

LA MINERÍA EN EL ESPACIO:

La última frontera de la Industria

1. INTRODUCCIÓN

Lo que en décadas pasadas era una discusión solo encontrada en las páginas de libros y películas de ciencia ficción, ha adquirido nuevas dimensiones que merecen consideración. Avances en materia tecnológica y financiera han reducido de forma dramática los costos de proyectos espaciales que eran irreales en el siglo XX, confiriéndoles ahora la relevancia necesaria para que fondos de inversión¹ y billonarios² alrededor del mundo hayan realizado significativas inversiones en este campo.

Tanta es la expectativa por este futuro campo, que facultades y departamentos de Astrobiología, Ingeniería Minera, Ingeniería Aeroespacial e Industrial entre otras de 48 universidades alrededor del mundo, entre ellas, instituciones del calibre de: Colorado School of Mines, Virginia Tech, Embry-Riddle, University of Sydney y la Unam, compiten anualmente en la competencia de minería lunar del centro espacial Kennedy de la NASA³.

Pero fuera de los esperados desafíos técnicos, existen otra serie de retos de índole política, legal y de ingeniería minera, que deberán ser estudiados antes de proceder a beneficiarnos de las infinitas posibilidades que el espacio nos ofrece. El presente artículo elaborará de forma breve sobre dichos retos y planteará algunos argumentos con el propósito de suscitar futuras discusiones sobre el tema.

2. OBJETIVOS

¹ KAUFMAN, Marc. *The Promise and Perils of Mining Asteroids*, Recuperado el 18 de febrero de 2013, del sitio web: <http://news.nationalgeographic.com/news/2013/130122-asteroids-mining-space-science/>

² JINKS, Beth. *Google Chiefs Back Startup Mining Asteroids for Metals*, Recuperado el 19 de febrero de 2013, del sitio web: <http://www.bloomberg.com/news/2012-04-24/google-chiefs-back-startup-mining-asteroids-for-metals.html>

³ Kennedy Space Center, National Aeronautics and Space Administration. Lunabotics Mining Competition, Recuperado el 17 de Febrero de 2013 del sitio web: <http://www.nasa.gov/offices/education/centers/kennedy/technology/lunabotics.html#AboutTheCompetition>

De manera específica, los objetivos del presente trabajo son los siguientes:

- Examinar los motivos hipotéticos que nos llevarían como civilización a buscar recursos naturales fuera de nuestro planeta
- Analizar la adaptación del proceso minero y las tecnologías hipotéticas a ser usadas en las distintas etapas del mismo.
- Examinar los sistemas legales de la propiedad que mejor se adaptarían a este nuevo escenario

3. MARCO METODOLÓGICO

Este estudio se fundamenta en una recolección y valoración de información de orden físico, tecnológico, económico, demográfico y jurídico para ofrecer una serie de planteamientos que sirvan de base para futuras discusiones sobre el tema.

4. MOTIVOS HIPOTÉTICOS QUE NOS LLEVARÍAN A BUSCAR RECURSOS NATURALES FUERA DE NUESTRO PLANETA

Los motivos que nos intrigan para el desarrollo del objeto del presente estudio son fundamentalmente dos: la escasez y la exploración espacial.

4.1 Escasez.

Actualmente, existe una creencia común entre algunos académicos del campo de la sostenibilidad y empresas mineras, de que es imposible que se agoten los recursos minerales. En palabras de John McCarthy, profesor emérito de la Universidad de Stanford:

“No existe posibilidad de que agotemos reservas porque el aumento de conocimientos y el sistema de mercado automáticamente prevendrían esto. Lo anterior se debe a que cuando el precio de un mineral aumenta a medida en que se vuelve escaso, se generan incentivos para nuevas exploraciones, técnicas más sofisticadas de exploración, mejores técnicas de explotación, mayores eficiencias en los usos y el desarrollo de sustitutos. En otras palabras, a medida que los precios suban, también lo harán las reservas”⁴

4.1.1 Críticas a la opinión de imposibilidad de escasez

A pesar de la creencia planteada anteriormente, existen argumentos en contra de dicha teoría que se centran en: agotamiento económico, limitaciones físicas & legales, metales raros usados en tecnologías emergentes y velocidad de rompimiento.

