como el crecimiento económico, han llevado a una disminución de las operaciones artesanales por dos factores: el primero es la falta de capital para las inversiones necesarias para cumplir con las nuevas leyes más estrictas no solo en materia laboral, sino también en materia ambiental. El segundo es el mejoramiento de las condiciones de vida y por ende el aumento de capital en la economía ha llevado a que gran parte del capital humano poco calificado busque alternativas más rentables, más periódica, menos exigentes físicamente y menos inciertas que la minería artesanal de piedras preciosas. La disminución de las operaciones artesanales ha impulsado una consolidación de la industria, liderada por empresas que tienen la capacidad de desarrollar su labor extractiva a la vez que cumplen con las reglamentaciones mineras y ambientales⁴. Un ejemplo de estas últimas es la empresa minera Belmont que desarrolla una minería subterránea altamente calificada.

En Brasil no hay control *in situ* por parte del gobierno en cuanto a cuánto se produce. Se cobra un muy pequeño impuesto del 0,5% sobre el valor declarado por el productor. Como forma de estimular la declaración sobre la producción, no se cobran regalías pero las empresas mineras tienen diferentes tipos de impuestos internos.

3.7.3. Zambia

La región de mayor importancia en el proceso de extracción de esmeraldas en Zambia es el área de Kafubu. Esta es una región desértica que permite el empleo de métodos de explotación industrialmente intensivos como la minería a cielo abierto. Este tipo de explotación ayuda a

extraer todo el material mineralizado de forma rápida y eficiente, razón por la cual Zambia es el principal productor de esmeraldas a nivel mundial en términos de volumen.

A pesar de que el gobierno de Zambia ha concedido alrededor de 345 títulos o derechos mineros, la mayor parte de ellos están inactivos. Solo dos de estos títulos son explotados por grandes compañías. Una de ellas es Gemfields, compañía que se estima que produce el 20% de las esmeraldas que se comercializan en el mundo. El resto de la minería está dominada por mineros artesanales y pequeños con niveles de inversión bajos y niveles de producción que no son relevantes en la dinámica de comercio mundial de piedras.

El Gobierno de Zambia es socio en un 25% de Gemfields. Las regalías corresponden al 6% del valor bruto. El proceso de venta se lleva a cabo a través de subastas privadas, donde se invita directamente a compradores de reconocida reputación. Al tener participación en la empresa, el gobierno tiene conocimiento de primera mano sobre cuánto se vendió, la cantidad y calidad de las esmeraldas vendidas.

Gemfields tiene su propio sistema de clasificación de material mineralizado en su estado original. Esa clasificación le permite fijar un precio estimado de venta que se corrobora al momento de llevar a cabo la subasta, usualmente en otro país. Estas subastas son privadas y se debe tener invitación. El público nunca sabe el valor base que la empresa fija para cada lote que se subasta. La empresa solo hace público cuánto fue el valor total de la venta en dólares al finalizar la subasta, cuántos lotes fueron vendidos y cuál fue el precio promedio por quilate. También se comunica cuántos lotes no fueron vendidos.

Cabe recordar que la empresa Gemfields es una empresa que cotiza en bolsa, por lo cual está obligada a publicar información financiera relevante para los accionistas. Sin embargo, esto no implica divulgar información estratégica de la compañía como la relacionada a la metodología de fijación de precio.

3.7.4. Etiopía

Etiopía ha surgido como una nueva fuente de esmeraldas de buena calidad, con alta probabilidad de ser una fuerte competencia para productores tradicionales como Colombia. Sus depósitos se encontraron hace menos de dos años. Como es usual en estos hallazgos se ha generado una incipiente producción mediante la aplicación de métodos muy artesanales. Por ahora no se conocen referencias de explotaciones a gran escala, por lo que la producción que llega al mercado lo hace a través de la vía informal. Dado esto, no hay garantía de que toda la producción haya pasado por los registros oficiales. Independiente de esto, estimaciones indican que se

produjeron alrededor de unos 500.000 quilates de esmeraldas en Zambia hasta el año 2017 (Renfro, *et al*).

Etiopía, como gran parte de los países africanos, tiene una alta inestabilidad política y poco o nulo control en ciertas zonas alejadas de los centros urbanos. Grupos armados locales controlan ciertos territorios sin reglas claras con alto nivel de inseguridad. Al mismo tiempo, no existe un medio claro para hacer exportaciones legales desde este país. Muchas de las esmeraldas que salen de Etiopía no siguen un camino legal, sino que son sacadas del país para ser exportadas a través de Kenia o directamente no son declaradas.

Este contexto local impide tener información veraz y confiable en términos de producción, y es la razón por la cual empresas como Gemfields no han entrado a hacer las inversiones necesarias para extraer las esmeraldas con métodos rápidos y eficientes como los empleados por esta empresa en Zambia. Existe, sin embargo, un gran potencial de extracción de esmeraldas de buena calidad y los ojos de la industria están puestos en este pequeño e inestable país por la calidad del material que se ha filtrado al mercado y lo poco explotado de sus yacimientos.

3.7.5. Rusia

Los yacimientos de esmeraldas en Rusia son conocidos desde 1831 y han sido explotados desde esa fecha, con periodos en los que la explotación ha sido suspendida debido a problemas políticos, sociales o una combinación de éstos. Sus depósitos se encuentran localizados 98 kilómetros al NE de Yekaterimburgo, la cuarta ciudad más poblada del país.

