



**MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALÚRGICO DE MOA
“Dr. Antonio Núñez Jiménez”
FACULTAD DE GEOLOGÍA Y MINERÍA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA**

Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Geólogo



Título: Valoración de los recursos minerales no metálicos del municipio Banes en función al desarrollo sostenible y ordenación del territorio. Materiales de construcción.

Diplomante: Yunior Consuegra Vidal.

**Tutores: Dr. Carlos A. Leyva Rodríguez.
Ing. Ideal F. Blanco Quintero.**

**“Año de la Alternativa Bolivariana para las Américas”
Moa, Julio 2005.**

PENSAMIENTOS:

Un hombre debe buscar lo que es y no lo que cree que debería ser.

Albert Einstein.

No conozco la clave del éxito, pero se que la clave del fracaso es tratar de complacer a todo el mundo.

Woody Allen.

DEDICATORIA:

Este Trabajo de Diploma es dedicado de todo corazón a mis **queridos padres y hermanos.**

AGRADECIMIENTOS:

La realización de este Trabajo de Diploma no hubiese sido posible sin el apoyo incondicional de una serie de personas, que no vacilaron lugar ni momento para contribuir de una forma u otra a la ejecución del mismo. Para ello es preciso resaltarle esa magnífica contribución a:

- ✓ Dr. Carlos A. Leyva Rodríguez y Ing. Idael F. Blanco Quintero por la excelente tutoría del trabajo.
- ✓ Demás profesores del departamento por su seguimiento continuo en la carrera para lograr este propósito.
- ✓ A mis compañeros de grupo que fueron capaces de transmitirme una serie de valores y principios que enriquecieron mi cultura.
- ✓ A mis amigos por su preocupación y empeño en hacer posible la realización de este sueño tan importante para mí.
- ✓ A mis padres, hermanos y demás familiares por estar siempre conmigo en los malos y buenos momentos.
- ✓ A Yusleimy González Remesal por su compañía en todos estos años de estudio y su ayuda tanto en la carrera como en mi vida personal.
- ✓ A Fidel Castro Ruz y a la revolución cubana por haber hecho posible mi formación como profesional de forma gratuita.

A todos muchas gracias.

RESUMEN:

El presente trabajo titulado tiene el principal objetivo de proponer un sistema para la valoración de los recursos minerales de los territorios (municipios) en función del desarrollo sostenible y la ordenación del territorio, aplicado a los materiales de construcción. Este sistema propuesto se aplica por primera vez al municipio de Banes logrando demostrar que existen muchos recursos minerales anteriormente no tenidos en cuenta que al ser evaluados para su consumo local permiten ser asimilados con indicadores económicos favorables, mediante una minería artesanal, la mayor parte de las ocasiones, y que dan un impacto importante a la solución de necesidades sociales de los mismos, como puede ser el abastecimiento de diferentes tipos de materiales de construcción como bloques naturales, áridos, lajas y producción de pinturas que se emplearían en la construcción de viviendas y otras obras sociales. Se elaboró el modelo digital del terreno del municipio de Banes lo cual es una herramienta importante para lograr implementar este sistema ofreciendo mayores posibilidades para la ejecución de los trabajos y su representación.

Se realizaron diferentes tipos de trabajos de campo mediante itinerarios geológicos para la documentación y muestreo de los afloramientos de las manifestaciones de las materias primas de mayor importancia. Las materias primas investigadas con mayor grado de estudio fueron las calizas y tobas vitroclásticas las cuales fueron sometidas a ensayos mineralógicos y de propiedades físico mecánicas. También se añaden los resultados de otras materias primas existentes en el territorio con perspectivas de empleo como son: Cretas, Calizas conchíferas tipo Jaimanita y Lajas.

Como principales resultados de las investigaciones realizadas se proponen que las materias primas investigadas pueden ser empleadas para diferentes fines como materiales de construcción alternativos. Se presenta además el formato de un perfil de proyecto CITMA (PTCT) que basado en los resultados de este trabajo fue propuesto para su aprobación, contribuyendo al aseguramiento material y financiero de estas investigaciones.

