

Oportunidades y retos para el platino colombiano: un análisis geopolítico

Opportunities and Challenges for
the Colombian Platinum:
a Geopolitical Analysis

VLADIMIR MARTÍNEZ T.

Doctor en Ingeniería de la Universidad Pontificia Bolivariana; profesor en la Facultad de Ingeniería Mecánica y pertenece al Instituto de Energía, Materiales y Medio Ambiente de la misma Universidad. Medellín, Colombia. Correo electrónico: hader.martinez@upb.edu.co

ÓLMER A. MUÑOZ-SÁNCHEZ

Magister en Estudios políticos por la Universidad Pontificia Bolivariana; actualmente adelanta estudios de doctorado en Ciencia política en la Pontificia Universidad Católica Argentina; profesor e integrante del grupo Estudios políticos en la Facultad de Ciencias Políticas de la Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín, Colombia, Correo electrónico: olmer.munoz@upb.edu.co

Recibido:
18 de abril de 2013
Aprobado:
27 de mayo de 2013



Resumen

El presente artículo tiene como objetivo analizar, en el marco de la minería en Colombia, las oportunidades tanto desde el ámbito técnico y tecnológico que tiene el platino, como también desde el escenario geopolítico de este mineral, los potenciales retos que la explotación de los minerales no renovables en Colombia, en particular cuando alrededor de este tipo de explotación se ha construido un escenario de inseguridad e inestabilidad para el país. Estos dos elementos, el técnico y el geopolítico, son clave al momento de analizar los escenarios potenciales para Colombia en el sector de la explotación minera.

Palabras clave:

Minería, guerrilla, economía clandestina, política, geopolítica.

Abstract

The paper aims to analyze, within the framework of the mining industry in Colombia, the technical and technological opportunities of platinum; from the geopolitical scenario of this mineral, the challenges faced by the mining of nonrenewable minerals in Colombia, especially when such a process has been surrounded by an environment of insecurity and instability within this country. Both elements, the technical and the geopolitical, are keys in order to study the potential opportunities for Colombia in the mining industry.

Key words:

Mining, guerrilla, underground economy, politics, geopolitics.

Introducción

Según el Plan de Minerales Estratégicos para el Desarrollo del País (Pmedp), adelantado por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), la Empresa Nacional de Minería (Minercol) y el Instituto de Información Geológica (Ingeominas), de escala mundial, Colombia es hoy día uno de los cuatro países con mayor potencial minero; registra un crecimiento histórico de la minería del 3.2%, a lo que se suman los objetivos de la reforma al sector minero-colombiano que apuntan a que se crezca a una tasa del 9.5%¹. Adicionalmente, se proyecta una participación de dicho sector en el PIB de al menos un 3.6%, produciendo más de US\$12.000 millones en regalías para el 2020, según el Ministerio de Minas y Energía. Precisamente los datos sobre el PIB mostraron que la minería presentó en 2012, por segundo año consecutivo, el mayor impulso entre los sectores del agro, vivienda e infraestructura, con un crecimiento del 14,3% (*Semana*, 2012).

Por otra parte, en el contexto del plan de gobierno del presidente Santos, la minería se considera como una de las locomotoras del desarrollo económico del país. Esta circunstancia ha puesto en primera página la discusión no sólo sobre las potencialidades técnicas que ofrecen la explotación de un mineral como el platino y, a su vez, el oro con un mayor indicador de explotación. Sin embargo, las perspectivas de crecimiento económico en el país también han impulsado un incremento en otros sectores que apenas están siendo contemplados, a saber: los índices de inseguridad y criminalidad estrictamente focalizados en las zonas de explotación minera; situación que inquieta no sólo a la población en general sino que debería preocupar al Gobierno en materias específicas como la explotación ilegal, la extorsión y el cobro de vacunas por parte de grupos ilegales a los grandes, medianos y pequeños explotadores de material.

Las dos perspectivas que demarcan este artículo son, respectivamente, un aspecto técnico sobre la explotación del platino y su potencialidad, y las perspectivas que éste puede crear en los ingresos del país y en el fortalecimiento de las locomotoras del desarrollo, sino, también, desde una perspectiva geopolítica se intenta esbozar cómo la explotación minera hoy, en Colombia, ha producido una

1 Entre otras reformas recientes al Estado, estos argumentos permiten inferir en parte por qué la creación de la Agencia Nacional de Minería, el Servicio Geológico Colombiano (SGC) y la Agencia Nacional de Infraestructura –ANI; cuyas funciones, además de reemplazar al Instituto Colombiano de Geología y Minería; Ingeominas, así como al Instituto Nacional de Concesiones; Inco, son las de otorgar y fiscalizar los títulos de concesión minera y desarrollar labores de investigación geológica.

multiplicación de actores ilegales no estatales que están haciendo de la explotación minera un negocio de organizaciones delincuenciales que saquean literalmente la riqueza de los suelos, sin medir las consecuencias del impacto político, social, medio ambiental y económico del país. Esto es, en consecuencia, el objeto de este artículo: mostrar dos caras de un fenómeno que resultan vinculadas en un escenario como el colombiano; por un lado el aprovechamiento de la explotación de recursos no renovables, de manera sostenible, que pueda generar una renta importante para el país, y por otro lado, describir la necesidad de un mayor control por parte del Estado colombiano, sobre los distintos actores que están actuando de cerca con la minería ilegal y pueden afectar no solo la explotación de los recursos naturales, sino que también han afectado aspectos de la vida cotidiana de los ciudadanos como su seguridad.

¿El país puede aprovechar esta bonanza para dar un salto cualitativo en el desarrollo? Esta pregunta no cabría sólo para hacerla a un país como Colombia, sino, también, a una serie de países que han hecho de la explotación de los recursos naturales, en especial de petróleo, carbón, oro, diamantes, cobre, y otros metales, un problema de orden mayor. Es decir, sus propios recursos se han convertido en un factor de retraso para alcanzar un nivel óptimo de funcionamiento. Los casos dramáticos de Nigeria, y el más cercano como el de Venezuela, no sólo prueban la paradoja de que algunos de los países con recursos no renovables, pueden tener una gran cantidad de riqueza, sino que, en algún momento de su historia, retroceden en la explotación de los mismos, y además mantienen una escala negativa en cuanto a sus indicadores de inversión en la investigación y transferencia tecnológica, y en los indicadores de impacto de crecimiento en el PIB per cápita de sus habitantes.

Para responder algunos cuestionamientos que surgen a partir de lo anterior, es importante indicar que el Registro Minero Nacional en 2012 reportaba 1.717 empresas con títulos vigentes de concesiones para explorar, o explotar minas, sumando 7.200 títulos más desde particulares. Pero, aunque el panorama minero colombiano está dominado por una actividad de minería formal, moderna y de gran escala, la misma se encuentra centrada en los proyectos carboníferos localizados en la costa Caribe y en la explotación de níquel en Córdoba.

Paralelamente, aunque los precios de los principales minerales explotados en Colombia; –carbón, níquel y oro– (Semana, 2013), se han visto incrementados progresivamente y con énfasis en los tiempos actuales, exploradores de toda índole y tamaño continúan llegando a Colombia, de suerte que se animan donde el suelo promete riqueza súbita, la ambición, los viejos conflictos y la violencia. Esto

se suma al hecho de que buena parte de la actividad minera en Colombia, incluyendo claramente el caso del platino, se desarrolla a escalas menores, definida en muchos casos por la informalidad y el carácter de subsistencia; hechos frente a los cuales se establece un interrogante en términos de una real rentabilidad social (Correa, 2011). A pesar de la realidad inicial, para otros no es exagerado decir que si Colombia aprovecha bien su bonanza minera puede hacer un cambio cualitativo en virtud de que el auge minero y petrolero constituye una oportunidad única para darle un empujón al país en materia de infraestructura y sacar de la pobreza a gran parte del 46% de los colombianos que aún no tiene ingresos suficientes para una vida digna.

