

PERSPECTIVAS DE LAS ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES COMO NUEVOS MATERIALES DE COSTRUCCION ALTERNATIVOS

Ricardo Gilberto Álvarez Díaz⁽¹⁾, **Carlos A. Leyva Rodríguez**⁽²⁾, **Ricardo Antonio Álvarez Alonso**⁽³⁾

(1) *Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas. Calle 18 s/n entre Primera y Maceo. Rpto. El Llano. Holguín. Cuba.*

(2) *Instituto Superior Minero Metalúrgico .Las Coloradas. Moa. Holguín. Cuba. CP: 83329.*

(3) *Unidad de Inversiones Costeras. Calle 18 s/n entre Primera y Maceo. Rpto. El Llano. Holguín. Cuba.*

RESUMEN

Las Rocas y Minerales Industriales (RMI) o materias primas minerales no metálicas, hasta hace algún tiempo, eran consideradas erróneamente como material de bajo precio, alto volumen y cuyos centros de producción debían de estar cercanos a las fuentes de consumo. Sin embargo, en la actualidad, este concepto ha cambiado totalmente, convirtiendo de esta forma a las RMI en un área de oportunidad.

Desde hace algunos años, en el mundo, se ha venido mostrando la importancia y el potencial que poseen las mismas, debido a su incremento en el uso y aplicaciones y si se observa la tendencia actual se aprecia como los países desarrollados han ido evolucionado de grandes consumidores de metales a grandes consumidores de Rocas y Minerales Industriales (RMI), lo que se ha convertido en un indicador de la madurez económica de un país.

En Cuba, como estas materias primas minerales tienen características que las relacionan con múltiples ramas de la industria, se hace necesario un análisis profundo y detallado de cada una de ellas, que permita incorporarlas al desarrollo del país.

En este trabajo se ofrecen los primeros resultados del Estudio Geólogo-Geotécnico de los principales yacimientos de La Provincia de Holguín, Cuba, y se demuestra la importancia, necesidad, viabilidad y beneficios económicos y sociales de explotar estas materias primas minerales como materiales alternativos para la construcción de viviendas y obras sociales y como parte del necesario desarrollo sostenible de nuestras comunidades, que permita mejorar los estilos y condiciones de vida de nuestra población.

ABSTRACT

Rocks and industrial materials or non-metallic mineral resources, not long ago, were erroneously considered as low-cost materials with large volume, which production centers should be close to consumption sources. However, nowadays this concept has completely changed, transforming these resources in an opportunity area. Since several years ago, researchers all over the World have been confirming their importance and potential, increasing their use and applications. International trends show that developed countries have evolved from big consumers of metals to big consumers of rocks and industrial materials, what is considered an indicator of the economic maturity of a country.

The characteristics of these resources put them in contact with multiple branches of the Cuban industry, requiring a deep and detailed analysis of each one, allowing their incorporation to the country development.

This work presents the first results of geologo-geotonic study of the fundamental ore deposits in the Holguin Province, Cuba. It demonstrates the importance, necessity, viability and socio-economic benefices of exploding these mineral resources like alternative materials for construction of houses and social works. This is a constitutive part of the necessary sustainable development of our communities, which will allow improving the styles and living conditions of our population.

INTRODUCCION

Las Rocas y Minerales Industriales (RMI), hasta hace algún tiempo, eran consideradas erróneamente como material de bajo precio, alto volumen y cuyos centros de producción debían de estar cercanos a las fuentes de consumo. Sin embargo en la actualidad, este concepto ha cambiado totalmente, convirtiendo de esta forma a las RMI en un área de oportunidad.

Desde hace solo algunos años se ha venido mostrando la importancia y el potencial que poseen las mismas, ya que si se observa la tendencia actual, tanto en los países de la Comunidad Europea, como en los Estados Unidos de Norteamérica, se aprecia como han ido evolucionado de grandes consumidores de metales a grandes consumidores de Rocas y Minerales Industriales (RMI), e incluso, de acuerdo con un artículo publicado recientemente por The Mining Journal, la madurez económica de un país, se obtiene cuando el valor de las RMI excede a las de los Recursos Minerales Metálicos Básicos y Preciosos. Basados en este concepto, países como Inglaterra y Estados Unidos, han alcanzado este punto hace más de cien años, mientras que España y Australia, lo han obtenido recientemente.

De acuerdo con el artículo publicado por Dwane Jonson (1990), las RMI son los recursos del futuro, ya que si se grafican tiempo vs. materiales usados, en la producción de metales y de los minerales industriales, se observa como estos últimos han evolucionado con respecto al tiempo.

La mayoría de los metales presentan, en términos generales, en su curva de desarrollo, un incremento notable hacia principios de siglo pasado, con una tendencia gradual a disminuir su consumo hacia finales del mismo, mientras que las RMI, han emergido con respecto al tiempo, debido a su incremento en el uso y aplicaciones de materiales tales como: la cerámica, el vidrio, el plástico, los materiales de construcción y otros.

Por lo tanto y tal como lo demuestran los últimos análisis, las industrias relacionadas con la explotación y transformación de las RMI tienen mucho que ver con la estructura económica y los países en vías de desarrollo dependen mucho de su desarrollo para mejorar sus estilos y condiciones de vida.

En el caso de Cuba es interesante apuntar lo expuesto por Coutin y Brito, 2005: "No obstante el cuadro positivo de nuestro potencial y posibilidades de desarrollo y aprovechamiento de las Rocas y Minerales Industriales, desde el comienzo de la década de los 90, factores políticos adversos en el ámbito internacional afectaron duramente a la economía cubana y particularmente a la actividad geólogo-minera, tanto investigativa como productiva. Excepto en algunos renglones relacionados con actividades priorizadas, actualmente la explotación y consecuente comercialización de las Rocas y Minerales Industriales presentan un relativo estancamiento".

Como quiera que estos importantes recursos de nuestra economía tienen características que los relacionan con múltiples ramas de la industria, se hace imperioso un análisis profundo y detallado, que permita incorporar muchas de estas materias primas al desarrollo del país.