Finalmente se propone esta metodología de trabajo para ser aplicada en una primera etapa al resto de los municipios de la provincia de Holguín.

ABSTRACT:

The present titled work has the principal target to propose a system for the evaluation of the mineral resources of the territories (municipalities) according to the sustainable development and the arrangement of the territory, applied to the materials of construction. This proposed system is applied for the first time to the municipality of Banes managing to demonstrate that there exist many mineral resources previously not born in mind that, on having been evaluated for his local consumption, allow to be assimilated by economic favorable indicators, by means of a handmade mining, most of the occasions, and that give an important impact to the solution of social needs of the same ones, since it can be the supplying of different types of materials of construction as natural, arid blocks, sandstones and production of paintings that would be used in the construction of housings and other social works. There was prepared the digital model of the area of the municipality of Banes which is an important tool to manage to implement this system offering major possibilities for the execution of the works and his representation.

Different types of field works were realized by means of geologic itineraries for the papers and sampling of the launderings of the declarations of the prime matters of major importance. The prime matters investigated with major grade of study were the limestones and tufas vitroclastic which were submitted to mineralogical essays and of properties physicist mechanics. Also they add to themselves the results of other prime existing matters in the territory with perspectives of employment like they are: Shalks, Shell Limestones and Flagstone.

As principal results of the realized investigations propose to themselves that the prime investigated matters can be used for different ends as alternative materials of construction. There appears also the format of a project profile CITMA (PTCT) that based on the results of this work was proposed for his approval, contributing to the material and financial insurance of these investigations.

Finally this methodology of work is proposed to be applied in the first stage to the rest of the municipalities of the province of Holguín.

INDICE: **Página**

Pensamientos.....	I
Dedicatoria.....	II
Agradecimientos.....	III
Resumen.....	IV
Abstract.....	V
Índice.....	1
Introducción	3

Capítulo I : Características económico-geográficas y particularidades geológicas regionales y locales del área de estudio.....	6
---	----------

1.1 Características económicas geográficas	6
1.2 Particularidades geológicas regionales y locales del área de estudio.....	10

Capítulo II : Generalidades sobre las Rocas y Minerales Industriales, su incidencia en el desarrollo sostenible y ordenación del territorio. Metodología de los trabajos.....	20
--	-----------

2.1 Ideas básicas sobre las Rocas y Minerales Industriales.....	20
2.2 Las Rocas y Minerales Industriales y el desarrollo sostenible.....	27
2.3 Las Rocas y Minerales Industriales y la ordenación del territorio..	33
2.4 Propuestas de nuevas concepciones para la valoración de las Rocas y Minerales Industriales en nuestro país en función del desarrollo sostenible.....	36
2.5 Metodología de los trabajos realizados.....	39

Capítulo III Caracterización geológica de las materias primas

evaluadas como materiales de construcción y recomendaciones

sobre las producciones a acometer..... 43

3.1 Introducción..... 43

3.2 Interpretación de los resultados de las diferentes materias

primas..... 46

3.2.1 Caliza lodosa..... 46

3.2.2 Tobas vitroclásticas..... 50

3.2.3 Cretas..... 54

3.2.4 Calizas conchíferas tipo Jaimanitas..... 58

3.2.5 Lajas..... 62

Conclusiones.....66

Recomendaciones.....67

Bibliografía.....68

Anexos

INTRODUCCIÓN:

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.

Solo hace algunos años, se ha venido mostrando la importancia y potencial que poseen las mismas, ya que si se observa en los países de la Comunidad Europea y los Estados Unidos de Norteamérica, se aprecia como han evolucionado de grandes consumidores de metales a grandes consumidores de Rocas y Minerales Industriales.