Asumiendo entonces que Colombia es rica en recursos naturales no renovables y que el país, además, representa un atractivo de inversión para las grandes multinacionales en cuanto a exploración y explotación principalmente de hidrocarburos y carbón, ocurre simultáneamente que el sector de la minería está teniendo una dinámica de crecimiento que supera las expectativas del Estado, motivo por el cual vale la pena preguntarse por otros recursos minerales, incluyendo minerales metálicos y no metálicos distribuidos en todo el territorio. En este sentido, además del níquel, hierro, cobre, esmeraldas, piedras preciosas, oro, plata, sal, calizas, yesos, arcillas, gravas y otros (Departamento Nacional de Planeación, 2007), el platino (Pt) llama la atención en función de la demanda en materiales que implican los actuales cambios energéticos y de transporte en el mundo.

El platino, su minería y oportunidades para Colombia, es la materia del presente artículo, analizando su impacto desde dos perspectivas: por un lado, su explotación y las posibilidades que desde la tecnología pueden ser aplicados a este mineral y, en segundo término, desde la perspectiva geopolítica, analizar el impacto que genera la ola creciente de la minería en la estabilidad de las regiones donde se presenta, tratando con ello de identificar los aspectos críticos –en especial de inseguridad– que se han presentado alrededor de esta actividad en Colombia.

Este material (Pt) resulta ser valioso, incluso más que el oro y el más importante entre el grupo de los nueve metales más raros (que incluyen Ru, Pd, Rh, Os, Ir, Pt; más Au, Re y Te), ya que posee excepcionales características catalíticas, además de su tenacidad, resistencia a la acción del oxígeno y a varios ácidos, así como su alta temperatura de fusión de 1722°C. Estas propiedades hacen que el Pt pueda utilizarse masivamente en la industria automovilística desde la década de los años 80, como principal componente de las mallas de convertidores catalíticos; usados para transformar contaminantes tóxicos, como monóxido de carbono y óxido de nitrógeno, en dióxido de carbono, nitrógeno y vapor de agua.

El uso del Pt se encuentra estrechamente ligado a la demanda de automóviles. Así, en función de sus propiedades físicas y químicas, el platino es cada vez más un “metal funcional” que un metal precioso, puesto que podemos estimar que un 20% de los productos que se fabrica en el mundo contiene Pt, al cual se le reconoce ahora como el metal del medio ambiente, por su uso en la reducción de emisiones de gases contaminantes. Adicionalmente, diferentes metales, como cobalto, antimonio, berilio, fluorita, galio, germanio, indio, magnesio, niobio, tierras raras, tántalo, wolframio (tungsteno), incluido el platino y los metales del grupo del platino, son considerados materias primas-críticas en el mundo.

De acuerdo con lo expuesto en la introducción, se presentarán a continuación 6 apartados que permitirán hacer un análisis puntual del platino en Colombia, sus retos y oportunidades.

Situación de la producción de platino en Colombia

La producción mundial anual de platino es de aproximadamente 175ton, equivalente al 7% de la producción anual de oro. Más del 78% del platino del mundo se extrae de minas en Sudáfrica y Zimbabue y 12% de Rusia. El 10% restante está repartido entre América del Norte (6%) y otras naciones (4%), incluida Colombia², que posee las minas de mejor reputación, con altas cantidades de producción de este metal en el departamento del Chocó, a orillas del río Condoto y en el municipio de Río Iró³, –donde además se cuenta con otros metales como el oro

-
- 2 En el caso particular de Colombia, desde 1810 se contaba con cuatro grandes centros mineros, auríferos: En *Antioquia*, principalmente en el Bajo Cauca y Nordeste; *Chocó*, subregiones de Atrato y San Juan; *Cauca*, en lo que es Guapi, Timbiquí, López de Micay e Iscuandé; y *Sur de Bolívar*. En la primera mitad del siglo XX las compañías de los demás países se ven precisadas a vender sus derechos e infraestructuras a la norteamericana *Pacific Metal Corporation*. Dicha compañía y la *Anglocolombian Development Co.*, constituyen en los EE.UU. la *South American Gold and Platinum Company*, en 1910, como filial de la *Internacional Mining Corporation*, y ésta, a su vez, en el mismo año crea la *Compañía Minera Chocó Pacífico*, que establece su sede principal en Andagoya, Chocó, y posteriormente crea la *Pato Gold Mining*, la *Frontino Gold Mining* y las otras sucursales para Colombia. La nueva compañía norteamericana finalmente centra sus operaciones y su sede principal en la región del San Juan, Chocó, porque es donde encuentra importantes reservas de platino, junto al cual se consiguen varios minerales radiactivos de mucho más valor que éste, tales como uranio, iridio, paladio y osmio.
 - 3 Los aluviones de la región chochoana se componen de conglomerados arenosos con guijos de diorita, gabro, basalto, chert, andesita, cuarzo lechoso y unos pocos fragmentos de rocas

y la plata—. También se encuentra platino en algunos afluentes del río San Juan, Atrato y en el departamento de Nariño.

En el Chocó se produce actualmente el 97.5% del Pt explotado en Colombia (Ministerio de Minas y Energía, 2006), se debe anotar que la producción de metales del grupo platino se ha computado de manera general, sin hacer una discriminación real tanto del platino, como de los metales que de éste se derivan; la gráfica muestra el crecimiento histórico en el país desde principios de siglo: (Fig. 1).

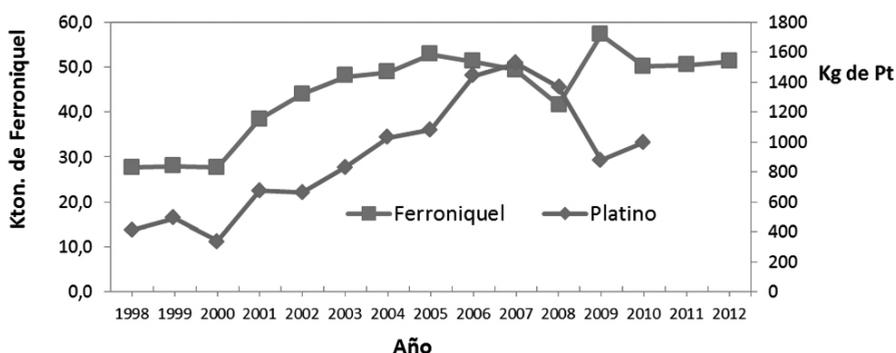


Fig. 1. Producción histórica de Pt en Colombia⁴ (se incluye la producción de Ni en el mismo país para efectos comparativos)

Desde el punto de vista comparativo, en el cuarto trimestre de 2010 la producción de platino (323 kg) creció 27,5% con respecto al mismo periodo en el año 2009. Puede pensarse que la causa de este incremento es consecuencia de los altos precios que alcanzó el Pt en la pasada década. Se encuentra, por el contrario, que para Colombia el volumen producido en el 2004 es similar al que se registró en 1994, cuando el precio internacional era aproximadamente la mitad del registrado en el 2004. La realidad es que la demanda mundial por el platino y los otros metales de su grupo viene en continua expansión, al tiempo que su oferta sigue siendo bastante reducida.

ultramáficas. En promedio, de los metales preciosos extraídos de estos aluviones un 55% corresponde a oro y un 45% a platino. A su vez este platino nativo contiene 85% de Pt, 0.5% de Pd, 2% de Rh, 1.5% de Ir, 1% de Os, 5% de Fe y 1% de Cu.