⁴ McCARTHY, John. *Progress and its Sustainability*, Stanford University, Recuperado el 17 de Febrero de 2013 del sitio web: <http://www-formal.stanford.edu/jmc/progress/>

Agotamiento económico

La teoría de “agotamiento económico” que consiste en lo que la profesora Sharon Beder de la Universidad de Wollongong de Nueva Gales en Australia⁵ identifica como el grado de recuperación económica futura de las reservas de algunos minerales. Según la profesora:

“Dado que los depósitos que primero se extraen son aquellos que se pueden explotar de forma más económica en concentraciones cerca de la superficie, una vez estos son consumidos, la industria debe empezar a minar aquellos de menor calidad o de igual calidad pero que se encuentran a mayor profundidad, y por ende a mayor costo..... la cantidad recuperable dependerá en últimas de factores económicos y tecnológicos.... más que acabarse los recursos naturales, existe la posibilidad de que se agoten económicamente”

El anterior planteamiento es respaldado en palabras el mismo profesor McCarthy quien afirma que *“Existen suficientes cantidades de todos los elementos de mayor uso. La pregunta por lo tanto se reduce a los conceptos económicos de recursos y reservas”*⁶ Siendo las reservas, aquellas explotables a una ganancia y con ánimo de lucro.

Limitaciones Físicas & Legales

El departamento de sostenibilidad de la Universidad de Wollongong de Nueva Gales en Australia (país notoriamente minero) examinó las limitaciones físicas que enfrenta la minería. En un estudio publicado en 2006⁷ se expresa: *“es muy improbable que los yacimientos debajo de los polos, las sierras, las áreas habitadas o con poblaciones de relevancia cultural y las reservas ecológicas puedan ser minadas”* argumento que según el profesor G. Tyler Miller. Phd, ex presidente de la Universidad James Madison, solo contribuye a la posibilidad de un “agotamiento económico”⁸.

A lo anterior, se suman dinámicas proyectadas al 2050, de expansión de áreas para asentamientos humanos y “cultivos destinados a la seguridad alimentaria de las naciones o la producción de biocombustibles, que se espera vengan de países en desarrollo dada la restricción que ya existe en los países ya desarrollados”⁹ En consecuencia, a medida que la población humana crezca, también lo hará sus necesidades agrícolas y de habitación, lo que generará una tensión palpable en la futura asignación de tierras aptas para la actividad minera.

En Colombia por ejemplo, dentro del trámite de otorgamiento del contrato de concesión minera deben indicarse: si existen grupos étnicos con asentamiento permanente en el área¹⁰; si el área abarca, en todo o en parte, lugares o zonas restringidas¹¹; el compromiso

⁵ BEDER, Sharon. *The Nature of Sustainable Development*, 2nd ed. Scribe, Newham, 1996.

⁶ Op.citp. McCARTHY

⁷ UNIVERSITY OF WOLLONGONG, *Sustainable Development, Case study: Will Resources Run Out?* , Recuperado el 15 de Febrero de 2013 del sitio web:

<http://www.uow.edu.au/~sharonb/STS300/sustain/mining/info1.html>

⁸ Ibid.

⁹ U.N. Food and Agriculture Organization (FAO), *How to Feed the world 2050*, Recuperado el 11 de Febrero de 2013 del sitio web:

http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/HLEF2050_Global_Agriculture.pdf

¹⁰ Ley 685 de 2001, Art. 271

¹¹ Ibid.

de realizar los trabajos de exploración técnica con estricta sujeción a las guías ambientales¹², entre otras restricciones.

Metales raros usados en tecnologías emergentes y velocidad de quiebre

En vista del rápido avance de nuevas tecnologías y el descubrimiento de nuevos materiales que son raros de encontrar o solo pueden ser obtenidos de procesos de refinamiento de otros metales, el Servicio Geológico de los Estados Unidos inició el proyecto de “Minerales en Riesgo y Tecnologías Emergentes”¹³ el cual busca enfrentar peligros de suministro de minerales en riesgo tales como: el litio, osmio, cromo, telurio, cadmio, indio y rutenio, rodio, paladio, iridio y el platino.