El área que le da nombre a la principal mina de Rusia es Malyshev, en los montes Urales. Existen otras minas que en la actualidad no producen pero que son muy conocidas. Ellas son Sverdlovsky, Krupsky y Chitny. Esos depósitos son productos de eventos metasomáticos en rocas encajantes, que incluyen peridotitas serpentinizadas, lo cual difiere de manera radical con la génesis de los yacimientos colombianos.

Los yacimientos rusos están ligados a los depósitos de uranio, mineral considerado estratégicos por parte del gobierno ruso, por lo que no hay permisos de explotación o comercialización. A pesar de que los depósitos de esmeraldas en esta zona están identificadas y relativamente bien estudiadas, no han sido explotados a gran escala. No existen datos de exportación de esmeraldas rusas y su incidencia en el mercado se estima por debajo del 1%. Por factores geopolíticos de vieja data, la venta de este tipo de minerales y su comercialización se hacen a través de canales poco conocidos y de los cuales se hace imposible tener datos.

3.7.6. Paquistán y Afganistán

Un recorrido mundial sobre la producción de esmeraldas no puede estar completo si no se hace una mención obligada sobre los modos, calidades y fenómenos políticos que condicionan la producción en países asiáticos como Paquistán, Afganistán, Kirguistán, Kazajistán, Uzbekistán y otros, en donde los conflictos étnicos y religiosos son determinantes de las actividades productivas y políticas.

En particular, Paquistán y Afganistán comparten no solo fronteras sino dinámicas de explotación. Como sucede en otras partes del mundo, no existen o no se conocen registros sobre la producción esmeraldífera. Las coyunturas políticas han impedido la implementación de mecanismos de control de la producción.

En Afganistán, aunque el país se reconoce como un productor de minerales tales como el carbón, cobre, y gas natural en pequeñas cantidades, no se conocen registros de su producción de piedras semi preciosas como el lapislázuli y esmeraldas. Sin embargo, de acuerdo con la experiencia de los investigadores, las esmeraldas producidas en este país se caracterizan por ser de tamaño pequeño (entre 0,01 y 1 quilate), con cristalización y color de muy buena calidad. Estas piedras de alta calidad son producidas en el Valle de Panjshir a 150 km al norte de Kabul, cerca de la cordillera de las montañas del Hindu Kush.

Paquistán, por otro lado, es conocido por sus desarrollos tecnológicos y siderúrgicos pero no como un productor de minerales de exportación. Sin embargo, se conocen piedras de extraordinaria calidad y de pequeño tamaño. No se conoce bien su génesis, y menos aún se tiene información estadística de volúmenes y valores de producción. El centro de producción del país está en Swat, en la localidad de Mingora al noroeste del país, en medio de un ensamble entre talco-magnesita con cuarzo magnesita.

3.8. Producción histórica de esmeraldas en base a información disponible de exportaciones: Colombia, Brasil y Zambia

La información recogida en esta sección refleja la información oficial de exportaciones de Colombia, Brasil y Zambia, recogidas desde distintas fuentes locales.

Tabla 1 Exportaciones de esmeraldas (quilates)

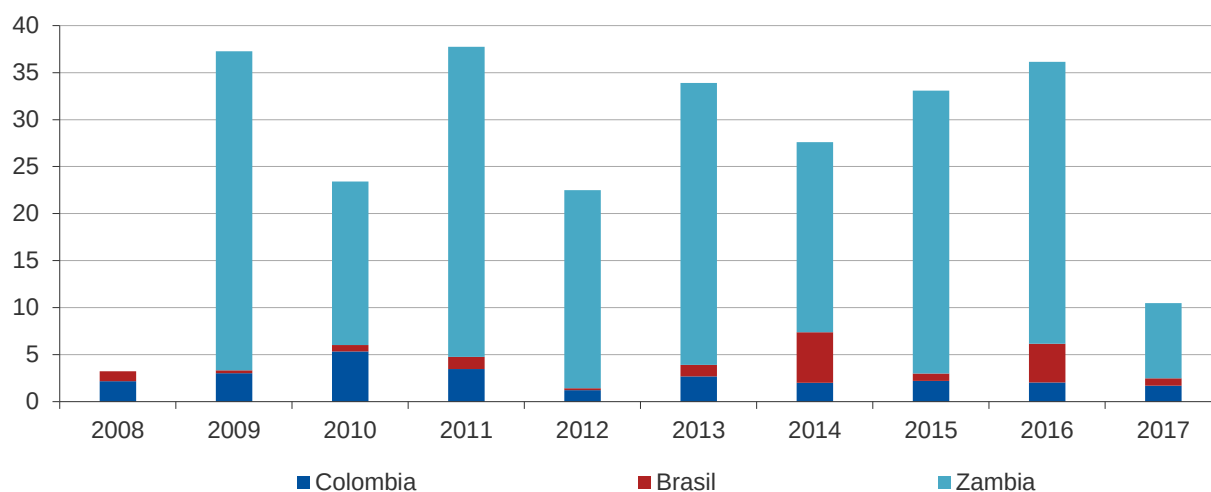
	2008	2009	2010	2011	2012	
Colombia	2.121.492	2.954.216	5.230.263	3.402.350	1.210.561	
Brasil	1.020.000	310.000	665.000	1.250.000	170.000	
Zambia	-	33.928.571	11.785.714	26.785.714	23.571.428	
Total	3.141.492	37.192.787	17.680.977	31.438.064	24.951.989	
% cambio anual		1084%	-52%	78%	-21%	
	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
Colombia	2.624.378	1.966.550	2.167.110	2.000.354	1.672.908	-2,6%
Brasil	1.200.000	5.220.000	755.000	3.995.000	750.000	-3,4%
Zambia	8.928.571	19.285.714	8.928.571	8.214.285	8.000.000	n/a
Total	12.752.949	26.472.264	11.850.681	14.209.639	10.422.908	14,3%
% cambio anual	-49%	108%	-55%	20%	-27%	