4 Figura adaptada desde:

A pesar de la presencia de varias compañías transnacionales en las regiones y localidades productoras de platino en Colombia, miles de pequeños mineros continúan subsistiendo de la minería artesanal, produciendo aproximadamente el 40% del oro y el platino registrado en Colombia. Producto de estas operaciones, entre 1917 y 1923, Colombia ocupó el primer lugar en la producción mundial de platino, el cual procedía totalmente del Chocó. Sin embargo, durante los años siguientes se produjo un proceso indiscriminado de explotación de éste y otros recursos minerales estratégicos en el Chocó y otras regiones, sin crear paralelamente un marcado impulso socioeconómico en las localidades afectadas⁵. Entre otras razones, el fenómeno anterior se debe en parte a que en la minería del platino no participa ninguna empresa nacional reconocida en esta especialidad y, por otro lado, por las aparentes dificultades que plantea la legalización de la minería artesanal en el Chocó y en otras zonas de Colombia, de cara a garantizar derechos a las minorías étnicas, diseñando paralelamente proyectos de compensación social y ambiental (*Semana*, 2013).

Precisamente un reto clave para la minería en Colombia, de la mano con el aumento de la cobertura geológica del país, que es aún del 51% (Estupiñán, 2011), se relaciona con la capacidad de vigilar, controlar y fiscalizar los títulos mineros, de suerte que se permita identificar la minería ilegal que afecta significativamente el medio ambiente, en particular aquella referida a la explotación artesanal del platino. Como ejemplo, al año 2011 la producción anual registrada en Colombia para los metales del grupo del platino era de casi una tonelada (Fig. 1); pero, debido a la informalidad que predomina en la minería y comercio de este metal, la producción se estima realmente en alrededor de tres toneladas (Garcés, 1995).

-
- Ministerio de Minas y Energía. *Plan Nacional de Desarrollo Minero para el periodo 2002 – 2006*. En: http://www.upme.gov.co/Docs/PNDM_2002_2006.PDF (Agosto 08 de 2011).
 - *Sector Colombiano De La Minería*. Realidad y Perspectivas para su Desarrollo. Ministerio De Minas y Energía. Colombia. Bogotá D.C. – Mayo de 2002. En: http://www.eldoradominas.com/documentos/mineria_colombia.pdf (Agosto 16 de 2011)
 - *Portal de Información Minera Colombiana*. En: <http://www.imcportal.com/contenido.php?option=showpagecat&scat=6> (Agosto 23 de 2011)
 - (Valores proyectados para el año 2012 en el caso de níquel).
- 5 En el Chocó, por ejemplo, los mayores productores son pequeños empresarios que operan en las vegas de los ríos con una retroexcavadora o un buldócer, una o dos volquetas y un montaje de tolvas y canalones para la concentración del mineral. Se tienen también unos mineros trashumantes que realizan su labor en los cauces de los ríos con dragas y pequeñas motobombas. Realizando una minería casi de subsistencia operan los llamados barequeros, grupos conformados por unidades familiares que extraen manualmente material aluvial y concentran el platino y el oro en pequeñas bateas de mano. Salvo estos barequeros, cuya actividad está legalmente permitida, la mayoría de los extractores de platino operan sin ningún título minero y sus prácticas son anti-técnicas y poco amigables con el medio ambiente.

Esta situación no refleja entonces restricciones en el potencial platinífero del país, sino las condiciones particulares en que se realiza su aprovechamiento.

Estos antecedentes se ven reflejados incluso en el contexto mundial, de suerte que actualmente Colombia sigue siendo reconocida como uno de los países productores de platino, al ocupar en los últimos años un sexto o un séptimo lugar como productor marginal, debido a sus actuales volúmenes de producción, cercanos al 1% del total global. Como resultado, Colombia es un país oferente de platino en bruto, con una balanza comercial cercana a US\$134 millones a favor durante la última década, representados en la masiva exportación -sin valor añadido- de metales del grupo de platino.

Oportunidades para el desarrollo

Vale la pena anotar que los elevados precios del Pt y de metales de su grupo son consecuencia de su relativa escasez (Fig. 2, siguiente página), lo cual plantea retos frente a una producción sustentable. Actualmente, la demanda mundial por el platino y los otros metales de su grupo continúa creciendo, al tiempo que su oferta sigue siendo reducida, razón por la cual su precio se ha incrementado. En este sentido, es válido considerar que una potencial disponibilidad de Pt representa una serie de oportunidades para aquellos países que cuentan con existencias probadas de este material.

Las oportunidades que aquí se refieren, no son precisamente aquellas basadas en la explotación, exportación y beneficio a través de regalías, sino otras que permitan un mayor provecho en virtud de la inversión técnica y social para procurar valor añadido por medio de productos alternos y explotación sensata de las escasas existencias de platino en Colombia. Como ejemplo, desde el punto de vista de las tendencias científicas en energía y nanotecnología en el ámbito mundial, se observan oportunidades claras para el Platino. En este sentido, además de la transformación de contaminantes tóxicos, nanopartículas de platino soportadas sobre carbono, prevalecen aún como los tipos de materiales catalíticos por excelencia para la fabricación de electrodos de uso en celdas de combustible (CC). Una tecnología que progresivamente hará parte del conjunto de medios energéticos futuros. En estos dispositivos el Pt permite promover la reacción de protones, electrones y moléculas de oxígeno en agua. Las celdas de combustible gozan de ser una tecnología con buen nivel de desempeño, lo cual da fe el número de empresas existentes en UK, India y EEUU. Sin embargo, debido a la relativa escasez

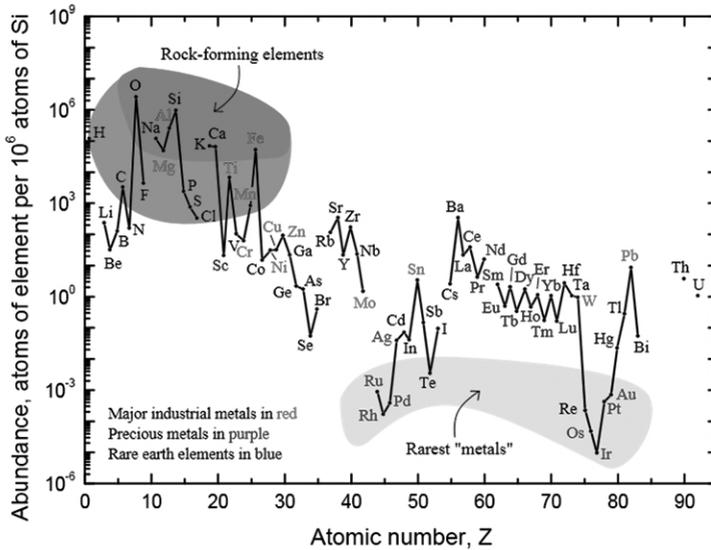


Fig. 2. Abundancia relativa de elementos como fracción de átomos de cada elemento por cada millón de átomos de Si. Elementos formadores de rocas (principales elementos en verde y secundarios en verde claro), elementos de tierras raras (Lantánidos, La-Lu, Y) en azul, principales metales industriales (producción global $>3 \times 10^7$ kg/año) en rojo, metales preciosos (en violeta) y los nueve metales más raros; el grupo del platino (seis elementos) más Au, Re y Te (metaloide) (Haxel, Hedrick, Orris, 2002).