Teniendo en cuenta estos aspectos se hace necesaria la valoración de las principales materias primas minerales no metálicas con que cuenta cada uno de los Municipios del País, en función de resolver los problemas más críticos de la población desde el punto de vista constructivo.

En el trabajo se presenta la propuesta de un sistema para lograr determinar en cada uno de los municipios del país sus potencialidades en cuanto a la presencia de materias primas minerales no metálicas, que permitan dar un impulso importante al desarrollo de los mismos, especialmente en el caso de los materiales de construcción alternativos y las fuentes para el mejoramiento de los suelos en la agricultura.

Para ello ya se realizaron itinerarios geológicos de prospección hacia las zonas más perspectivas, en las cuales se tomaron muestras y se documentaron para un posterior análisis, que ofrecieron como primer resultado la detección y caracterización de materias primas con grandes perspectivas para su posterior utilización como materiales de construcción alternativos y otros usos.

Hemos podido constatar que existen incluso informes geológicos oficiales sobre trabajos realizados en determinados municipios por solicitud de organismos nacionales o regionales y donde la

valoración económica de estos objetos no ha resultado positiva o no se han continuado las investigaciones y sin embargo no son conocidos por las autoridades de estos territorios, pudiendo, en muchos casos, bajo una valoración económica de su consumo local, resultar de un impacto importante para el desarrollo sostenible de estas comunidades.

Se muestran casos de resultados ya obtenidos en algunos municipios de la provincia de Holguín, donde se trabaja en la actualidad. Ejemplo: en los municipios de Banes, Sagua de Tánamo, Moa y Calixto García, donde se han encontrado especialmente las materias primas siguientes:

Calizas blandas: Se evalúan para la fabricación artesanal de bloques naturales aserrados y producción de cal.

Arcillas cerámicas: Se evalúan para la fabricación de ladrillos, determinándose las más idóneas para estos procesos y la preparación de las mezclas correspondientes.

Lajas: Se evalúan para su empleo como elemento de ornamentación, en la construcción de pisos para diferentes obras sociales, plazas, parques, enchape de paredes, etc.

Calizas organógenas (roca ornamental tipo Jaimanita): Se evaluarán para enchape de ornamentación, existiendo experiencias en otros yacimientos del país.

Tobas vítreas: Se evalúan como fuente de arena artificial, hormigones ligeros, extensor del cemento y aereador de suelos.

Calizas fosfatadas: Se evaluarán para el mejoramiento de suelos.

Como puede apreciarse el resultado de la generalización de este sistema de valoración de los recursos minerales territoriales puede traer resultados importantes a las comunidades en varias direcciones:

- Incremento de la producción de materiales de construcción para diferentes fines, especialmente viviendas y otras obras sociales.
- Ahorro energético, de combustibles e insumos al acercar las obras a las fuentes de suministros.
- Mejoramiento de suelos y la alimentación animal para impulsar la producción de alimentos y otras posibles producciones.
- Creación de nuevas fuentes de empleo en los municipios.

Como cuestión no menos importante de este trabajo se destaca su utilidad en el ordenamiento territorial de las comunidades, mediante el conocimiento de sus recursos, su distribución espacial y usos más probables.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Problema:

La no existencia de una metodología para la valoración del potencial de los recursos minerales no metálicos de los municipios en función de sus necesidades locales, unido a que las direcciones de los gobiernos municipales no disponen de un nivel de conocimiento adecuado de los mismos y sus usos, que les permitan la toma de decisiones en función de resolver sus necesidades locales, trae como resultado que se dejen de aprovechar muchas materias primas para resolver problemas internos de los territorios; esto es más evidente en el caso de los materiales de construcción; los cuales en muchos casos pueden ser explotados mediante técnicas de minería artesanal o pequeña minería.

Fundamentación del Problema:

El problema de las Rocas y Minerales Industriales se inicia con su clasificación, en virtud que no existe una de ellas que incluya a todas las RMI por completo, esto se debe a que están constituidas

por un grupo muy heterogéneo de rocas y minerales, en cuanto a propiedades, características, usos y precios se refiere, lo que ha dado como resultado la elaboración de clasificaciones parciales, a partir de los factores antes mencionados.

Existen un buen número de clasificaciones, entre las cuales podemos hacer mención a las siguientes: la de Bates, 1960; Wright and Burnet, 1962; Fisher, 1969; Kliner, 1970 y Dunn, 1973; todas ellas hacen énfasis en diferentes puntos de vistas: geológico, económico, precio, volumen, aplicación final, mercados, valor agregado, etc, por lo que se hace difícil su aplicación en las condiciones de nuestro país.

El Banco Mundial (Noestaller, 1987), las ha definido como minerales no metálicos e inorgánicos, extraídos y procesados para la aplicación industrial final; algunos minerales metálicos, de aplicaciones metalúrgicas; rocas y materiales consolidados y no consolidados (por ejemplo, arena, grava, piedra ornamental, etc.), y productos manufacturados, como son el cemento y los refractarios. La clasificación de las RMI tiene varias implicaciones: una de ellas es que cuando se trate de agrupar o definir las RMI se deben considerar con cierta flexibilidad, en contraste con los yacimientos metálicos, cuyas clasificaciones son por lo general bien definidas.

En cuanto a las RMI se refiere, dada su heterogeneidad, es muy difícil que una persona sea capaz de conocer a profundidad las especificaciones (físicas y químicas), propiedades, precios y mercados de cada una de ellas, lo que ha dado como resultado la especialización en el conocimiento de la RMI, por ejemplo: en arcillas o bien en agregados, etc.

Todo esto ha traído como consecuencia que en nuestro país no exista un levantamiento geológico detallado, ni un estudio geotécnico, de las principales propiedades físico-mecánicas de las RMI presentes en cada uno de los municipios y mucho menos una sensibilidad y conocimiento profundo de la importancia, necesidad, factibilidad y beneficios económicos y sociales que reportaría la explotación de cada uno de ellas.

OBJETIVO

Proponer un Modelo de Gestión Estratégica para la valoración de los recursos minerales territoriales, de aplicación en todos los municipios del país, en función de resolver sus principales necesidades locales de materiales de construcción, brindando además recomendaciones sobre otras posibles producciones y sus usos, a partir de la caracterización de las RMI presentes en cada uno de ellos.