Lo anterior, va en concierto con otro estudio independiente¹⁴ de las estadísticas provistas por el Servicio Geológico de los EE.UU y la Administración de Información Energética (Agencia Federal de los EE.UU) sobre la rata de reservas encontradas frente a los aumentos en consumo mundial, que arrojan un preocupante escenario antes de 17 años en la contracción de la oferta de 13 minerales estratégicos¹⁵.

Permanent Global NNR Supply Shortfall (by 2030) Probability Summary

Nearly Certain Probability (5)	Very High Probability (8)	High Probability (10)	Low Probability (3)
Cadmium Gold Mercury Tellurium Tungsten	Cobalt Lead Molybdenum PGM Phosphate Rock Silver Titanium Zinc	Chromium Coal Copper Indium Iron Ore Lithium Magnesium Compounds Natural Gas Nickel Oil Phosphate Rock	Bauxite REM Tin

La “velocidad de quiebre”¹⁶ es un concepto que he creado a partir de lo encontrado en este estudio y se experimenta cuando en ausencia de materias alternativas, la rata de demanda sobrepasa la capacidad de la industria minera para adaptarse y desarrollar nuevas tecnologías que permitan una extracción económicamente viable orientada a mantener una oferta estable en los mercados.

El anterior escenario es compartido por L. David Roper, profesor emérito de la Universidad Politécnica de Virginia¹⁷, en su libro sobre el agotamiento de recursos naturales y adoptado

¹² Ley 685 de 2001, Art. 272

¹³ USGS, *Minerals at Risk and for Emerging Technologies*, Recuperado el 15 de Febrero de 2013 del sitio web: <http://minerals.usgs.gov/west/projects/scarcedel.htm>

¹⁴ THE OIL DRUM, *Increasing Global Nonrenewable Natural Resource Scarcity: a prelude to societal collapse*, Recuperado el 14 de Febrero de 2013 del sitio web: <http://www.theoil drum.com/files/Increasing%20Global%20Nonrenewable%20Natural%20Resource%20Scarcity%20-%20Draft.pdf>

¹⁵ Nota: El autor no se hace responsable por la fiabilidad de la metodología, los modelos estadísticos o las aseveraciones hechas por este estudio independiente.

¹⁶ Armando Duarte Galán, Febrero 15 de 2013

¹⁷ ROPER, L. David, *The Depletion of United States and World Mineral Resources*, Richard A. Arndt and L. David Roper, University Publications, Blacksburg VA, 1977.

por una de las firmas de Inversión más grandes del mundo “Berkshire Hathaway”¹⁸ la compañía matriz del billonario Warren buffet, que ha invertido fuertemente a lo largo del 2012 en Tungsteno¹⁹, uno de los minerales en riesgo identificados dentro del estudio anterior.

4.2 Exploración espacial

Es un hecho aceptado por toda la comunidad científica, que el futuro de la explotación espacial es imposible sin la minería espacial. Lo anterior se debe a que los recursos necesarios para la logística de las misiones actuales vienen a un enorme costo. Se estima que “*el 90% de la masa lanzada desde nuestro planeta es combustible*”²⁰ más otro porcentaje en químicos destinados para el soporte vital de los astronautas (Vg. Oxígeno, hidrógeno, agua, etc)

Con base en lo anterior, se estima que la tecnología de minería espacial estará destinada a satisfacer el actual mercado espacial, por lo que las plantas de beneficio y procesamiento buscarán explotar/procesar agua congelada y asteroides con carbono suficiente para producir propelente (H y H₃) útil a las misiones, además de químicos vitales para el sostenimiento de la vida como el O₂ y el H₂O, en conjunto con sistemas de reciclaje²¹ a bordo de los hábitats.

Un perfecto ejemplo del mercado que ya existe, lo ofrece el “contrato negociado entre Intelsat (Compañía de telecomunicaciones) y el gigante aeroespacial Canadiense MDA para reabastecer con 1,000 Kg de combustible sus satélites en órbita de la tierra a un precio de USD \$280 millones”²².