del platino en el mundo, las CC son aún un producto que requiere completar su expansión y pleno uso comercial. Se prevé en cualquier caso que estas dificultades estarán resueltas en el curso de los próximos años, de la mano con la apropiación progresiva de mayores fuentes renovables de energía. No obstante, la mínima inversión técnica y de competitividad de la actual minería artesanal del platino y otros metales de interés, reduce las oportunidades para Colombia de cara a un escenario de creación de tecnologías locales. Un cambio tecnológico que de llegar a ser asumido en este contexto, versaría sobre la síntesis de nanopartículas de Pt, por medio de diversos métodos coloidales (Godínez, García, Martínez, Pérez, Solorza, 2012), e incluso para la obtención de nanopartículas y aleaciones tipo core-shell (Peng, Yang, 2009), con bajo contenido de Pt en la superficie, disminuyendo costo y cantidad de material pero con iguales o semejantes características y propiedades.

Como ejemplo adicional del interés mundial en el platino y metales de su grupo, a mediados de marzo de 2013, *Ballard Power Systems*, una de las empresas líder en la producción de celdas de combustible, anunció la firma de

un acuerdo definitivo con la empresa de exploración y explotación de platino *Anglo American Platinum Limited (AAPL)* ubicada en Sudáfrica, para que esta última invierta US\$4 millones en Ballard, mediante un fondo de investigación, para apoyar avances comerciales de productos-base celdas de combustible, en mercados objetivos; extendiendo así el uso del Pt en un potencial impacto en la economía sudafricana. Ballard y AAPL vienen además trabajando en el diseño de un prototipo de generador de electricidad doméstico, destinado a atender muchas de las necesidades de hogares en comunidades rurales en Sudáfrica. Dicho prototipo utiliza celdas de combustible de metanol (*Direct Methanol Fuel Cell: DMFC*) de Ballard, e incluye un reformador de combustible integrado (*Materials Views*, 2013).

Colombia frente a la demanda mundial de Pt

Entre los años 2001 y 2005, el porcentaje medio de importaciones de metales del grupo del Pt por parte de EE.UU. y Japón fue de 26,7% y 15,7%, respectivamente, (United Nations Conference on Trade and Development, 2011). Los usos tecnológicos previos explican también por qué estos países importan fuertes cantidades de metales del grupo platino. En Europa, por su parte, podemos observar que se continúa utilizando platino fundamentalmente en el sector automotriz, circunstancia que se convierte en una oportunidad para que Colombia impulse el intercambio comercial con la ventaja que le pueda dar el Tratado de Libre Comercio –TLC– en el mercado de la Unión Europea (*Semana*, 2011).

Para el caso de Colombia, sus potenciales porcentajes de exportación de productos base Pt, pueden llegar a incrementarse en los próximos años, sumando el ya iniciado TLC con EE.UU desde mayo 15 de 2012 y por otro, si se aprovecha el Acuerdo para la Promoción y Protección Recíproca de Inversiones, firmado entre Japón y Colombia durante la segunda mitad del 2011, sumado esto al inicio de las negociaciones con miras a un Acuerdo de Asociación Económica (EPA – *Economic Partnership Agreement*), entre ambos países (*Revista Dinero*, 2012).

Frente a las oportunidades con Japón (*Revista Dinero*, 2012), dado que este país es muy riguroso en los criterios de calidad de sus importaciones y en la infraestructura para instalar empresas en otros países, es necesario que Colombia haga un esfuerzo por reconocer con más detalle el funcionamiento general de las dinámicas de producción de los países asiáticos, así como sus políticas de negociación (Paredes, 2011), de suerte que las oportunidades para la exportación de productos con alto

valor agregado y derivados del platino y otros metales de interés para las nuevas tecnologías de transporte, se convierta en una real oportunidad económica.

En el resto de la región Asia-Pacífico y demás países pertenecientes al foro multilateral de Cooperación Económica Asia-Pacífico APEC⁶ (conformado por otros 20 países además de Japón, incluidos China y Corea del Sur), el mayor mercado de catalizadores de automóviles del mundo después de EE.UU es China. Dicho país se ha orientado en los últimos tres años a utilizar catalizadores base paladio, que se ha convertido en un *commodity* de alta demanda (*Revista Dinero*, 2012), debido al alto costo y relativa escasez del platino. Con China, Colombia ha procedido recientemente a la firma de un memorando de entendimiento, para explorar las oportunidades de un TLC, producto de haber entrado en vigor un acuerdo macro de comercio y otro de protección recíproca de inversiones en noviembre de 2008. Además, se cuenta con una tradición de relaciones diplomáticas entre ambos países desde 1980, siendo China uno de los países que apoya el ingreso de Colombia al APEC (*Revista Dinero*, 2013). En 2012 el Ministerio de Comercio en Colombia mencionó que “China, como segundo socio comercial, es base para el crecimiento de la industria colombiana por las oportunidades que genera”. Vale la pena anotar que al 2012 Colombia contaba con nueve acuerdos comerciales, pero solo uno con países asiáticos; motivo por el cual se está perdiendo aparentemente un momento para “atraer” a las principales locomotoras de la economía mundial.

Relación con los medios energéticos para el transporte

Además de los fenómenos de comercialización y potenciales TLCs que permiten imaginar algunas oportunidades económicas, es importante señalar que actualmente Colombia no cuenta aún con una agenda para la estabilización, o reducción de emisiones de carbono. A diferencia de otros países en Colombia la principal fuente de contaminación ambiental, material particulado y generación de efectos de cambio climático son las fuentes móviles (parque automotor) (Empre-

6 Japón fue hasta febrero de 2011 la segunda economía del mundo, con un PIB de 5.390.897 millones de dólares. Ahora, China ocupa ese lugar, con 5.745.133, según cifras estimadas por el Fondo Monetario Internacional. Corea del Sur, con quien Colombia estudia un tratado de libre comercio, ocupa el puesto 15 entre las economías más importantes del mundo.

sas Públicas de Medellín, 2012), motivo por el cual constituye un reto establecer una posición clara respecto al cambio climático, así como acordar un objetivo de preparación para el mismo, intentando elaborar una política para alcanzarlo como función del impacto creciente del parque automotor nacionalmente. Como se ha mencionado hasta este punto, el Pt es un componente clave para transformar contaminantes tóxicos y se encuentra estrechamente ligado a la demanda de automóviles. Por tal motivo, un primer mercado para nuevos productos base Pt es el mercado interno.

Como justificantes adicionales del impacto creciente del parque automotor nacionalmente, J. Acevedo et-al (2009), proyectan un aumento acelerado para el 2040, e incluso hasta finales de siglo (Acevedo, 2009). Lo anterior tendría lugar incluso en medio de una crisis financiera global (*Portafolio*, 2012) y asumiendo un sostenimiento económico conservador para el país en los próximos 20 a 30 años. En este sentido, un reto simultáneo en materia de transporte público se relaciona con la implementación de sistemas integrados y masivos de transporte, de la mano con la transformación urbana del país (*El Colombiano*, 2013). En este contexto, vale la pena anotar que los medios colectivos de transporte supuestos para Colombia, y otros existentes en el mundo, son todos susceptibles, -en términos de sostenibilidad energética y ambiental-, de mejoras adicionales asociadas al potencial uso de sistemas complementarios para el almacenamiento y transformación de energía; como baterías y celdas de combustible, los cuales, en sistemas híbridos, podrían ser tecnologías-candidatas para superar el umbral de reducción de material particulado en más de un 40% al 2020. En este tipo de tecnologías el platino tiene una participación importante, además de material base para la síntesis de electrodos en celdas de combustible, por sus características electrocatalíticas de interés en la síntesis de los nuevos tipos de baterías recargables Litio-Aire (Lu, Xu, Gasteiger, Chen, Hamad, Shao, 2010), actualmente en investigación para implementación en vehículos eléctricos e híbridos.