Hipótesis:

Al crear un Modelo de Gestión Estratégica que permita realizar el estudio y caracterización de las materias primas minerales no metálicas territoriales, para su empleo como materiales de construcción alternativos y otros usos, lograremos dar un aporte significativo en programas de gran impacto económico y social, como son: la construcción de viviendas, obras sociales, generación de empleos y ahorro energético.

Resultados Esperados:

1. Obtención del Modelo Digital del Terreno de los municipios estudiados.
2. Distribución espacial y caracterización de las materias primas minerales no metálicas del territorio, con perspectivas de uso como materiales de construcción alternativos u otras posibles aplicaciones.

3. Ensayos tecnológicos y físico- mecánicos de las materias primas minerales no metálicas de mayor relevancia, (Calizas, Tobas Vitroclásticas, Cretas, etc.), para su aplicación como materiales de construcción alternativos.
4. Obtener un Modelo de Gestión Estratégica u experiencia metodológica que pueda ser aplicada a otros municipios de la provincia y del país.
5. Abrir nuevos frentes de canteras en los municipios que generen empleos.
6. Acercar las fuentes de suministros de materiales de construcción a las obras con el consiguiente ahorro de combustibles e insumos de transportación.

DESARROLLO

FACTORES QUE DETERMINAN EL ÉXITO DE LOS MINERALES INDUSTRIALES

La creciente aplicación de las RMI está basada en lo siguiente:

1. Mercado;
2. Comercialización;
3. Especificaciones de los materiales;
4. Transportación;
5. Sustitución: nuevas tecnologías o materiales de más bajo costo;
6. Condiciones socio-económicas.

El negocio de las RMI depende más del mercado, que de la naturaleza de los recursos; este requiere, el desarrollo de mercados ya que el precio de los materiales varía de un lugar a otro, y el cual no es fácil de fijar, debido a que las RMI, están sujetas a mercados específicos, la mayoría de los cuales son altamente competidos.

Existen varios problemas cuando se trata de penetrar un mercado, entre ellos: conocer quien puede utilizar mi producto. Una vez contestada esta pregunta, surge la dificultad de romper la barrera con el sistema de compra de las compañías, debido a que los industriales ya cuentan con material confiable para la elaboración de sus productos a menos que el precio sea lo suficientemente atractivo como para que ellos realicen pruebas con diferentes formulaciones.

Con respecto a las especificaciones, el problema es más complejo, ya que siempre está latente la siguiente pregunta, ¿cuáles son las especificaciones de un material?.

En primer lugar, las especificaciones varían de acuerdo a las aplicaciones del producto. En segundo lugar, en la manufactura de un producto, se puede emplear materias primas con diferentes especificaciones, dependiendo del equipo y proceso de producción.

Todo esto tiene mucho que ver con la productividad de las empresas, ya que para que una compañía pueda sobrevivir con éxito en el mundo de las RMI, además de añadir valor agregado a sus productos, desarrollar nuevos productos, reducir o reemplazar importaciones, conocer a sus competidores así como también su posición en el mercado, debe entre otros factores, incrementar su eficiencia; reducir sus costos, a través de una disminución de rechazos, aunados a la optimización de los recursos; estar al día con nuevos desarrollos tecnológicos; y sobre todo controlar la calidad de sus procesos y por consecuencia, de sus productos, lo cual se refleja en la vigilancia y verificación en los estándares y especificaciones de sus materiales.

CARACTERÍSTICAS DE LAS ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES

Desde el punto de vista de su utilización como materia prima, las Rocas y Minerales Industriales tienen algunas peculiaridades que, como grupo, las definen y las diferencian de los minerales metálicos. Son, entre otras, las siguientes:

- **Explotabilidad determinada por el uso**

La posibilidad o imposibilidad de explotar un yacimiento de Rocas y Minerales Industriales depende de tres factores interrelacionados e inseparables: Las características geológico-mineras del mismo, las posibilidades de tratamiento del material para conseguir un producto vendible y el precio de mercado para cada aplicación específica del material extraído.

- **Campos de aplicación muy diversificados**

Según su pureza, granulometría, etc. una misma materia prima puede emplearse en distintas industrias, y alcanzar muy distintos valores. Por ejemplo, los feldespatos se usan en la fabricación de lozas y porcelanas, en vidriados y esmaltados cerámicos, en la industria del vidrio, en la fabricación de dientes artificiales, en pinturas, en lijas como abrasivo, como aglomerante cerámico en muelas y discos abrasivos, en aislantes de humedad, en la agricultura (recubrimientos de semillas, fungicidas, fertilizantes, etc.) y en otros muchos usos.

- **Bajo valor a pie de cantera, alto valor añadido**

La mayor parte de las Rocas y Minerales Industriales se encuentran en yacimientos muy extensos, pero de bajo valor unitario (granitos, calizas, arcillas). La extracción, el tratamiento posterior y la aplicabilidad a diversos usos específicos es lo que les confiere valor. Antes de iniciar la explotación, es preciso conocer el proceso de tratamiento y su costo, el precio final de venta y los posibles mercados. Existe una íntima relación entre las tareas de exploración, investigación, explotación, tratamiento y comercialización.

- **Alta incidencia del costo del transporte**

Al tratarse, por lo general, de sustancias de bajo valor, el hecho de que un yacimiento esté alejado de los centros de consumo o de las vías de comunicación, puede impedir su explotación. Esto es fundamental en áridos, arcillas cerámicas, calizas para cementos. Otros materiales, por el contrario, tienen altos valores unitarios y soportan transportes internacionales (muchos granitos, mármoles, pizarras, asbestos y circón).

- **Estabilidad de precios de venta**

A diferencia de los minerales metálicos, cuyos precios suelen controlarse desde un mercado central, la gran producción y reservas de numerosos países hacen que su mercado se regule y evita, en general, grandes oscilaciones de precios. Los factores que más influyen en la variación de los precios de las Rocas y Minerales Industriales son: el aumento del producto interno bruto del país productor, el descubrimiento de nuevas aplicaciones, la aparición en el mercado de sustitutos o similares, las políticas gubernamentales de construcción y obras públicas, el desarrollo de nuevas tecnologías y las variaciones del precio de la energía.