5. ADAPTACIÓN DEL PROCESO MINERO Y LAS TECNOLOGÍAS HIPOTÉTICAS A SER USADAS EN LAS DISTINTAS ETAPAS DEL MISMO

Actualmente existen dos empresas que se encuentran en el proceso de desarrollar tecnologías para la futura explotación comercial de minerales y dichas empresas se están concentrando actualmente en los siguientes pasos del proceso minero:

Prospección & Exploración sensorial

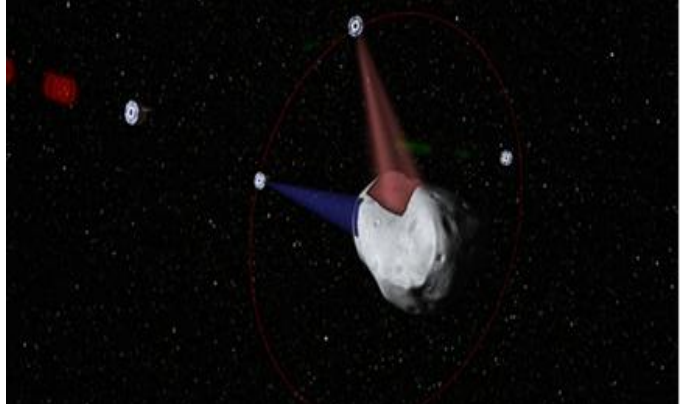
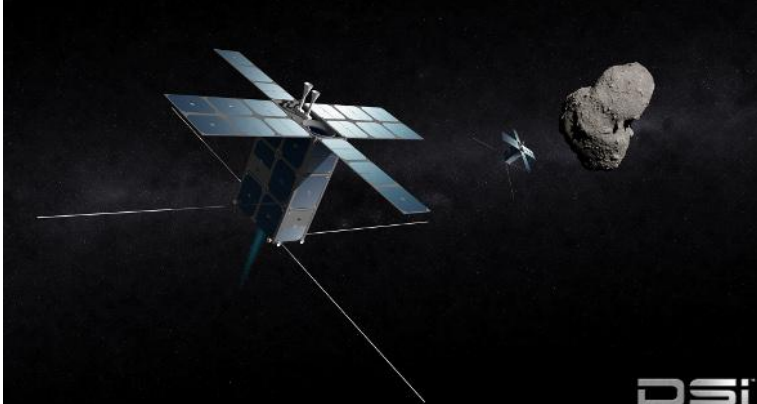
¹⁸ STEVENSON, David. MONEYWEEK: The rare metal that’s got Warren Buffett excited, Recuperado el 18 de Febrero de 2013 del sitio web: <http://www.moneyweek.com/investments/commodities/industrial-metals/warren-buffett-investing-in-tungsten-22500>

¹⁹ HILL, Matthew. Mining Weekly, *Korean tungsten project gets Berkshire Hathaway investment*. Recuperado el 17 de Febrero de 2013 del sitio web: <http://www.miningweekly.com/article/korean-tungsten-project-gets-berkshire-hathaway-investment-2012-02-29>

²⁰ DEEP SPACE INDUSTRIES, Recuperado el 20 de Febrero de 2013 del sitio web: <http://deepspaceindustries.com/faq-2/>

²¹ RAPP, Donald. *Mars Life Support Systems*, Recuperado el 20 de Febrero de 2013 del sitio web: http://www.marsjournal.org/contents/2006/0005/files/rapp_mars_2006_0005.pdf

²² HILL, Jeffrey. *Intelsat Selects MDA for \$280 Million On-Orbit Satellite Servicing Contract*. Recuperado el 20 de Febrero de 2013 del sitio web: [http://www.satellitetoday.com/commercial/headlines/Intelsat-Selects-MDA-for-\\$280-Million-On-Orbit-Satellite-Servicing-Contract_36370.html](http://www.satellitetoday.com/commercial/headlines/Intelsat-Selects-MDA-for-$280-Million-On-Orbit-Satellite-Servicing-Contract_36370.html)

Tecnología conceptualizada por Planetary Resources Inc. ²³	Tecnología conceptualizada por Deep Space Industries Inc. ²⁴
Arkyd Series 300 Rendezvous Prospector	Dragonfly
	

El objetivo de estos satélites de prospección es similar a los usados actualmente en la órbita de la tierra²⁵, para hacer “*modelamiento geofísico, reconocimiento magnético & gravitacional*”²⁶. A lo anterior se suman nuevas tecnologías destinadas a determinar la “*forma, rotación, densidad, estructura y composición del subsuelo*”²⁷.