Fuente: ANM, IBGM, reportes

En el caso de Zambia, el 100% de lo producido es exportado. En el caso de Colombia y Brasil, sin embargo, existe cierto nivel de consumo interno de esmeraldas. Gran parte de ese consumo interno proviene de turistas que compran las gemas y luego regresan a su país de origen, sin registrar este movimiento. Para Brasil se estima que las exportaciones corresponden a alrededor del 97% de la producción, mientras que para Colombia se estima que corresponden al 98%. En base a estos supuestos se pueden realizar estimaciones de la producción de esmeraldas en estos países.

Para otros productores como Rusia, Etiopía, Paquistán y Afganistán, no se cuenta con cifras que soporten los volúmenes de producción. Sin embargo, se estima que la oferta de estos países representa un porcentaje menor de la oferta mundial total.

Usando los supuestos planteados anteriormente, estimamos la producción de esmeraldas:

Figura 12 Estimación de producción de esmeraldas (millones de quilates)


Fuente: construido en base a información de ANM, IBGM, reportes y supuestos

Tabla 2 Estimación de producción de esmeraldas (quilates)

	2008	2009	2010	2011	2012	
Colombia	2.164.788	3.014.506	5.337.003	3.471.786	1.235.267	
Brasil	1.051.546	319.588	685.567	1.288.660	175.258	
Zambia	-	33.928.571	17.400.000	33.000.000	21.100.000	
Total	3.216.335	37.262.665	23.422.570	37.760.445	22.510.524	
% cambio anual		1059%	-52%	77%	-21%	

	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
Colombia	2.677.936	2.006.684	2.211.337	2.041.178	1.707.049	-2,6%
Brasil	1.237.113	5.381.443	778.351	4.118.557	773.196	-3,4%
Zambia	30.000.000	20.200.000	30.100.000	30.000.000	8.000.000	n/a
Total	33.915.050	27.588.127	33.089.687	36.159.735	10.480.245	14,0%
% cambio anual	-49%	108%	-55%	21%	-27%	

Fuente: construido en base a información de ANM, IBGM, reportes y supuestos

Dada la poca confiabilidad de estos números, es posibles que las exportaciones y, por lo tanto, la producción de esmeraldas en cada uno de estos países, sean mayores a los números mostrados. Al observarse cifras de exportación de piedras preciosas, países que no tienen minería de estas piedras, o tienen una producción menor, registran una importante cantidad de exportaciones. Países como India, Tailandia y el Reino Unido exportan una cantidad importante de piedras preciosas, sienten también reconocidos centros de transformación. Esto confirma la teoría de que las exportaciones reportadas incluyen piedras preciosas que han sido producidas en otras locaciones, situación que se replica con las esmeraldas. A esto hay que agregarle el efecto que genera el hecho de que agentes comerciales chinos compren piedras preciosas en

distintos países, para luego exportarlas desde esos países a China. La movilidad del negocio hace que las piedras sean transportadas de un lugar a otros múltiples veces. En muchas ocasiones solo son declaradas al ingresar a los países pero no a la salida.

3.9. Comentarios alrededor de la proyección de producción de esmeraldas

Para lograr una proyección razonable de la producción de los años por venir sería indispensable contar con reportes de empresas productoras, lo que no están disponibles en la industria de las esmeraldas. A falta de estos datos, la producción futura se podría estimar en base a reservas y producción anual esperada, ya sea a nivel global o regional para ser agregado. En el caso de las esmeraldas, como se comentó anteriormente, no existen datos de reservas a nivel país. Solo Gemfields ha dado cifras estimadas de sus reservas, pues hicieron las inversiones necesarias para caracterizar la cantidad de material mineralizado. Esto les ha permitido estimar un volumen de esmeraldas por extraer, pero sin lograr estimar su calidad y, por lo tanto, precio estimado.

Si se siguiese la tendencia reportada por Gemfields, esta empresa contaría con al menos 45,5 millones de quilates de buena calidad de esmeraldas. Al ritmo de extracción actual, estas reservas se acabarían en alrededor de 32 años.