- **Alta tasa de crecimiento anual del consumo**

Por sus especiales características de inversiones relativamente bajas, empleo de mano de obra local y vinculación estrecha con las políticas de inversión y obras de un país, las Rocas y Minerales Industriales constituyen un índice de las tasas de desarrollo y una posibilidad de empleo, poniendo en valor los recursos propios. El incremento medio del consumo mundial de estas se sitúa en un 4% anual acumulativo. En todos los países desarrollados, incluso en los de mayor tradición minera, como Canadá, Sudáfrica o Australia, se observa una progresiva sustitución de la minería metálica por la de rocas y minerales industriales.

YACIMIENTOS DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES EN CUBA

Dada la enorme variedad de rocas y minerales industriales, que se extiende prácticamente a todos los materiales que se encuentran en la corteza terrestre, podría decirse que casi todos los afloramientos rocosos constituyen yacimientos potenciales. Esta apreciación, sin embargo, no es cierta, pues las exigencias de la industria son cada vez más estrictas, y la calidad de los productos exige unas especificaciones que no todos los minerales y rocas cumplen. Es cierto que los áridos de construcción, por ejemplo, han tenido, hasta épocas recientes, exigencias poco estrictas, y por su escaso valor se utilizaban los más próximos a la obra civil en curso. Hoy ya no es así, y se estudian no sólo las características mecánicas y físicas de los materiales, sino su durabilidad a largo plazo, pues los costos de usar materiales inadecuados superan, a la larga, los costos de una investigación y una explotación de materiales más lejanos.

Por lo que se refiere a las materias primas más valiosas, es fundamental la prospección sistemática, la investigación de detalle de los posibles yacimientos y la caracterización del material, antes de iniciar la explotación.

La clasificación genética de las Rocas y Minerales Industriales que se emplea en nuestro país actualmente, según el Mapa de Yacimiento y Manifestaciones Minerales no Metálicos y Combustibles de la República de Cuba. Escala 1: 500 000 del año 1988 se presenta en la Tabla I. (Ver Tabla I).

USOS Y APLICACIONES DE LAS RMI EN CUBA

Para no hacer muy extenso este acápite y debido a que el grupo de las RMI es tan amplio y diverso como hemos visto en los epígrafes anteriores preferimos exponer el campo de utilización de las RMI partiendo de la clasificación existente para este objetivo en nuestro propio país, la cual la consideramos adecuada a los intereses de este trabajo (Tabla II).

LAS ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE

No puede considerarse desarrollo el simple crecimiento económico, como manifestación contable del incremento de determinadas magnitudes macroeconómicas.

Desarrollo es, según Morillas (1997) "un crecimiento en el que gradualmente se potencian los recursos humanos y materiales de un país, mediante transformaciones progresivas de su estructura económica, tendentes a atenuar o suprimir los desequilibrios (intersectoriales, sociales y territoriales) de partida". Este mismo autor considera desarrollo sostenido el que se da, permanentemente, durante un dilatado, pero definido, período de tiempo; distinto es el desarrollo sostenible o sustentable, que es el que puede mantenerse indefinidamente y es compatible con el resto de los países, dentro del necesario equilibrio medioambiental y demográfico.

El concepto de desarrollo sostenible, que es mucho más amplio y rico en matices de lo que parece a simple vista, se acuñó definitivamente en el llamado "Informe Brundtland", publicado por la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo de la ONU bajo el nombre de "Nuestro futuro común".

Según este informe, desarrollo viable y sostenible sería el "**conjunto de vías de progreso económico, social y político que atiende a las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades**".

El concepto de desarrollo sostenible y sus implicaciones ha sido largamente estudiado. Villas Boas (1995), por ejemplo, aludiendo concretamente al desarrollo sostenible en relación con la actividad minera y metalúrgica, señala una serie de desafíos tecnológicos a los que se enfrentan las actividades industriales. Tales son los tres mínimos exigibles (mínimo consumo de energía, mínimo consumo de materiales y mínimo impacto ambiental) y un máximo (máxima satisfacción social). La combinación de estos condicionantes no señala una estrategia concreta, sino una actitud global hacia el conjunto de estrategias que se incluyen bajo la denominación de tecnologías limpias.

El desarrollo sostenible, en todo caso, se concibe como un equilibrio entre las necesidades de abastecimiento y la conservación del medio, para nosotros y para nuestros sucesores. Además del equilibrio, implica una componente de solidaridad para repartir de forma equitativa los bienes entre países ricos y pobres, entre favorecidos y marginados. Precisa, en tercer lugar, el desarrollo de la eficiencia tecnológica, para conseguir el mayor número de recursos al menor costo social y económico.

Las actividades mineras en general y las explotaciones de las Rocas y Minerales Industriales en particular, tal vez más que otras operaciones industriales, mantienen una relación difícil con el medio: para extraer, transportar, transformar y comercializar los minerales, es preciso perjudicar el medio, a veces de forma irreversible, y producir una cantidad de residuos que casi siempre es muy cuantiosa.

Las tasas de recuperación de una cantera de piedra natural (granito, mármol o pizarra) puede encontrarse en torno al 10-20%, lo que significa que por cada tonelada comercializada se vierten a la escombrera entre 5 y 10 toneladas de desechos. El oro es explotable con una ley de pocos gramos por tonelada; por tanto, el 99,9995 % del material extraído en la mina se convierte en un material desechable, en su mayoría contaminado, al que hay que buscar acomodo.

Además de los daños que se pueden producir por el volumen de residuos, es preciso considerar otras características medioambientales negativas de las explotaciones mineras: la primera es que la ubicación de las canteras y minas ha de hacerse en el lugar en que existe un yacimiento.