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 la economía cubana y particularmente 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 hizo necesario la valoración de las principales materias primas minerales no metálicas con que cuenta el Municipio de Banes. Esta tarea se llevó a cabo en atención a la solicitud del Poder Popular de dicho Municipio en función de resolver los problemas más críticos de la población desde el punto de vista constructivo. Para ello se realizaron itinerarios geológicos de prospección hacia las zonas más perspectivas, en los cuales se tomaron muestras y se documentaron para un posterior análisis. Como resultado se detectaron y caracterizaron materiales con grandes perspectivas para su posterior utilización como materiales de construcción alternativos.

Propuesta del diseño de la investigación:

Objetivo: Proponer un sistema para la valoración de los recursos minerales del municipio de Banes en función de resolver sus principales necesidades locales de materiales de construcción, brindando recomendaciones sobre las posibles producciones a acometer, a partir de la caracterización de las materias primas.

Objeto de investigación: Materias primas minerales no metálicas del municipio de Banes de uso en la industria de los materiales de construcción.

Resultados Esperados:

1. Obtención del Modelo Digital del Terreno del municipio de Banes.
2. Distribución espacial y caracterización de las materias primas minerales no metálicas del territorio con perspectivas de uso como materiales de construcción alternativos.
3. Ensayos tecnológicos con las materias primas minerales no metálicas de mayor relevancia para su aplicación como materiales de construcción alternativos (Calizas, Arenas artificiales, Tobas vitroclásticas, Cretas).
4. Obtener una experiencia metodológica que pueda ser aplicada a otros municipios de la provincia y del país.

Hipótesis: Al realizar el estudio y caracterización de las materias primas minerales no metálicas del municipio de Banes, para su empleo como materiales de construcción alternativos, lograremos dar un aporte económico y social importante a este municipio en programas de gran impacto como son la construcción de viviendas y otras obras, generación de empleos y ahorro de combustibles.

Nuestro país también comenzó a reconocer el potencial de estas materias primas, estas han provocado en los últimos años un incremento considerable en los estudios de muchos investigadores referentes al tema, en vísperas a su desarrollo como materiales empleados en la solución de problemas sociales, sus usos como material alternativo han tenido un avance con respecto al uso proporcionado a los minerales metálicos.

Para darle seguimiento a lo planteado anteriormente el Municipio de Banes solicitó un estudio de este tema en función de su territorio. Esta solicitud ha sido desarrollada con resultados importantes en la investigación, aportando soluciones a problemas desde el punto de vista constructivo, en la utilización de materias primas propias del territorio como materiales de construcción alternativos.

CAPÍTULO I. CARACTERÍSTICAS ECONÓMICO-GEOGRÁFICAS Y PARTICULARIDADES GEOLÓGICAS REGIONALES Y LOCALES DEL ÁREA DE ESTUDIO (MUNICIPIO DE BANES).

1.1 Características económicas y geográficas del área de estudio.

1.2 Particularidades geológicas regionales y locales del área de estudio.

1.1 Características económicas y geográficas del área de estudio.

Ubicación geográfica del área de estudio.

Geográficamente el área de estudio se encuentra ubicada hacia la parte norte-oriental de la Isla de Cuba, ocupando el municipio de Banes en la provincia de Holguín (figura 1.1). Los trabajos realizados se desarrollaron hacia la parte norte de este municipio fundamentalmente, donde se encuentran la mayor concentración de las materias primas de interés para la presente investigación. El área (municipio Banes), se encuentra dentro de las cartas topográficas a escala 1: 50 000, Cabo Lucrecia (5079) y Banes (5078), limitada por las siguientes coordenadas Lambert:

X: 602000-632000;

Y: 276000-235000.

La extensión territorial del municipio es de 781.1 kilómetros cuadrados. La población es de 86 838 habitantes. Limita al norte con el Océano Atlántico, al este con el Océano Atlántico y el municipio de Antilla, al sur con el de Mayarí y al oeste con los municipios de Cueto y Báguano.