Explotación, Beneficio & Procesamiento

Tecnología conceptualizada por Planetary Resources Inc. ²⁸	
	
<p>Dada las condiciones únicas del espacio, la operación deberá adecuarse al recurso siendo explotado, en esta imagen podemos ver la integración de la extracción, beneficio y procesamiento de carbono y otros elementos para refinar propelente para misiones espaciales.</p>	

²³ PLANETARY RESOURCES INC. Technology, Recuperado el 20 de Febrero de 2013 del sitio web: <http://www.planetaryresources.com/technology/>

²⁴ Op.Citp. DEEP SPACE INDUSTRIES.

²⁵ SIMMON ROBERT & WEIER, John. Earth Observatory, *Prospecting from Orbit*, recuperado el 19 de Febrero de 2013 del sitio web: <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/ASTERProspecting/>

²⁶ COMISIÓN EUROPEA, *Remote sensing makes sense for mining*, recuperado el 19 de Febrero de 2013 del sitio web: <http://ec.europa.eu/research/success/en/env/0003e.html>

²⁷ Op.Citp. PLANETARY RESOURCES INC

²⁸ Ibid. PLANETARY RESOURCES INC

6. MARCO LEGAL

Actualmente existe un consenso internacional que considera al “*Tratado sobre los principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes* de 1967 como la Carta Magna del Espacio”²⁹. Colombia como miembro fundador de la Organización de las Naciones Unidas admitido el 5 de Noviembre de 1945³⁰, es sujeto pasivo de los tratados internacionales que firme en virtud del bloque de constitucionalidad (Arts. 9, 93, 94, 214, 53, 102 de la Constitución Política Colombiana)

A pesar de existir un marco legal que allana el camino a futuras regulaciones al respecto, el tratado espacial de 1967 de las Naciones Unidas impone una serie de impedimentos a la actividad de la minería espacial, prohibiendo la propiedad de cuerpos celestes por gobiernos terrestres y conminar cualquier actividad al provecho de todos los países. (Art. 1 y 2)

“Artículo II

El espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes, no podrá ser objeto de apropiación nacional por reivindicación de soberanía, uso u ocupación, ni de ninguna otra manera.”³¹ (Subrayado fuera del texto)

El anterior aparte según un estudio realizado por la Universidad de Cornell, convierte a los cuerpos celestes en Terra Communis³² (tierra común no sujeta de apropiación privada) sustrayéndolos de presupuestos necesarios para ser objeto de sistemas conocidos de propiedad minera³³ ya que la legislación actual anula la posibilidad de: ocupación, accesión o res nullius; y por otro lado, al no existir regulación adicional al respecto, crea una zona gris que tampoco da cabida a sistemas dominales o regalianos como lo explica el profesor Ortiz Monzalve.

Contrario a lo anterior, Alan Wasser asociado senior del Instituto de Estudios Espaciales, afirma que bajo el principio jurídico de *expressio unis est exclusio*³⁴ (expresión de uno excluye) todo lo que no se incluyó en el tratado, se entiende excluido de forma deliberada y no por accidente. Lo anterior, da origen a una interpretación funcional del Tratado sobre los principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes de 1967.

²⁹ LYALL FRANCIS & LARSEN Paul b. (2009), *Space Law: A Treatise*, Washington, Editorial Ashgate Pág. 175-79

³⁰ ONU, Historia en Colombia. recuperado el 19 de Febrero de 2013 del sitio web: <http://nacionesunidas.org.co/onu-en-colombia/historia-en-colombia/>

³¹ ONU. (1967) *Tratado sobre los principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes*. Nueva York.