A diferencia de otras industrias, no se puede elegir el emplazamiento, y este hecho puede causar daños ecológicos o paisajísticos. La segunda es que la minería es siempre agresiva hacia el medio en el que se sitúa. Dados los enormes volúmenes que es necesario tratar, se crean cicatrices en la superficie terrestre difíciles de ocultar, se afecta a la fauna y a la vegetación, a veces al clima, se producen explosiones, polvo y contaminación química por compuestos de tratamiento y se empeora la calidad de vida de los habitantes cercanos, entre los que se encuentran los propios mineros.

La tercera característica, ligada a la producción de residuos, tiene que ver con la posible contaminación de cauces fluviales y de acuíferos y la posibilidad, por lo tanto, de trasladar el daño hasta parajes alejados de la propia mina.

La dicotomía no puede expresarse, por tanto, en términos de: explotar / no explotar, o de contaminar / no contaminar. Como los recursos minerales son necesarios, y en proporción enormemente creciente, es preciso llegar a un compromiso de impacto medioambiental aceptable y recuperable. Este compromiso exige que los efectos del impacto sean controlados, controlables y reversibles, a escala humana de espacio y tiempo.

Es preciso aceptar que las explotaciones mineras, y dentro de ellas las de las Rocas y Minerales Industriales presentan características específicas en cuanto a su volumen, su tipo de beneficio, su transporte y su tratamiento, son actividades perjudiciales para el medio ambiente, pero compatibles con el desarrollo sostenible. Las explotaciones presentan un beneficio social y económico indudable, pero deben, también, procurar el mínimo consumo de energía y la producción mínima de residuos. Los usuarios de RMI, que somos todos, debemos igualmente procurar un consumo racional y no abusivo de las mismas.

La "sustentabilidad" de una explotación minera en un determinado entorno social y económico plantea problemas que no son siempre transparentes. Al calcular los costos de explotación, no siempre se tiene en cuenta el consumo de bienes naturales que se consideran libres (espacio, agua, aire). Es preciso calcular, también, el costo de reposición de los terrenos afectados. En muchos países estos valores suponen una exigencia legal muy severa, y determinan en no pocas ocasiones, el cierre de la explotación y su inviabilidad. Las exigencias son menos severas en países en desarrollo, y pueden llevar a daños irreversibles en el medio ambiente y en la sociedad circundante.

Al analizar someramente la importancia de las Rocas y Minerales Industriales en los países en desarrollo, se constatan hechos, algunos sorprendentes, que deben analizarse. Muchos países en desarrollo deben parte de su riqueza a la explotación de algún recurso mineral no metálico, del que son poseedores exclusivos o principales: así sucede con los fosfatos en Marruecos, los nitratos en Chile durante el siglo XIX, el Rutilo en Sierra Leona, la Ilmenita en Malasia, las Esmeraldas en Colombia, las Gemas en Brasil, la Barita, la Fluorita, el Grafito y los Granitos Ornamentales en China.

El descubrimiento y la explotación de las Rocas y Minerales Industriales de un país, a diferencia de los minerales metálicos o de los recursos energéticos, no supone el enriquecimiento inmediato de la nación. El proceso de industrialización de los recursos no metálicos es lento y requiere la creación de estructuras logísticas y comerciales complementarias. La explotación de materiales de construcción, por ejemplo, sólo es posible si existe una demanda por construcción de viviendas o de obras civiles. Si bien algunas rocas y minerales industriales soportan la exportación, su mayor aplicación ha de buscarse en el consumo interior, y éste depende del desarrollo social e industrial.

COSTOS DE EXPLOTACION DE LAS RMI

En los costos de explotación influyen factores de todo tipo, pero tienen singular importancia los políticos. Los costos naturales (dificultades propias del yacimiento, transporte, tratamientos, etc.) pueden calcularse. Los costos derivados de las cambiantes políticas de los países en desarrollo son, a menudo, imprevisibles, ocasionan el cierre inesperado de explotaciones y pueden hacer inviable el beneficio que estos materiales aportan. Por tanto, es absolutamente necesario que los países en desarrollo establezcan políticas claras respecto a la explotación de los recursos, y que creen un ambiente propicio a la inversión extranjera y a la aportación local.

Consecuentemente con lo anterior, es preciso que se establezcan investigaciones geológicas, mineras, industriales y de mercado. Es necesario repetir que lo que los países en desarrollo deben buscar es lo que demanda el mercado, y no los recursos más abundantes. Es erróneo pensar que un país en desarrollo con reservas importantes de un mineral industrial tiene asegurada la riqueza. Puede tenerla, sin embargo, un país que sepa entender la demanda externa o interna de cierto producto y lo abastezca con materias primas propias.

- La mayor producción, en volumen y en valor, de las Rocas y Minerales Industriales, suele corresponder a los materiales de construcción (30% en EE.UU., 75% en el Reino Unido en 1990, respecto

al total de las mismas). Al ser materiales baratos, no soportan un transporte largo. Es importante que los países en desarrollo cuiden estos materiales, porque son los primeros en la demanda, no requieren altas inversiones de explotación y pueden ahorrar enormes recursos en importaciones.

Algunos aspectos que requieren un cuidado especial en las investigaciones sobre Rocas y Minerales Industriales en países en desarrollo, son:

- La formación de técnicos (geólogos, mineros, procesadores, etc.).
- La seguridad en las instalaciones extractivas y en las aplicaciones.
- El medio ambiente, que puede verse afectado de forma irreparable por explotaciones mal planificadas o construidas.
- La calidad de los procesos y materiales.
- La normalización de productos, como garantía de dicha calidad.
- La legislación, que muchas veces es un obstáculo importante para el desarrollo.

LAS RMI Y EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

La minería de las Rocas y Minerales Industriales es la actividad industrial básica dedicada a la obtención de recursos minerales para el abastecimiento a la población de materias primas. En la actualidad, la humanidad depende fuertemente de estos recursos en la búsqueda del progreso y del aumento de la calidad de vida. Es evidente, por lo tanto, que no se puede prescindir de la explotación de los recursos geológicos, y que esta actividad seguirá a buen ritmo en el futuro (Orche , 2003).

Hoy en día es una idea universalmente aceptada que la garantía para lograr el desarrollo sostenible de las actividades humanas, es decir, en equilibrio con la protección y conservación de los valores naturales del medio ambiente, se obtiene mediante una adecuada ordenación del territorio (Barettino, 2002).