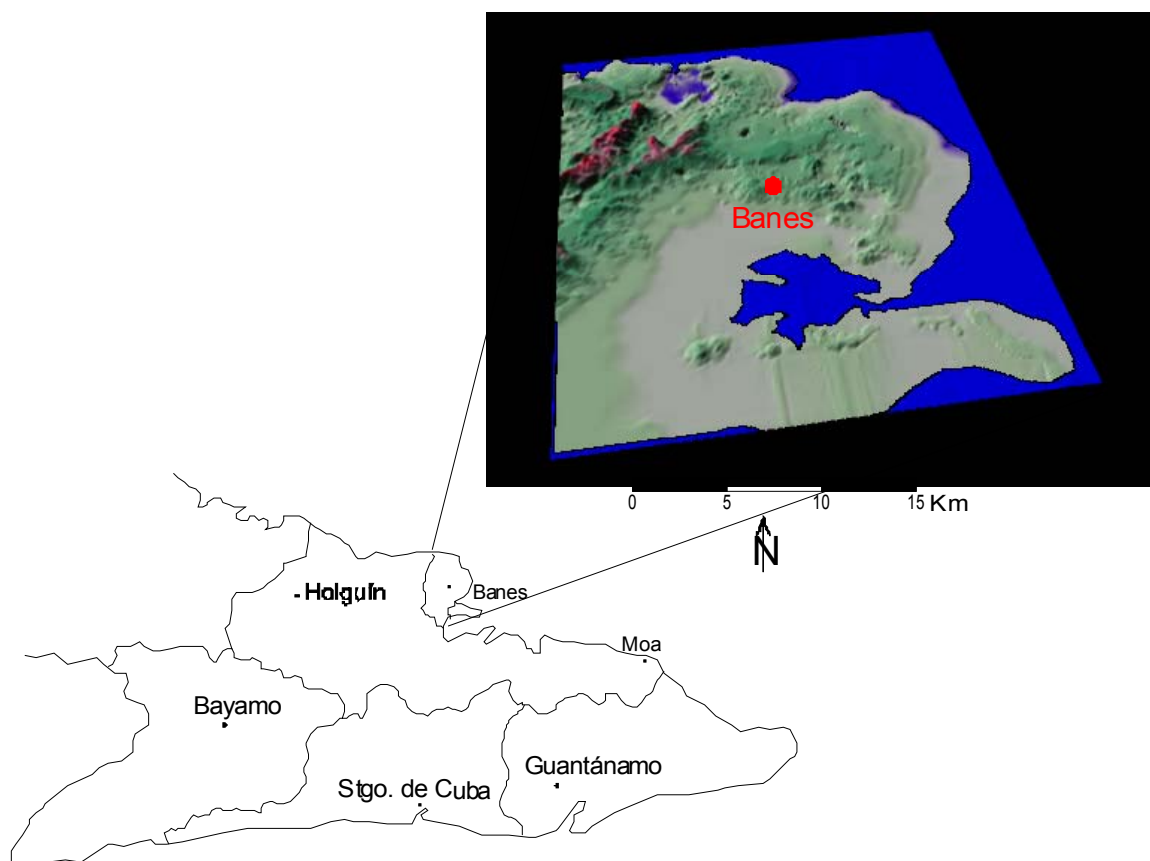


Figura 1.1 Mapa de Ubicación Geográfica.

Hidrografía:

El área se puede diferenciar fácilmente atendiendo a la calidad de los recursos de su hidrografía. La zona del Cabo de Lucrecia, manifiesta una menor cantidad y calidad de corrientes pues tiene pocas fuentes de agua potable. Su pobre dotación de ríos y arroyos se debe en otras causas, a la carencia de un sistema montañoso importante, en el cual puedan formarse y descender sobresalientes cursos de agua. La ubicación geográfica de las principales elevaciones existentes, agrupadas sobre las costas del Cabo Lucrecia, hacen que las corrientes de agua dulce descendan con rumbo sureste hasta desembocar en la Bahía de Banes, favorecidas por el litoral de ésta, carente de elevaciones. Los ríos más sobresalientes que corren por el Cabo de Lucrecia son el Seco y el Jagüeyes, los cuales vierten sus aguas directamente en el Océano Atlántico. En la Bahía de Banes desembocan los ríos Tasajeras, Santa Justa, Cortaderas, Cacao y Banes. Este último tiene su nacimiento en la falda meridional de las elevaciones de Mulas y desemboca en la costa norte de la Bahía.