Oportunidades y amenazas para el país: la perspectiva geopolítica y geoestratégica para Colombia

La explotación minera en Colombia ha impulsado una serie de amenazas críticas no sólo desde el punto de vista ambiental, sino, también, desde la perspectiva

de la inversión y la investigación en materiales que puedan ser utilizados como se ha mencionado con anterioridad en una serie de avances científicos de valor para la ciencia y por supuesto para el bienestar del ser humano. Pero, a pesar de unas perspectivas tan importantes como las que se indican, sucede que para los países ricos en recursos no renovables se cierne sobre ellos toda una maldición, y es que sus propios recursos, suelen convertirse en un impedimento para su propio impulso económico y social. En muchos de ellos, países que han tenido niveles de explotación de recursos altos, como en los casos de Sierra Leona, Nigeria, Malí, Zimbabwe, Angola, República Democrática del Congo (BBC, 2009)⁷ y Colombia, se presenta a la par un nivel de incremento de la desigualdad, del subdesarrollo de la subutilización de los recursos que poseen, y con ello un aumento de la violencia, de los carteles del narcotráfico, del tráfico ilegal de recursos, de grupos criminales y de otras organizaciones bajo el mando de “Señores de la guerra” que no sólo trafican con armamento sino que, además, trafican con material de interés para la seguridad internacional como el uranio.

Frente a las experiencias internacionales el caso de Colombia no debe asumirse de manera aislada. En efecto, son circunstancias diferentes, pero se relacionan en un aspecto importante, esto es: aumento de la explotación de recursos y de la presencia de grupos armados ilegales que se apoderan de los mismos yacimientos al crear un tipo de economías ilícitas, y en consecuencia retrasando el desarrollo país. Colombia tiene un panorama, no alentador en estas circunstancias, que obligaría no sólo a trabajar en cuanto al tema de la seguridad de los ciudadanos sino a custodiar las zonas de explotación minera. Sumado a esto, el reciente informe del Centro de Seguimiento para los Desplazados Internos (IDMC, por sus siglas en inglés) para 2012 (Rivera, 2013), sostiene que “Colombia tiene entre 4,9 y 5,5 millones de desplazados internos”, situación que aumenta la preocupación de la comunidad internacional, y genera urgencia para el Gobierno colombiano, pues notablemente ha crecido el número de desplazados en el último año (2013) con un número superior a 230.000 nuevos desplazados. La relación que se encuentra con este tipo de desplazamiento y la minería, no es fácil, pero se advierte que en las zonas del Pacífico, donde se presentan altos niveles de explotación minera, y en los centros urbanos como Medellín, Bogotá, Cali, entre otras, se ha presentado un

7 En este reporte del medio internacional como lo es la BBC, se relacionan temas graves relacionados con la explotación en las minas, tales como violaciones, extorsiones, zonas controladas por grupos armados ilegales que hacen difícil el trabajo del Estado para proteger las zonas y custodiarlas de la influencia de grupos armados. Situación similar en algunos aspectos a lo que vive Colombia en este momento. Por esto es importante reconocer el impacto que causa la minería ilegal referida a la explotación de recursos no renovables.

desplazamiento interno, debido al enfrentamiento de los denominados Combos que luchan por el control del microtráfico y la extorsión.

Los grupos armados ilegales⁸, Bacrim y delincuencia organizada

En el mapa de la distribución de la explotación de la minería en el país, de manera casi exacta, coincide en los lugares de mayores yacimientos de petróleo, oro, platino y carbón, la influencia de grupos que atentan contra los intereses de la población y del país. En el caso del Chocó, de acuerdo con los informes públicos presentados por la Policía Nacional de Colombia y por el Ejército Nacional, en zonas como Chocó, y Antioquia, donde operan algunos frentes de la guerrilla colombiana; coincidiendo, en su gran mayoría, con la actuación en zonas mineras, reportando casi mensualmente más de tres mil millones de pesos en ganancias por vía de la extorsión a los mineros legales, como a los que trabajan en la minería ilegal⁹, e incluso la artesanal¹⁰.

En el caso de Antioquia con unas zonas específicas y que son detalladas en el informe del periódico *El Colombiano*, en su edición del 29 de abril de 2013, se señalan partes del territorio del departamento con presencia de las bandas criminales y la extensión que éstas pueden hacer al estar dispuestas a mantener control territorial, sobre unas zonas determinadas del departamento de Antioquia. Bandas como *Los Rastrojos*, *Los Urabeños* y *Los Paisas*, han hecho presencia en varios municipios del departamento de Antioquia. Su presencia obedece a la disputa no sólo por el control de zonas de narcotráfico, sino, también, por intereses que se derivan de la minería. Esto implica, en consecuencia, un crecimiento de una

8 El periódico *El Tiempo* en 2013 presentó un informe especial sobre *Efectos de la Minería Ilegal en el Caribe Colombiano*. El cuarto informe se denomina: *Minería ilegal es combustible de grupos armados en el sur de Bolívar*.

9 En al menos seis departamentos en los que se concentra el mayor problema de carácter ambiental por razón de la minería ilegal, el daño ambiental es un asunto de preocupación no sólo en las regiones que lo padecen directamente, sino que también es un fenómeno que afectará los recursos hídricos del país.

10 De acuerdo con la investigación de *El Tiempo* (2011), se indica que la Policía Nacional en una separata de julio de 2011 “reveló que en 151 municipios de 25 departamentos convergen la minería ilegal y los grupos armados”. La revista *Semana* además presenta un incremento del precio del gramo de oro, en la última década, pasando de 16.000 mil pesos el gramo, en el año 2000; hasta 87.000 pesos el mismo gramo de oro en el año 2013. Situación que ha impulsado a que los grupos armados quieran hacer parte del negocio de la explotación minera, en particular del oro.

economía ilícita que nutre a una parte de los actores violentos en Antioquia y el país (*El Colombiano*, 2013).

La presentación hecha por *El País* de Cali, en su edición del 5 de agosto del 2012, referida a un mapa del conflicto en Colombia, indica los puntos de impacto de estos grupos ilegales y la confluencia con los grupos al margen de la ley como las Farc y el Eln, que operan con mayor fuerza en la zona, nor-occidental del país, y también, hacia la región sur-occidental. De acuerdo con el informe de este periódico colombiano, cinco bandas criminales: *Los Urabeños*, *Los Rastrojos*, *Erapac*, *Renacer*, y el grupo *Los Machos*, se han convertido en unos grupos que lideran no sólo acciones de extorsión y microtráfico, sino también alianzas con los grupos insurgentes en el país, con el fin de lograr un posicionamiento estratégico referido a la explotación ilegal de recursos y consolidando su red criminal. El reto para el Gobierno colombiano en materia de minería, y de extracción del platino y el oro, no es sólo por las regalías que puedan generar o no al país, sino que al mismo tiempo la economía ilícita que se ha construido por la actividad de estos grupos, comienza a generar sospecha sobre la fuente del crecimiento económico. El resultado de estas actividades no es otro que evitar que el Estado colombiano consolide sus planes de desarrollo de manera eficiente y coordinada, en temas de seguridad, salud, educación, inversión social, sumado a esto, se elevan los niveles de inequidad no sólo de oportunidades laborales dignas y justas, sino de un real impacto de la inversión extranjera y nacional en el bienestar de la población que depende de la minería¹¹.