Conceptualmente la ordenación territorial es la proyección en el espacio de las políticas social, cultural, ambiental y económica de una sociedad. Ordenar el territorio significa vincular las actividades humanas al propio territorio. De acuerdo con la Carta Europea de Ordenación del Territorio, ésta es a la vez, una disciplina científica, una técnica administrativa y una política, concebida como acción interdisciplinaria y global cuyo objetivo es un desarrollo equilibrado de las regiones y la organización física del espacio según un concepto rector (Gómez, 1994).

La ordenación territorial se establece mediante los correspondientes planes de ordenación, que deben basarse en tres principios (Barettino, 2002):

- Adaptación a la capacidad de acogida del medio.
- Optimización de las interacciones entre las actividades a localizar.
- Uso múltiple del territorio.

A ellos hay que remitirse para la integración de las actividades en el uso sostenible del territorio.

En lo que respecta a la minería de las Rocas y Minerales Industriales, la ordenación se puede definir como el conjunto de actuaciones de las Administraciones Públicas, en el ámbito de sus respectivas competencias, que tienen como finalidad la gestión y promoción del aprovechamiento racional de las sustancias minerales y demás recursos geológico-mineros, en orden a conseguir un desarrollo económico y social, en el ámbito geográfico implicado, compatible con otros usos y valores del espacio sobre el cual se asienta la actividad minera (Lorenzo et al, 2002).

La ordenación de esta actividad deberá estar integrada en la política de ordenación general del territorio y en ella deben participar todas las instituciones competentes y el conjunto de la sociedad.

A diferencia de lo que ocurre en otros tipos de actividades humanas en las que se puede estudiar y analizar la localización óptima para su implantación dentro de un ámbito territorial, en la minería la puesta en marcha de la actividad extractiva está condicionada por la localización y existencia de los recursos mineros. Efectivamente, los yacimientos minerales están donde los procesos geológicos han generado acumulaciones anormalmente elevadas de ciertas sustancias útiles para la sociedad y no en otros lugares (Barettino, 2002).

Sin embargo, todas las sustancias minerales no son igual de abundantes o de escasas en la Naturaleza; hay algunas (rocas y minerales industriales) que son mucho más frecuentes que otras (minerales metálicos y energéticos).

En el caso de las más abundantes, se puede plantear el estudio y análisis de alternativas de localización de la actividad minera dentro del ámbito geográfico considerado en el marco de la ordenación territorial, es decir, en función de la capacidad de acogida del territorio ante la actividad extractiva, y del grado de compatibilidad de ésta con los otros usos de los recursos naturales (Gaudó y Rivera, 2002).

En conclusión, la actividad extractiva de los recursos mineros, por unas causas o por otras, debe contemplarse en el marco de la Ordenación Territorial, pero al mismo tiempo, la Planificación Territorial debe tener en cuenta los aspectos y peculiaridades propios de esta actividad (Barettino, 2002).

Consecuentemente, para llevar a cabo una adecuada planificación y ordenación del territorio, en lo que a la actividad minera se refiere, es necesario previamente:

- Conocer a fondo y delimitar geográficamente aquellas zonas del territorio que contienen los diferentes recursos mineros.
- Caracterizar la calidad y cantidad de los diferentes recursos.
- Analizar el consumo y la previsión de la demanda futura de estos recursos.
- Analizar las características propias y los condicionantes técnico-económicos que presenta la explotación minera de los diferentes tipos de recursos geológicos.
- Analizar los programas de cierre y clausura de las explotaciones y la situación en que va a quedar el territorio afectado.
- Analizar los usos posteriores que se han programado para los terrenos afectados.
- Analizar los planes de alternativas económicas a la actividad minera para la reconversión del sector tras el cierre de las explotaciones (planes de desarrollo alternativo de las comarcas mineras).

PROPUESTA DE NUEVAS CONCEPCIONES PARA LA VALORACION DE LAS RMI EN NUESTRO PAIS EN FUNCION DEL DESARROLLO LOCAL SOSTENIBLE

Es parte de la intención de este trabajo dar un aporte a lo que en un futuro debe ser un sistema para la valoración de los recursos minerales de los territorios en función del desarrollo local sostenible. Precisamente queremos demostrar los aspectos siguientes:

- Los municipios, en ocasiones, tienen producciones en algunos de estos campos (ladrillos cerámicos, áridos, etc) por ser las mismas tradicionales, pero no por realizarse un trabajo de valoración integral de sus recursos minerales, orientado según sus condiciones geológicas.

- Hemos podido constatar que existen informes geológicos oficiales sobre trabajos realizados en determinados municipios por solicitud de organismos nacionales o regionales y donde la valoración económica de estos objetos no ha resultado positiva o no se han continuado las investigaciones, y sin embargo no son conocidos por las autoridades de estos territorios, pudiendo en muchos casos bajo una valoración económica de su consumo local resultar de un impacto importante para estas comunidades.
- Por otra parte y como hemos expuesto en el epígrafe Rocas y Minerales Industriales y ordenamiento territorial, este es otro de los aspectos en que tributa directamente el sistema propuesto por nosotros, pues como resultado en esta dirección se contaría con la distribución geográfica de estos recursos, sus características y usos más probables, lo cual representa una herramienta de insustituible valor para la planificación del espacio físico en los territorios.
- En el caso específico de los municipios Moa, Sagua de Tánamo, Banes y Calixto García, de la provincia de Holguín, estudiados por nosotros y cuyos resultados reflejamos en este trabajo, se determinaron las propiedades Físico – mecánicas de las siguientes materias primas: Serpentinitas, Tobs vitroclásticas, Gravas y arenas, Calizas blandas, Calizas organógenas, etc.
- Como se ha explicado en la primera parte de este capítulo, los recursos no metálicos, específicamente los materiales de construcción tienen características que permiten una valoración más rápida, menos compleja y con menores costos de inversión de los mismos.