4. Descripción del mercado y precios de las esmeraldas

4.1. Mecanismo de tasación de las piedras preciosas

No es posible establecer un precio único para las esmeraldas debido a que no son un *commodity*. Incluso si se aceptara el uso de un valor promedio que escondería el efecto de diferencias en calidad y percepción del valor por parte del cliente, entre otros, no existe información de calidad de producción y ventas que permita llevar a cabo este cálculo estimativo. Incluso cuando se trata de entender algo tan relevante para el valor de una esmeralda como su color, no existe un sistema universal normalizado de graduación colorimétrica para gemas de color. Por lo mismo, las piedras no son tranzadas en bolsa y son comercializadas generalmente en pequeños mercados locales. En estos mercados locales, compradores mayoristas adquieren las piedras para después trasladarlas a centros más especializados como ferias internacionales de piedras de color o centros de elaboración de joyería como Tailandia, China o India.

Aun así, hay quienes extrapolan algunas variables del sistema de graduación de diamantes blancos para usarlas en piedras de color. Dichas variables fueron desarrolladas a partir del trabajo del Instituto Gemológico de América (GIA, por sus siglas en inglés), que creó un sistema para graduación de diamantes blancos o incoloros con el ánimo de que los consumidores encontraran más fácil la tarea de comprender las sutiles diferencias en la calidad entre distintos productos, así como asimilar las diferencias en cuanto al precio que debían pagar al comprar distintas calidades.

El sistema desarrollado por la GIA involucra cuatro variables, y la interacción entre esas variables y estudios periódicos de mercado ayudan a determinar los precios de los diamantes blancos o incoloros en un determinado periodo de tiempo. Este sistema fue bautizado como las “4 Cs”. Tres de esas Cs denotan o hacen referencia a una característica física en particular y son inherentes a cada piedra, siendo, hasta cierto punto, no son modificables por la acción o intervención humana. La última C es determinada por la experticia de artesanos expertos en la materia. Estas cuatro variables son tenidas en cuenta para dar una primera valoración en piedras de color en general.

Las 4 Cs son las siguientes:

1. **Carat – Quilates**

El peso de las piedras preciosas se mide en quilates⁵. El peso de piedra es directamente proporcional al precio, pues es más común encontrar gemas de menor peso (y por lo tanto, tamaño). Vale la pena mencionar que la relación de aumento de precios con respecto a la cantidad de quilates no es siempre lineal, ya que hay otros factores que afectan el precio también. Sin embargo, un aumento en 1 quilate puede aumentar el precio de una piedras hasta alrededor de un 30% solo por este factor.

2. **Color**

La segunda C hace referencia al color. en piedras de color la saturación más apetecida no es la que estaría en los extremos de una campana de gauss sino los matices que se encuentran en el centro,

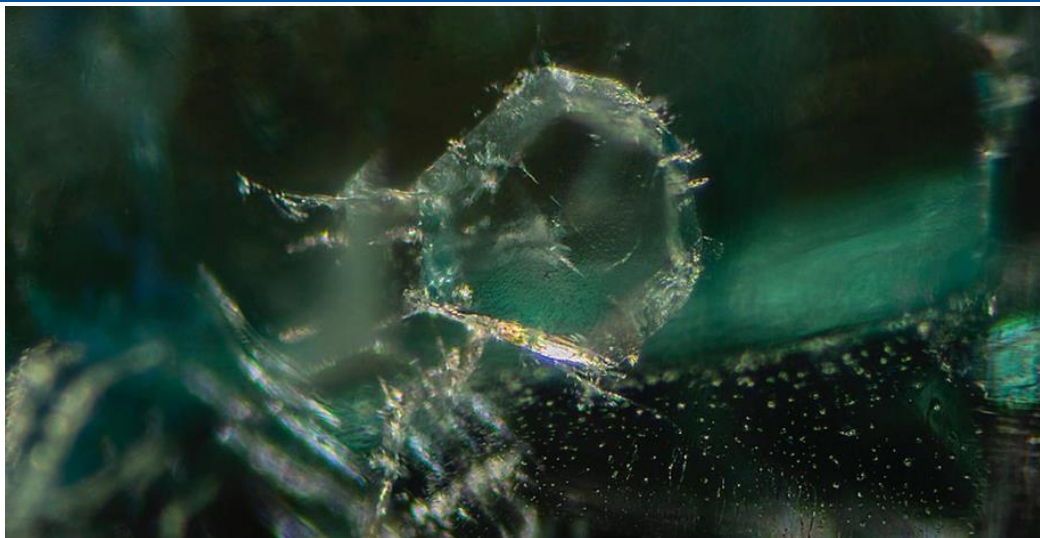
3. **Clarity – Claridad**

La tercera C, está relacionada con la claridad. El nivel de claridad está asociado al nivel de fisuras o inclusiones⁶. A mayor número de inclusiones, menor es el precio. La siguiente fotografía muestra una inclusión de apatito en un cristal de esmeralda, mostrando cómo en un mineral se puede afectar el valor que está dispuesto a pagar un consumidor por una gema. Algunas piedras de color tienen una mayor cantidad de inclusiones y fisuras debido a los procesos mismos de su génesis, los ambientes de formación y material estructural. Casi todas las piedras pueden ser sometidas a procesos que mejoran este factor. Cuando se trata de fisuras abiertas, es decir, que alcanzan la superficie, en el caso de las esmeraldas el mayor o menor grado en el que diversas sustancias cubren o rellenan las fisuras puede tener una importante incidencia en la valoración de la piedra. En general, a menor cantidad de sustancia dentro de las fisuras, mayor el precio.