A su vez, como ha ocurrido en otras latitudes del mundo, la actividad del lavado de dinero por parte de grupos criminales y grupos de traficantes de armas y de narcóticos, fomenta el aumento de la violencia que en algunas circunstancias se torna indetenible por la magnitud del fenómeno y por la incapacidad del Gobierno para lograr disminuir su presencia. En el caso estrictamente colombiano, la mutación que han hecho varios frentes de las FARC, dejando a un lado temporalmente la extorsión y el tráfico de drogas como su principal financiador de su actividad ilegal, los ha llevado a intervenir en las empresas que trabajan en la explotación minera, con el fin de obtener una mayor cantidad de recursos para sus acciones ilícitas. El plan de consolidación del Gobierno colombiano, apunta a diseñar una serie de

11 La oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos en Colombia, advierte como un problema la relación entre minería ilegal y crimen organizado en el país, situación que amerita replantear estrategias de protección a la población que está directamente implicada en la explotación, sino también todas aquellas personas que estén afectadas por la operación de grupos ilegales en dichas zonas mineras y que vulneren los derechos fundamentales de las personas.

políticas de impacto sobre las zonas donde operan grupos ilegales y que ejercen la extorsión en dichas zonas; sin embargo, lo preocupante de esta circunstancia no es la elaboración del plan que el Gobierno pueda tener, sino su ejecución e implementación en zonas donde la ilegalidad ha sido parte fundamental de la vida cotidiana de los habitantes, y especialmente en zonas donde el Estado colombiano no había ejercido de manera real su presencia en zonas de explotación.

Por otro lado, el incremento de homicidios y de extorsión en las zonas de impacto minero contrasta con cualquier cifra de desarrollo humano. En departamentos como en Antioquia, en especial en municipios como Zaragoza, Remedios, y en el departamento del Chocó como se ha venido presentado hasta el momento, la preocupación de los ciudadanos, no sólo es por la cantidad de inversión que esta actividad crea, sino que también es importante analizar el impacto que la actividad de explotación minera debería trasladar a la población en términos de su bienestar social, vital y ambiental.

Además, es importante considerar como un elemento clave de todo el acontecimiento minero la misma caída del código de minas que tenía una aprobación reciente. A juicio de un informe de la revista *Semana*, esto representa un retraso en lo siguiente:

- 1) La lucha contra la minería ilegal: Se cae la legalización de títulos para nuevas solicitudes, una herramienta clave para impedir que los criminales se mimeticen como mineros artesanales. Esto es importante porque a quienes tienen el certificado de estar en ese proceso no se les puede destruir maquinaria ni procesarlos penalmente como ‘mineros ilegales’.
- 2) Se pierde capacidad de maniobra en las prórrogas: Los contratos con el Estado para la explotación de minerales suelen ser a 30 años. La norma de 2001 preveía hasta tres prórrogas automáticas del mismo término, mientras que la de 2010 permite renegociar las condiciones del contrato. Hay quienes creen que las grandes concesiones del Estado no se ven afectadas pues casos como Drummond y Cerromatoso se rigen por normas de los años ochenta, cuando fueron concedidos.
- 3) Se suavizan los requisitos: Con la decisión de la Corte el país vuelve a la época en que se podía sacar un título con la cédula. Se cayó la necesidad de solvencia económica y el pago anticipado de cánones superficiales que eran clave para frenar la llamada ‘piñata de títulos’.
- 4) No hay seguridad jurídica: Las empresas se quejan de que no tienen una normatividad clara para trabajar y que este cambio en las reglas del juego afecta la confianza inversionista (*Semana*, 2013).

El panorama, en consecuencia, no es tan claro como se pretende en algunas circunstancias, no sólo desde el aspecto técnico sino también desde el ámbito de las condiciones geopolíticas del país.

Conclusiones

En función de lo expuesto, podemos afirmar, en primer lugar, que no debería dejarse de lado la oportunidad que representaría para Colombia la explotación sensata del platino como material ambiental, invirtiendo paralelamente en la gestión e investigación de tecnología local, para el diseño y fabricación de sistemas catalíticos base Pt, necesarios para la captura de gases contaminantes, así como para el desarrollo de electrodos en celdas de combustible y el mejoramiento de fenómenos electroquímicos en medios de almacenamiento energético. Todo lo anterior, resulta de interés no solo para el mercado interno sino para el sector energético y automotriz en el contexto mundial.

Como referentes complementarios, el caso del sector automotriz colombiano muestra, a pesar de todo, una gestión importante en su investigaciones y exportaciones (Departamento Nacional de Planeación, 2011). En segundo lugar, podemos plantear, por un lado, que la demanda de platino continuará impulsada por la industria automovilística mundial, sobre todo, desde economías emergentes como la de China, e incluso India, país para el que hay una línea definida de exportación desde Colombia que comienza con productos básicos, como petróleo, carbón y ferróniquel (*Revista Dinero*, 2011) y, por otro, que se continúe dando oportunidades para la exportación de platino y otros minerales desde Colombia hacia países europeos y de extremo oriente.

De otra parte, teniendo en cuenta que la actividad minera requiere de grandes inyecciones de capital y que una minería para la prosperidad requiere un aprovechamiento sostenible del potencial de recursos naturales que tiene Colombia, el país debe mantener una atracción equilibrada y sensata de inversionistas nacionales e internacionales, así como obtener valor agregado de sus recursos, de suerte que los mismos no sean únicamente explotados y comercializados de manera indiscriminada, sino que se produzca valor y potencial en otras iniciativas de negocio, sin producir efectos nocivos a los ecosistemas.

Precisamente, los recursos naturales no renovables se caracterizan por su agotamiento, especialmente aquellos que se obtienen del subsuelo y es el Estado

colombiano, a su vez, el propietario de los mismos, motivo por el cual el país debe invertir en su propia transformación industrial, de suerte que no se conceda exclusivamente la explotación y beneficios millonarios desde recursos locales, principalmente a multinacionales (Mayorga, Campos, 2008). Conviene reflexionar que las grandes compañías mineras de capital extranjero, tradicionalmente, han operado en la explotación de metales preciosos y participan con alrededor del 61% de la producción de Au, Ag y platino en Colombia. En este sentido, Rojas (2010), explica que el desarrollo sostenible es un proceso de cambio en el cual la explotación de los recursos, la evolución tecnológica y la modificación de las instituciones deben estar en coherencia. De este modo, al respecto de recursos no renovables, su valoración y explotación-sensata (*El Colombiano*, 2013), se convierten en temáticas que deben abordarse simultáneamente en los diferentes proyectos e iniciativas de inversión e innovación sobre materiales para la energía, como en el caso del platino colombiano.

A. Gálvez Valega, -coordinador de la cátedra Asia-Pacífico de la Universidad del Norte de Barranquilla-, menciona al respecto que: el país debe pensar en no vender necesariamente materias primas a China, sino productos complementarios, no competitivos. De forma comparable, para llegar a ser un país competitivo, Colombia necesita promover infraestructura que dé soporte a la minería. No obstante, es un hecho que la infraestructura vial, ferroviaria y portuaria, no está dando la medida para que se explote sosteniblemente el potencial minero del país. Esto último implica que deben proveerse políticas ambientales claras al respecto del sector minero, además de la infraestructura que se requiere, teniendo presente que de cada tonelada de mineral se obtienen a lo sumo 4 a 7g de platino.