Todo lo anterior nos permite sustentar que en el futuro inmediato se debe trabajar en función de lograr ir completando los elementos que integrarían el Modelo de Gestión Estratégica de los recursos minerales de los territorios en función de su propio desarrollo.

Algunos elementos preliminares que consideramos que formarían parte de este Modelo de Gestión Estratégica serían:

- Creación del modelo digital del terreno del territorio a evaluar.
- Recopilación de toda la información geológica disponible.
- Investigación de los usos tradicionales que se dan a los recursos minerales en el territorio.
- Investigación de los usos que se le han dado a los recursos minerales en etapas históricas pasadas.
- Valoración pronóstico del territorio que permita identificar y discriminar los tipos de Rocas y Minerales Industriales a caracterizar y evaluar.
- Reconocimiento geológico de los diferentes tipos de Rocas y Minerales Industriales identificados.
- Ensayos y análisis de los recursos, según normativas y exigencias técnicas establecidas.
- Análisis técnico económico para identificar posibles producciones.
- Recomendaciones sobre las producciones a acometer según los tipos de recursos minerales evaluados.

CONCLUSIONES

Como aspectos imprescindibles que se requieren para fundamentar y lograr la implementación de este Modelo de Gestión Estratégica se propone:

- Lograr una labor de divulgación y capacitación entre las autoridades de los territorios sobre el objetivo y resultado de la aplicación de este modelo: (gobierno, empresas, organizaciones políticas y de masas, etc.), a través de Trabajos Comunitarios.
- Gestionar proyectos por todas las vías posibles que permitan lograr el aseguramiento material y financiero requerido (CITMA, PNCT, PTCT, PRCT).

- Lograr que un especialista en geociencias rectoree en cada territorio este modelo y que el mismo posea la capacitación requerida. (Este aspecto fue propuesto en la última asamblea de la Sociedad Cubana de Geología celebrada durante la Primera Convención de Ciencias de la Tierra en abril de 2005 y elevado a la dirección del país.
- Implicar a las Sedes Universitarias Municipales como nuevo ente integrador por excelencia en los territorios en cuanto al apoyo y gestión de este sistema.

Como puede apreciarse el resultado de la generalización de este Modelo de valoración de los recursos minerales puede traer resultados importantes a las comunidades en varias direcciones:

- Incremento de la producción de materiales de construcción para diferentes fines, especialmente viviendas y otras obras sociales.
- Mejoramiento de suelos en la agricultura y la alimentación animal para impulsar la producción de alimentos (materias primas agronómicas).
- Creación de nuevas fuentes de empleo en los municipios a partir de las nuevas producciones, la mayor parte artesanales.
- Ahorro considerable de Energía, Combustibles y Lubricantes al acercar las fuentes de suministros a las obras.

Resulta significativo destacar que nuestras concepciones en el sistema propuesto se corresponden con la propuestas realizada por Coutin y Brito, 2005, donde plantea entre otros aspectos los siguientes "una cuestión fundamental reside en lograr que los trámites establecidos por las Leyes de Medio Ambiente y la de Minas con su reglamento (que inciden tempranamente, desde el momento en que se solicite una concesión minera y hasta que se extraiga y comercialice la primera tonelada del producto) puedan realizarse de una manera más simple y breve lo que estimularía a los inversionistas interesados, puesto que el mercado exige alta operatividad para responder a cualquier demanda o solicitud de materias primas o de productos, pero las obligaciones que imponen lo establecido actualmente no en pocos casos obstaculizan o sirven de freno a la actividad.

....se debe valorar la necesidad de ampliar la actividad geólogo-minera para apoyar a la pequeña minería o minería artesanal, hasta el nivel de municipio. Con este fin se deberán flexibilizar los conceptos acerca de la cantidad, tipo y calidad de las reservas necesarias para esta actividad y adecuar los requerimientos para el control de la extracción y para la restauración de las afectaciones medioambientales.

BIBLIOGRAFIA

- Barettino D. (2002) Ordenación minero-ambiental de recursos de rocas industriales. Aplicación a la Reserva Estatal de pizarras de La Cabrera (León). Tesis Doctoral. E.T.S.I. Minas. Universidad Politécnica de Madrid (España).
- Bristow C.M. (1987). Society's changing requirements for primary raw materials. Industrial Minerals. : Pg. 59-65.
- Bocien V. et al, 1963. Informe sobre los trabajos de la brigada sísmica marina de "Vladimir Obruchev" en el norte de la costa norte de la isla de Cuba efectuado en 1962. Fondo Geológico. 2185.
- Ortega R.1987. Informe Geólogo Tecnológico Preliminar de las Zonas 13 y 15 del Yacimiento "Río Sagua de Tánamo". Provincia Holguín.
- Porera M., Bayona P. y otros, 1987. Informe sobre los trabajos de Búsqueda Orientativa y Detallada de Tobas para Áridos Ligeros, Sectores el Lirial y Amansaguapo, Provincia Holguín.