³² Dalton, Taylor R.(2010) CORNELL UNIVERSITY, *Developing the Final Frontier: Defining Private Property Rights on Celestial Bodies for the Benefit of All Mankind*, Cornell Law School Graduate Student Papers. Paper 25.

³³ ORTIZ MONSALVE, Alvaro. (1992) *Derecho de Minas*, Editorial Temis, Bogotá, pág. 89

³⁴ ALAN WASSER & DOUGLAS JOBES, *Space Settlements, Property Rights, and International Law: Could a Lunar Settlement Claim the Lunar Real Estate It Needs to Survive*, 73 J. AIR L. & COM. 37 (2008).

Por otro lado, a los ojos de Frans G. von der Dunk, profesor de derecho espacial y telecomunicaciones de la Universidad de Nebraska y miembro del Comité de Ciencias Espaciales de la Unión Europea³⁵, la incertidumbre legal que prevalece en el *Stau Quo* actual, ha frenado la inversión privada en el espacio pues cualquier mineral recuperado y regresado a la tierra podría ser confiscado bajo el argumento de ser un “Bien Común” ya que el principio de *Terra Communis*, implica de una u otra forma también que los minerales recuperados son *res extra commercium*³⁶ (*bienes fuera del comercio*).

7. CONCLUSIÓN

El statu quo actual presenta una serie de vacíos que no solo son opuestos por empresas, y teóricos del derecho espacial con serios intereses en esta área, sino que también ha sido objeto de controversias legales por parte de individuos y organizaciones como la cuestionada “Embajada Lunar”³⁷ entre otras, que a falta de una clara regulación, se han atribuido el derecho de vender títulos de propiedad en la Luna y otros cuerpos celestes, que oscilan desde Usd \$29 por acre hasta Usd \$13,331,850.00 por un continente (dependiendo de la distancia de la tierra); o el caso de la negada acción legal ante el noveno circuito de la Corte de Apelaciones de Estados Unidos³⁸ en el caso de Gregory William Nemitz Vs. El Departamento de Estado y la administración aérea y espacial (NASA por sus siglas en Inglés) por un reclamo de propiedad hecho por el demandante sobre un asteroide.

Es evidente que la historia de la humanidad empieza a escribir en sus páginas el inicio de un nuevo capítulo. Las condiciones de desarrollo exhibidas por la creciente industria espacial de capital privado y las proyectadas tendencias futuras de los mercados de “minerales estratégicos”, exigen un desarrollo serio de normatividad que regule los derechos de propiedad sobre los cuerpos celestes y fomente incentivos para el desarrollo de esta industria.

Dichos desarrollos normativos, deberán armonizar las distintas posturas existentes sobre los derechos de propiedad privada extra-terrestres, de tal forma que cuando los primeros mineros espaciales comiencen a extender los horizontes de su labor, sus actividades estén dentro de los límites de los objetivos de la “Herencia común de la humanidad”³⁹ como fue concebida en el tratado espacial de 1967.

El objetivo que propongo en este estudio, es declarar a los cuerpos celestes como *Terra Nullius*, de tal forma que puedan ser objeto de Ocupación en la misma forma que los primeros colonos del viejo continente lo hicieron cuando reclamaban las tierras descubiertas del continente americano. De esta forma, las nuevas reclamaciones, serán registradas por una oficina multinacional que hará pública la reclamación y otorgará derechos oponibles una vez se hayan cumplido requisitos previamente establecidos.

³⁵ Henry R. Hertzfeld & Frans G. von der Dunk, *Bringing Space law into the Commercial World: Property Rights without Sovereignty*, 6 CHI. J. INT’L L. 81, 92 (2005-2006).

³⁶ FRANCIS LYALL & PAUL B. LARSEN (2009), *SPACE LAW: A TREATISE*, New York, Editorial Ashgate, Pág. 175-179

³⁷ LUNAR EMBASSY. Recuperado el 6 de Junio de 2013 de: <http://www.lunarembassy.com/>

³⁸ MOTION TO CONVENE AN ARTICLE III COURT, recuperado el 19 de Febrero de 2013 de: <http://www.erosproject.com/appeal/article3.html>

³⁹ Op.citp. FRANCIS LYALL & PAUL B. LARSEN.