⁵ 1 quilate corresponde a 0.2 gramos, por ende 5 quilates son equivalentes a 1 gramo. Aunque el peso tiene una relación con el tamaño de la piedra, esta no es una relación 1:1

⁶ Las inclusiones y fisuras son las huellas que han dejado los procesos geológicos de formación. En la mayor parte de las ocasiones, las fisuras alcanzan la superficie de las piedras por lo que es fácil usar productos naturales o artificiales que rellenan dichas fisuras y permiten un mejor paso de la luz a través de las piedras.

Figura 13 Ejemplo de inclusión de apatito en cristal de esmeralda, a una magnificación de 40x



Fuente: CDTEC Gemlab, Foto tomada por John Zamora

4. Cut – Talla

La última C es la que el ser humano puede modificar o acomodar (hasta donde el material lo permita): la talla (del inglés *Cut*). Este es el único proceso que realmente añade valor. Este proceso es muy importante e involucra muchos elementos a ser considerados, dentro de los cuales destaca la habilidad del tallador para analizar la piedra y cortarla de tal manera de intensificar la belleza del producto final.

Estas cuatro características deben ser evaluados por expertos, pues la claridad, el color y la talla ofrecen matices que en algunos casos pueden llegar a ser tan sutiles, que llegan a ocasionar valoraciones erróneas en el mercado. El único punto que no deja margen de duda es el peso, aunque ciertos rangos de peso tienen saltos de precio que no se ajustan a una fórmula matemática predefinida.

Es importante mencionar que la aplicación de los parámetros descritos es simplemente una heurística que le ayuda al comprador a simplificar las variables a tener en cuenta a la hora de estimar el máximo precio que está dispuesto a pagar por una piedra de color.

Para la tasación de piedras es relevante también considerar otros aspectos, tales como origen, nivel de tratamiento y características especiales de la piedra. Los cristales de piedras preciosas no son perfectos y de manera natural presentan diversos defectos estructurales que deben ser reconocidos para justipreciar su valor.

4.2. Situación actual de precios de esmeraldas

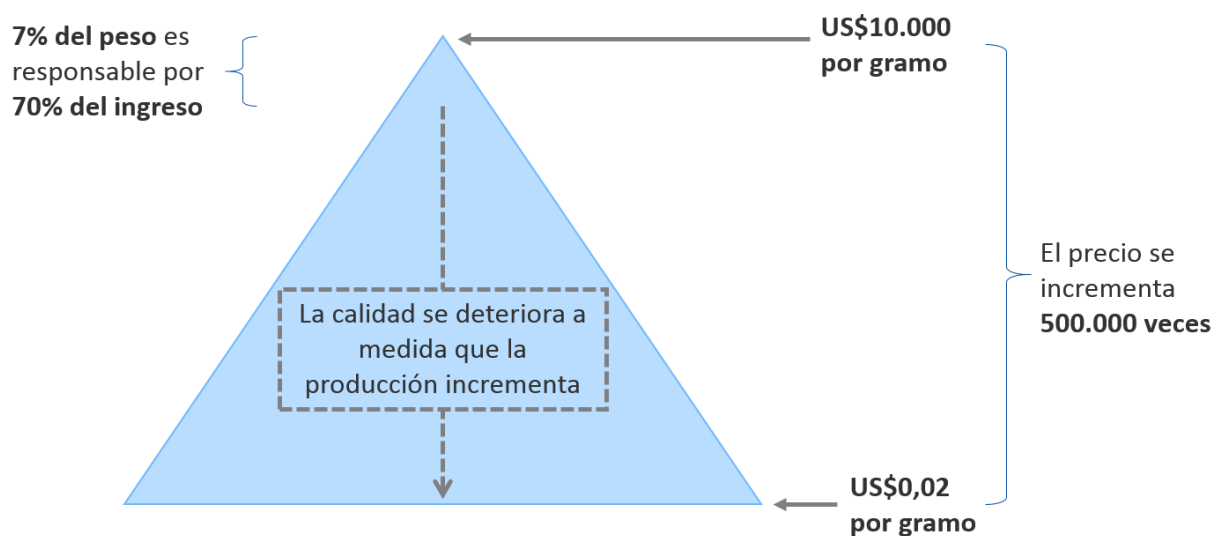
Existen varias razones por las cuales no es posible determinar el precio de las esmeraldas en base a los datos de peso y valor de las exportaciones/importaciones:

- Como se ha comentado a lo largo de este reporte, no existe un código armonizado para las esmeraldas, ya que se encuentran agrupadas con otras piedras preciosas.
- Las estimaciones de exportaciones de esmeraldas disponibles no provienen de datos oficiales de aduana, sino que de distintas fuentes que pueden contar con distintos puntos de medición.
- Es posible que los datos disponibles sean menores a los reales debido a problemas de reportabilidad y trazabilidad de flujos producción a través de distintos países.
- Tal como se comentó en la sección “Países importadores de piedras preciosas (excluyendo diamantes y piedras sintéticas)”, existen situaciones en las que las piedras son exportadas a un país para su venta y luego re-importadas si la venta no se puede concretar. Esta segunda entrada puede significar que se sumen los costos logísticos en los que ya se incurrió al valor de la gema, así como costos de seguros y otros. Esta situación de exportación – importación puede ser cíclica y repetitiva, distorsionando no solo los volúmenes comercializados sino también el valor de la piedra en sí.