En cuanto a la región del Chocó y otras zonas donde predomina la minería artesanal, el aprovechamiento y correcta orientación de estas oportunidades debería aumentar la generación de empleo y mejorar la calidad de vida de las regiones, así como lograr el posicionamiento del país en otros renglones de la escala económica, con la implementación de políticas públicas de base tecnológica de transformación, con alto impacto nacional.

Tal como lo mencionan Acemoglu y Robinson, en su libro *Por qué fracasan los países*: “La innovación implica hacer sacrificios hoy, para tener más mañana” (2012, p.160). Simultáneamente, R. Córdoba-Garcés -presidente del Consejo Privado de Competitividad-, argumenta que el debate complementario se relaciona con el proceso de transformación productiva, necesario para crecer al ritmo que se requiere de cara a que el país sea más competitivo y próspero. En este sentido, Córdoba-Garcés señala que Colombia requiere una política de cambio

estructural o, lo que es lo mismo, una política industrial moderna, pero no limitada únicamente a la industria, sino hacia sectores productivos mucho más diversificados (*El Colombiano*, 2012). M.A. González-Pérez -directora del Grupo de Investigación en Estudios Internacionales de la Universidad EAFIT-, indica complementariamente que en Latinoamérica existe una tendencia a enfocar el cambio de los países en los mismos sectores, lo cual, resulta errado debido a que en algunos casos se ignoran las demandas de los mercados domésticos y la estructura de la demanda internacional de ciertos productos y servicios (2013).

Las perspectivas geopolíticas que tiene Colombia son muchas, pero para obtener ventajas estratégicas tiene que tener una meta clara en cuanto a recursos. Existe un punto crucial en lo que se ha mencionado con anterioridad, esto es, la presencia de las bandas criminales y grupos alzados en armas como las FARC y el ELN, quienes han logrado establecer en zonas de extracción minera, centros de poder y de control, utilizando la extorsión, el microtráfico y el tráfico de drogas, desplazando con esto la tarea del Estado por custodiar y proteger la riqueza del suelo, sino también el aprovechamiento de estos recursos para el beneficio de la población. ¿Puede el Gobierno colombiano controlar la influencia de grupos al margen de la ley en las zonas de extracción minera? ¿El Estado garantizará la protección de la vida de las personas que deben pagar una extorsión para ejercer la minería legal en el país? ¿Los recursos provenientes de estas regalías solucionarán algunos de los problemas graves del país, en materia de pobreza, salud, alimentación y educación? Probablemente van a ser difíciles de resolver en este Gobierno y en los próximos, pero lo que sí se espera es una capacidad mayor por parte del Estado para enfrentarse a la violencia desatada por muchas décadas alrededor de la extracción de minerales.

Finalmente, vale la pena observar dos aspectos en particular: por un lado, la situación de retraso tecnológico y científico que padece el país en cuanto al beneficio y obtención de valor añadido de sus materias primas, más allá de su valoración como *commodities* (Fig. 3). Es por ello que Colombia requiere en general de dinámicas e iniciativas de investigación, en ciencia y tecnología para el avance científico, sino que debe además, vigilar con mayor cercanía estos fenómenos de violencia incentivados por la minería ilegal que generan desestabilización al interior del país, y nos pone en serios problemas ante la comunidad internacional. La inestabilidad geopolítica de un país genera turbulencia a los vecinos y es por ello que el gobierno nacional debe controlar en un mayor grado al sector extractivo ilegal que nutre a la delincuencia organizada de financiamiento para la criminalidad.

En las perspectivas de un país como Colombia, que tiene un gran potencial no sólo en recursos no renovables sino, también, de otra índole, se hace necesario

replantear la política minera en el país, sus aportes a la ciencia y la tecnología en cuanto a proyectos de conversión de los recursos y potencializados de valor agregado, pero también se hace necesaria una política pública en materia de protección de los recursos naturales y de las personas que están sufriendo el impacto directo de grupos armados al margen de la ley.

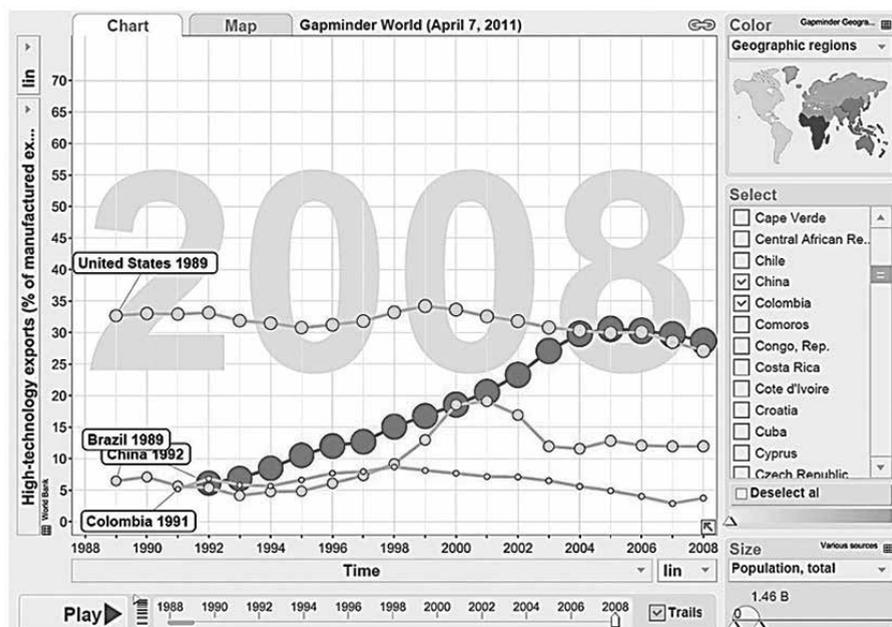


Fig 3. Comparativo de exportaciones de alta tecnología (EAT) para inicios del siglo XXI. (% de las exportaciones de manufactura). Datos simulados en Gapminder™ (Abril 2011). El tamaño de los círculos corresponde al tamaño aproximado de la población según país. Colombia se identifica en los círculos más pequeños y se compara con EEUU, China y Brasil. Las EAT se refieren a productos con alta intensidad de I+D.

Referencias

- Acemoglu, D. & Robinson, J. (2012). *Why Nations Fail*. New York (NY): Crown Publishers.
- Acedo, J. (2009). Resumen del libro: El transporte como soporte al desarrollo de Colombia. Una visión al 2040. *Revista de Ingeniería Universidad de Los Andes*, 29, 156-162.