- Benilda D, 1987. Informe sobre la búsqueda orientativa y detallada del yacimiento de calizas para áridos ligeros y arena artificial Yaguaneque – Provincia Holguín. ISMM, Moa. Trabajo de Diploma.
- C. Antonio C. Rabilero Bouza. Contribución a la comprensión de los Aglomerantes de Cal-Puzolana. Filial Santiago de Cuba. CTDMC.
- Calvo B. et al, 2000. Rocas y Minerales Industriales de Iberoamérica. Instituto Tecnológico Geominero de España, España, 436.
- Carrazana Á, 1990. Resultado de la Exploración Orientativa y Detallada Caliza blanda Matanzas. ISMM, Moa. Trabajo de Diploma, 29.
- Cruzata J. et al, 1983. Informe sobre los trabajo de exploración en el yacimiento de explotación de calizas Yaguajay para áridos de la construcción en el municipio de Banes, provincia de Holguín. Fondo Geológico. 3428
- Coutín D y Brito, 2005. Primera Convención Cubana de ciencias de la Tierra. SCG. La Habana, Cuba.
- Díaz A, 1986. Proyecto para la Exploración de los límites del coto minero del Yacimiento Jaimanitas provincia Habana. ISMM, Moa. Trabajo de Diploma.
- Dikerson R. et al 1931 geological reconnaissance of Oriente province. Fondo Geológico 2580.
- Gaudó J, Rivera, F. (2002) Desarrollo y repercusiones en la Comunidad Autónoma de Aragón del Plan 1998-2005 de la Minería del carbón y desarrollo alternativo de las comarcas. XI Congreso Internacional de Industria, Minería y Metalurgia. Zaragoza (España).
- Gómez D. (1994) Ordenación del Territorio. Una aproximación desde el medio físico. ITGE. Madrid (España).
- Informe geológico Exploración Orientativa y Detallada para roca ornamental para revestimiento en el yacimiento Cabo Lucrecia. Provincia Holguín. 1992.
- Lorenzo J.; Sirvent, J.; Bernabé, J. (2002) Ordenación minera. Alcance y ámbito competencial. Aprovechamiento racional y compatibilidad con otros usos y valores. XI Congreso Internacional de Industria, Minería y Metalurgia. Zaragoza (España).
- Mapa geológico de la República de Cuba a escala 1:100 000. IGP.
- Mapa de Yacimiento y Manifestaciones Minerales no Metálicos y Combustibles de la República de Cuba. Escala 1: 500 000 ,1988.
- Martínez A, 1997. Informe geológico de Prospección Detallada de Cretas Fustete.
- Martínez, 2000. Rocas y Minerales Industriales de Cuba.
- Morrillas J. (1997). Introducción a la economía mundial: Estructura y desarrollo sostenible. Madrid, ADI. ONU. (1992).
- Noestaller, Richard, 1989, in U. S. Geological Survey Bulletin 1905. : Pg.5-13.
- Orche E. (2003) Desarrollo sostenible y ordenación del territorio.
- Villas Boas R.C (1995). Technological Challenges faced by the MM sector in achieving sustainable development. Centro de tecnología Mineral. CNPq. Río de Janeiro, Brasil.

Tabla I: Clasificación genética de las RMI en Cuba.

TIPO GENÉTICO			MATERIAS PRIMAS	
EXÓGENO	METEORIZACIÓN	Residual	Arcilla, Caolín, Magnesita, Calcedonia, Ópalo, ocre, Arena polimíctica, Roca fosfórica.	
		Clásticos	Arcilla, Bentonita, Magnesita, Paligorskita, Arena polimíctica, Arena cuarzosa, Arenisca, Ágata y calcedonia, Calcanerita.	
	SEDIMENTARIO	No Clástico	Biogénico, Bioquímico y Químico	Marga, Caliza, Dolomita, Dolomita calcárea, Caliza fosfatizada, Silicita
			Evaporítico	Sal gema, Yeso
			Caustobiolítico	Turba, Asfaltita, Petróleo y gas.
	ENDÓGENO	Vulcanógeno sedimentario		Toba, Bentonitas, Tobas zeolíticas
Extrusivo		Lavas y cuerpos subvolcánicos	Dacita, Andesita, Diabasa, Basalto, Vidrio volcánico, Rocas feldespáticas	
Intrusivo		Granitoide, Granodiorita, Granoseinita, Sienita, Gabro, Troctolita		
Pegmatítico		Roca feldespática, Micas		
Metasomatismo de contacto		Granate		
Hidrotermal		Cuarzo, Amatista, Ágata, Calcedonia, Cuarcita sedimentaria, Barita, Arcilla, Caolín, Talco, Asbesto crisotilico		
Metamorfogénico			Granate, Mármol, Cuarcita, Grafito, Cienita, Asbesto anfíbolítico, Jadeita, Serpentinita antigorítica, Anfíbolita	

Tabla II: Clasificación de las Rocas y Minerales Industriales según su principal uso industrial en Cuba.

GRUPO INDUSTRIAL	USO INDUSTRIAL	MATERIA PRIMA
Materiales para la construcción.	Aridos naturales	Arena y grava, arena polimíctica y arena cuarcífera,
	Áridos de trituración	Caliza, Caliza dolomítica, Dolomita calcárea, Andesita, Basalto, Gabro, Granosienita, Granito, Granodiorita, Dacita, Diabasa, Mármol, Anfibolita, Toba andesítica
	Piedra de cantería	Calcarenita, Caliza.
Piedra decorativa artesanía y joyería	Decorativa en bloques	Marmol, Caliza, Caliza dolomítica y Dolomita calcárea
	Decorativa en Fragmentos	Serpentinita, Granito Troctolita
	Joyería-Artesanía	Calcedonia, Opalo, Cuarzo y Jadeita
Cemento y otros aglomerantes	Portadores de $CaO, SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3,$	Caliza, Marga, arcilla, arena polimíctica
	Correctores aditivos	Arenisca, Yeso, Toba zeolítica
Cerámica	Cerámica roja	Arcilla, bentonita, marga
	Cerámica Fina	Caolín, roca feldespática
	Cerámica Especial	Cianita, Wollastonita
	Cerámica Refractaria	Cuarcita.
Vidrio, óptica y electrónica	Industrias del Vidrio	Arena cuarcífera, Dolomita, Cuarzo, Cuarcita
	Industria de la Electrónica	Cuarzo, Mica
Agricultura y agropecuaria	Mejoramiento de	Caliza, Caliza fosfatizada, Turba
	Fertilizantes	Dolomita, Roca fosfórica, Magnesita
	Aditivos en alimentación animal	Toba zeolítica, Magnesita, Caliza
Industrias varias	Química	Caliza, Sal Gema, Arena Cuarcífera, Asfaltita, Barita
	Medicina	Bentonita, Yeso, Barita, Toba zeolítica
	Cal	Caliza
	Minería Metalúrgica	Grafito, Silicita, Caliza, Barita, Bentonita
	Refractarios	Magnesita, Cuarcita
	Rellenos	Talco, Asbestos, Tobas zeolíticas, Caliza dolomítica
	Abrasivos	Granate. Toba zeolítica
	Filtrantes	Vidrio volcánico, Paligorskita
	Decolorantes	Vidrio volcánico
	Pigmentos	Ocre, Asfaltita
Combustibles	Asfaltita	