Incluso si se contara con datos de exportación e importación confiables y no se generaran las distorsiones explicadas anteriormente, los valores mostrados agruparían esmeraldas de distintas calidades. A diferencia de algunos productos donde las diferencias en calidades pueden ser menores o se traducen en diferencias relativamente despreciables de valor, este no es el caso de las esmeraldas. Para las esmeraldas, las diferencias de precio entre las esmeraldas de baja calidad y las de alta es abismal.

En el caso de las esmeraldas de Zambia, por ejemplo, Gemfields estima que el 7% de la producción en quilates es responsable del 70% del total de sus ingresos (considerando valores de piedras sin trabajar). Al mismo tiempo, la producción de baja calidad alcanza precios extremadamente bajos.

Figura 14 Relación beneficio & calidad en esmeraldas sin trabajar en Zambia



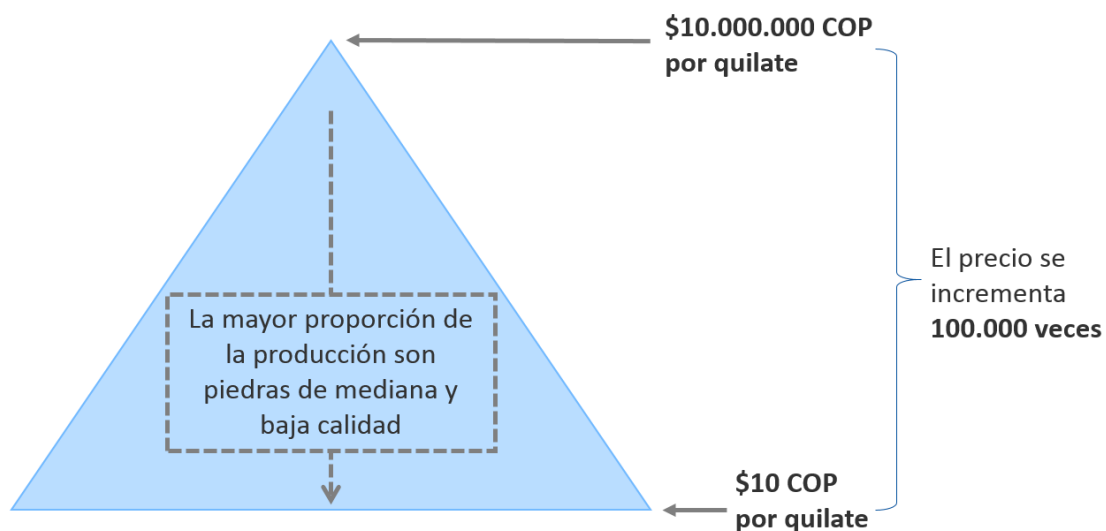
Fuente: Adaptado de diapositiva de Sean Gilbertson CEO de Gemfields Zambia, presentada en el Congreso Internacional de la Asociación Internacional de Piedras de Color, octubre 2017, Jaipur, India. Elaborado por CRU.

En el caso de las esmeraldas colombianas se llevó a cabo el mismo ejercicio en un trabajo de campo llevado a cabo por Gabriel Angarita para el presente reporte⁷.

Tal como en Zambia, en Colombia, se ve un incremento muy significativo en el precio de la cotización de las piedras dependiendo de su calidad. En Colombia, sin embargo, el incremento del precio es de 100.000 veces entre las piedras de menor y de mayor calidad. Este número está considerablemente por debajo de lo observado en Zambia. Este hecho se explica por los modelos de comercialización existentes en cada país: mientras que la empresa Gemfields vende a través de subastas, en Colombia existe un libre mercado en el que diariamente se tranzan piedras. Esto le permite a los compradores tener mayor precisión a la hora de comprar, lo que reduce la diferencia de precio a pagar entre distintos productos.

⁷ El cálculo del valor en dólares se hizo con la tasa representativa del mercado del día 27 de noviembre de 2018, su cotización para ese día fue \$3251 pesos por dólar, este trabajo implicó la entrevista con 10 comerciantes de mercancía en bruto en tres ciudades (Bogotá, Muzo, Chivor).