- Acevedo, J., Bocarejo, J., Lleras, G., Echeverry, J., Ospina, G. & Rodríguez, A. (2009). *El transporte como soporte al desarrollo de Colombia. Una visión al 2040*. Bogotá D.C: Ediciones Uniandes.
- Actualidad. (2013, 29 de abril). Colombia tiene el mayor número de desplazados internos en el mundo. *El Colombiano*. Recuperado de http://www.elcolombiano.com/BancoConocimiento/C/colombia_tiene_el_mayor_numero_de_desplazados_internos_en_el_mundo/colombia_tiene_el_mayor_numero_de_desplazados_internos_en_el_mundo.asp
- Allen, K. (2009, 2 de septiembre). Human Cost of mining in DR Congo. BBC. Recuperado de <http://news.bbc.co.uk/2/hi/8234583.stm>
- Carátula. (2013, 25 de enero). Commodities. El impulso chino. *Revista Dinero*. Recuperado de: <http://www.dinero.com/edicion-impres/caratula/recuadro/commodities-impulso-chino/168074>
- Colombia. (2012, 5 de agosto). El mapa del conflicto colombiano. *El País*. Recuperado de <http://www.elpais.com.co/elpais/colombia/graficos/mapa-del-conflicto-colombiano>
- Correa, M. (2011, 15 de septiembre). Chocó llora nueva tragedia minera. *El Colombiano*. Recuperado de: http://www.elcolombiano.com/BancoConocimiento/C/choco_llora_nueva_tragedia_minera/choco_llora_nueva_tragedia_minera.asp
- Departamento Nacional de Planeación (2007). *Las regalías en Colombia*. D.C: Departamento Nacional de Planeación.
- Economía. (2011, 22 de septiembre). Comisión Europea aprueba el TLC con Colombia y Perú. *Semana*. Recuperado de <http://www.semana.com/economia/comision-europea-aprueba-tlc-colombia-peru/164540-3.aspx>
- Economía. (2012, 25 de septiembre). Colombia y Japón se alistan para negociar TLC. *Revista Dinero*. Recuperado de <http://www.dinero.com/actualidad/economia/articulo/colombia-japon-alistan-para-negociar-tlc/160673>
- Economía. (2012, 14 de diciembre). Japón, primer paso para entrar a Asia. *Revista Dinero*. Recuperado de <http://www.dinero.com/actualidad/economia/articulo/japon-primer-paso-para-entrar-asia/166665>
- Economía. (2012, 17 de diciembre). Asia, la fiesta en la que Colombia no está. *Revista Dinero*. Recuperado de <http://www.dinero.com/actualidad/economia/articulo/asia-fiesta-colombia-no-esta/166719>
- Economía. (2011, 13 de julio). Cepal pronostica crecimiento de Colombia en 4.3% para 2012. *Portafolio*. Recuperado de <http://www.portafolio.co/economia/cepal-pronostica-crecimiento-colombia-43-el-2012>
- Empresas. (2011, 7 de septiembre). La invasión india a Colombia. *Revista Dinero*. Recuperado de <http://www.dinero.com/negocios/articulo/la-invasion-india-colombia/134808>
- Empresas Públicas de Medellín. (2012). Economías bajas en carbono, aspectos técnicos, políticos y económicos.

- Energy Industry. (2013, 15 de marzo). Anglo American Platinum to invest in Ballard to support fuel cell production. Materials views. Recuperado de: <http://www.materialsviews.com/anglo-american-platinum-to-invest-in-ballard-to-support-fuel-cell-production/>
- Estupiñán, F., Polanía, O. (2011). Las locomotoras del desarrollo: Minas, energía e innovación. *Revista de Ingeniería*, 34, pp. 44-48. Recuperado de <http://revistaing.unian-des.edu.co/index.php?idr=46&ids=71&ida=578>
- Garcés, H. (1995). *Geología económica de los yacimientos minerales de Colombia*. Medellín: Editorial Clave.
- Godínez, A., García, A., Martínez, H., Pérez, J. & Solorza, O. (2012). Electrochemical Properties of Nanostructured AgxPt100-x/C Electrocatalyst for Oxygen Reduction Reaction. *Journal of New Materials for Electrochemical Systems*, 15, pp. 129-135.
- González, M. (2013, 18 de febrero). Los sectores productivos que queremos internacionalizar. *Revista Dinero*. Recuperado de <http://www.dinero.com/opinion/columnistas/articulo/los-sectores-productivos-queremos-internacionalizar/169611>
- Haxel, G., Hedrick, J. & Orris, G. (2002). Rare Earth Elements: Critical Resources for High Technology. *U.S. Geological Survey. Fact Sheet 087-02*.
- Inicio. (2013, 18 de febrero). Minería, ¿maldita o bendita? *El Colombiano*. Recuperado de http://www.elcolombiano.com/BancoConocimiento/M/mineria_maldita_o_bendita/mineria_maldita_o_bendita.asp
- Inicio. (2012, 29 de octubre). ¿Desindustrialización? *El Colombiano*. Recuperado de <http://www.elcolombiano.com/BancoConocimiento/D/desindustrializacion/desindustrializacion.asp?CodSeccion=219>
- Información de mercados sobre productos básicos. (2006). Oferta y demanda de platino. UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development). Recuperado de: <http://r0.unctad.org/infocomm/espagnol/platino/mercado.htm>
- Investigación. (2013, 29 de marzo). Oro y crimen: minería ilegal. *Semana*. Recuperado de <http://www.semana.com/nacion/articulo/oro-crimen-mineria-ilegal/338107-3>
- Lu, Y., Xu, Z., Gasteiger, H., Chen, S., Hamad, K. & Shao, Y. (2010). Platinum-gold nanoparticles: a highly active bifunctional electrocatalyst for rechargeable lithium-air batteries. *Journal of the American Chemical Society*, 132(35), 12170-12171.
- Macías, J. (2011, 10 de julio). Guerrilla y bacrim, de la mano en Antioquia. *El Colombiano*. Recuperado de http://www.elcolombiano.com/BancoConocimiento/G/guerrilla_y_bacrim_de_la_mano_en_antioquia/guerrilla_y_bacrim_de_la_mano_en_antioquia.asp
- Mayorga, A., Campos, E. (2008). Nacionalización de exportación de los Recursos Naturales No Renovables. *Revista Facultad de Ciencias Económicas*, 16 (1), pp. 217-232.
- Ministerio de Minas y Energía. Subdirección de Planeación Minera. (2011). *Colombia, País Minero. Plan Nacional para el Desarrollo Minero. Visión al año 2019*. Recuperado de http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/UserFiles/File/Minas/PNDM_2019_Final.pdf

- Mitchell, D. (2011). Balance Sector Industrial 2011. *Departamento Nacional de Planeación*. Recuperado de https://www.dnp.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=v7DGHcl_gbw%3D&tabid=1436
- Nación. (2013, 17 de enero). En Chocó legalizan minería artesanal. *Semana*. Recuperado de: <http://www.semana.com/nacion/articulo/en-choco-legalizan-mineria-artesanal/329879-3>
- Paredes, C. (2011, 12 de septiembre). Mercados con Asia Pacífico: ¿es hora de alcanzar el viejo sueño? *Semana*. Recuperado de <http://www.semana.com/nacion/mercados-asia-pacifico-hora-alcanzar-viejo-sueno/164040-3.aspx>
- Peng, Z., Yang, H. (2009) Designer platinum nanoparticles: Control of shape, composition in alloy, nanostructure and electrocatalytic property. *Nano Today*, 4, 143-164.
- Rojas, C. (2010). Valoración de recursos minerales bajo la teoría del desarrollo sostenible. *Revista Escuela de Ingeniería de Antioquia*, 13, 65–75.
- United Nations Conference on Trade and Development, 2011. Recuperado de <http://unctad.org/infocomm/espagnol/platino/mercado.htm>
- Valencia, J. (2012, 23 de septiembre). Medellín es modelo de desarrollo urbano. *El Colombiano*. Recuperado de http://www.elcolombiano.com/BancoConocimiento/1/12_ciudades_aprenden_de_desarrollo_en_medellin/12_ciudades_aprenden_de_desarrollo_en_medellin.asp?CodSeccion=211