Figura 15 Relación beneficio & calidad en esmeraldas de Colombia

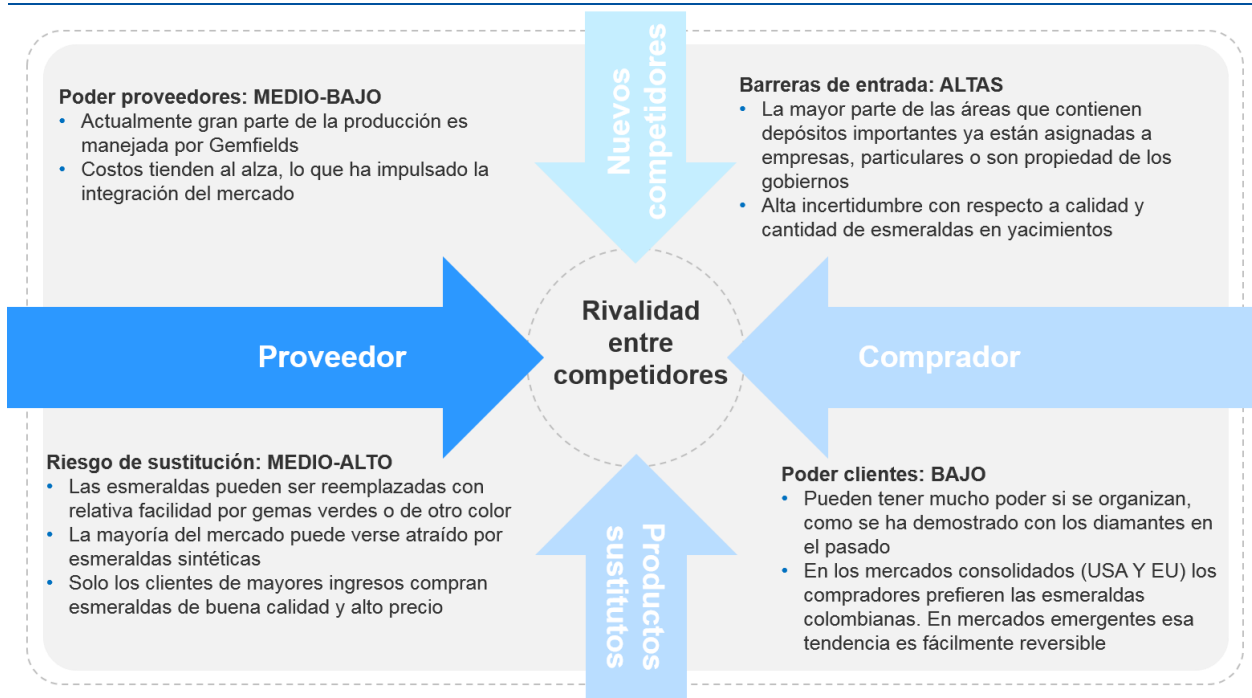


Fuente: Gabriel Angarita, CEO de CDTEC, en base a trabajo de campo realizado para el presente informe. Elaborado por CRU

La distancia entre el precio de las piedras de alta y baja calidad demuestra la alta complejidad de este mercado, lo que impide hacer generalizaciones de precio sin que estas estén sesgadas o distorsionen la realidad de la comercialización de esmeraldas a nivel mundial.

5. Análisis de las cinco fuerzas de Porter para el mercado de las esmeraldas

Figura 16 Análisis de las cinco fuerzas de Porter para industria de las esmeraldas



Fuente: Gabriel Angarita (CEO de CDTEC) y CRU

• Poder de los proveedores

Hay una posición dominante de los productores existentes, pues solo ellos cuentan con los permisos gubernamentales necesarios para la producción. Existe mucha informalidad en la mayor parte de países lo que incrementa la oferta. Por otro lado, la preocupación de los consumidores por temas ambientales, condiciones dignas y justas de trabajo, así como los de responsabilidad social, implican nuevas presiones vinculadas directamente a los costos de producción. Otro importante factor es que los principales países productores llevan un proceso de muchos años que ha mermado de manera importante los depósitos mineralizados que se encuentran cerca de la superficie, esto tiene un impacto directo en

los costos de producción pues cada vez se necesitan hacer excavaciones de mayor profundidad.

- **Riesgo de sustitución**

El aumento en el precio de las esmeraldas y otras de las principales piedras preciosas (zafiros y rubíes) han llevado a los consumidores y productores de joyas a buscar otros productos minerales de menor precio. En términos estéticos, es fácil cambiar una esmeralda por otra piedra verde como por ejemplo la tsvarita. Además, no solo existe la tendencia a reemplazar a las esmeraldas por otras piedras verdes sino por una gran variedad de colores, entre ellas las turmalinas, topacios y cuarzos de color entre otros.

Por otro lado, en el entendido de que las joyas tienen un valor emocional su amenaza de sustitución no solo se genera a partir de productos en su misma categoría sino también de otras industrias. Entre la gran masa de consumidores de productos de lujo, las joyas han perdido un importante terreno al ser sustituidos por productos tecnológicos, como por ejemplo, teléfonos⁸. Existe sin embargo una porción de este mercado en la cual se encuentran los compradores con un altísimo poder adquisitivo para quienes los incrementos de los precios, lejos de disminuir la deseabilidad del producto, la estimulan. Estos compradores representan una porción muy pequeña del mercado.

- **Poder de los clientes**

El uso masificado de las redes sociales y las exigencias por productos que provengan de líneas de producción a través de la cual se respeten los derechos humanos y ambientales, puede convertirse en un medio por el cual los clientes pueden ejercer una gran influencia de manera rápida y significativa. Este fenómeno se presentó hace unos años en la industria de los diamantes y aunque no se ha replicado en otras piedras preciosas existe el riesgo de que la falta de implementación de mecanismos de trazabilidad en los diferentes mercados lleve a que el mercado de las esmeraldas y otras piedras preciosas se vea negativamente afectado.

- **Nuevos competidores**

La entrada de nuevos competidores no es fácil, pues la mineralización es un proceso que toma muchos años. En algunos casos puntuales las esmeraldas han sido denominadas

⁸ El efecto de las nuevas tecnologías en la demanda de joyería ha sido observado de manera empírica por la industria de las joyas. Como ejemplo de estas observaciones, referirse a *Has technology killed the jewelry industry?*

como mineral estratégico, como en el caso de Rusia, por lo que no se espera una extracción masiva en el corto plazo. Nuevos países con alto potencial como es el caso de Etiopía pueden convertirse en fuerte competidores si logran generar las condiciones de seguridad y sus condiciones políticas son lo suficientemente favorables para atraer la inversión extranjera directa. Este proceso no se ve como una opción de corto plazo.

La entrada de nuevas empresas extractivas que hagan inversiones en minería de piedras preciosas no es muy factible, pues a diferencia de otros minerales, en esmeraldas es imposible hacer cálculos que garanticen o den idea de parámetros financieros básicos como el retorno de la inversión o el EBITDA. Aún si pudiese estimarse la cantidad de reservas es imposible estimar la calidad de éstas. Este factor, así como la incertidumbre sobre el crecimiento de los mercados, aleja el interés por parte de las empresas mineras hacia la inversión en este tipo de minería. Otro factor clave a tener en cuenta es que las recientes inversiones en el sector de las piedras preciosas se han hecho en terrenos en dónde se ha llevado a cabo la extracción de esmeraldas por muchos años y es un hecho probado la existencia de depósitos mineralizados. No existen compañías dedicadas a hacer exploración o prospección en áreas potencialmente ricas en depósitos mineralizados pero inexploradas.

- **Rivalidad entre empresas**

En el mercado de las esmeraldas los modelos de comercialización son muy diversos entre compañías. Algunas llevan procesos de venta solo del mineral en bruto en subastas semi públicas, otras comercializan en subastas privadas entre los accionistas o terceros por ellos invitados y algunas escogen tener distribuidores especializados. Algunas empresas deciden realizar una parte o todo el proceso de transformación, mientras otras hacen solo una parte del proceso y muchas otras hacen una combinación de los modelos de comercialización. Esta diversidad de mecanismos impide que se generen procesos de cartelización y cada empresa busca un nicho que le sea favorable para su modelo.

Anexo I. Glosario

Monedas y medidas de valor

Sigla	Significado
US\$	Dólar estadounidense
COL	Peso colombiano

Empresas e Instituciones

Sigla	Significado
CDTEC	Centro de Desarrollo Tecnológico de la Esmeralda Colombiana
IBGM	Instituto Brasileiro de Gemas y Metales Preciosos

Otros

Sigla	Significado
PIB	Producto Interno Bruto
TCAC	Tasa de Crecimiento Anual Compuesto

Anexo II. Bibliografía

1. Giuliani, G., Branquet, Y., Groat, L. A., Fallick, A., & Marshall, D. (2015). Emerald Deposits around the World, Their Similarities and Differences. InColor, (Special Issue), 56–69
2. *A competent persons report on the Kagem emerald mine, Zambia, 2017*, SRK Consulting. Disponible en Internet: <https://www.gemfieldsgroup.com/assets/mineral-resources-and-mineral-reserves/>
3. *Kagem protests enter day 2*, Daniel Chansa para News Diggers, 16 de mayo de 2018. Disponible en Internet: <https://diggers.news/local/2018/05/16/kagem-protests-enter-day-2/>
4. Boletín de la Sociedad Geol. Mexicana; versión impresa ISSN 1405-3322; Resumen; DE BRITO BARRETO, Sandra y BRETAS BITTAR, Sheila María. *Los depósitos de gemas de Brasil: localización, producción e impacto económico*. Bol. Soc. Geol. Max. [online]. 2010, vol.62, n.1, pp.123-140. ISSN 1405-3322.
5. Reys, A. (2017) *Coloured Stone Market and trade in Brazil: A Brief History and Current Status*. *The Journal of Gemmology*
6. Seifert, A. V., Žáček, V., Vrána, S., Pecina, V., Zachariáš, J., & Zwaan, J. C. (2004). *Emerald mineralization in the Kafubu area, Zambia*. Bulletin of Geosciences, 79(1), 1-40
7. Renfro, N., Sun, Z., Nemeth, M., Vertriest, W., Raynaud, V., & Weeramunkhont, V. (2017). *A new discovery of emeralds from Ethiopia*
8. Gavrilenko, E. (2003). *Esmeraldas de los Urales (Rusia): condiciones de formación y caracterización comparativa con las esmeraldas de otros orígenes* (Doctoral dissertation, Minas).
9. Arif, M; Fallick, A. E & Moon, C. J. Mineral. Deposita, Mineral. Deposita 31, 255-268 (1996) *The Genesis of Emeralds and their host rocks for Swat, Northwestern , Pakistan: a stable isotope investigation*; en: <http://link.springer.com/article/10.1007/BF02280790>
10. CIA; The World Factbook. Disponible en Internet: <https://www.cia.gov/library/publications/resources/the-world-factbook/geos/pk.html>
11. McClure, S. F., Kane, R. E., & Sturman, N. (2010). *Gemstone Enhancement and Its Detection in the 2000s*. *Gems & Gemmology*, 46(3)
12. The World's Richest Countries, Top Gems Importers. <http://www.worldsrichestcountries.com/top-gems-importers.html>
13. Shah, Beejoli (2017). *Has technology killed the jewelry industry?*, en <https://psmag.com/environment/tech-killed-jewelry-industry-97335>