Clima:

El clima de la región es cálido y seco (Estación meteorológica de Lucrecia, 2004). Se reporta una elevada temperatura media con el valor anual de 26,5 °C, situación originada, como es típico en las zonas costeras o por la influencia de clima costero, en los elevados niveles de las temperaturas mínimas en las madrugadas. De forma general las temperaturas se estabilizan en valores altos todo el año pues incluso las mínimas medias, con marcas en julio y agosto de 25,9 °C y 25,6 °C respectivamente. En invierno, a pesar de la influencia de altas presiones continentales, pueden alcanzar índices de hasta 21,8 °C.

Los niveles de humedad relativa son altos todo el año. Esto genera, al considerarse el predominio de altas temperaturas, un clima difícil para la actividad de hombre. Tal situación solo se ve atenuada en algunos lugares por la acción de los vientos. Estos son muy estables y soplan casi siempre desde el este, alcanzando frecuentemente rachas de 30-35 Km/h.

Las precipitaciones son escasas, reportándose en los últimos años valores muy por debajo de los acumulados anteriores de hasta 1207 mm de promedio anual, siendo los meses de febrero, mayo, septiembre y octubre los de mayor acumulado, hasta 60 mm. Aunque en general las precipitaciones son algo superiores a los municipios interiores de la provincia.

Los fenómenos meteorológicos peligrosos tienen aquí una baja influencia y su magnitud es reducida. Como en toda la provincia, la afectación por frentes fríos es baja, pues a Holguín solo llegan la mitad de los que actúan sobre la Isla, presentándose débiles e incluso ya disipados. Las tormentas locales severas son poco frecuentes e inciden más hacia el interior de la provincia y en las montañas, debido a la cercanía de la costa y a la interposición de alturas situadas al sur. La afectación de los ciclones tropicales también es mínima, reportándose como mayor afectación el Flora (1963).

Vegetación:

La vegetación en sentido general es abundante, en algunas partes se aprecian bosques con árboles de baja talla y sotobosques con malezas espinosas, relativamente abundantes, donde se manifiesta hacia el norte y este con arbustos espinosos y

matorrales de poca altura, hacia el sur, este y oeste se observan áreas de potreros, plantaciones cañeras y otros cultivos menores. Las principales zonas boscosas se encuentran hacia la parte centro-Norte, donde abundan las Guásimas, el Cuyas, los Cedros, las Caobas y el Guarano.

Relieve:

En la región Banes predominan las llanuras y pequeñas elevaciones. Hacia la parte Norte y Oeste son abundante las ondulaciones que pertenecen al grupo orográfico de Maniabón. En el suelo de estas elevaciones existen muy pocas rocas desnudas. En realidad este lomerío se halla compuesto por dos series de lomas, una sobre la costa y otra interior, constituyendo ambos grupos elevaciones de poca altura.

En el centro y norte la topografía es ondulada con pequeñas elevaciones en algunos segmentos. Al oeste se encuentran las pequeñas cordilleras de Trocha, Santa Justa y la Cuchilla y parte de la Sierra de San Juan. Al sur la topografía es llana con pequeñas ondulaciones dispersas. Al norte se encuentran las lomas de Yaguajay.

Características económicas:

La base económica de Banes está estrechamente ligada a la industria, al turismo y la agricultura. El turismo alcanza una gran importancia con el polo turístico de la provincia, siendo el tercero a nivel nacional. Entre las principales playas se encuentra Guardalavaca y Esmeralda. Además como ruta turística se encuentra la ruta al Faro de Lucrecia. Esto proporciona una gran cantidad de empleos a los vecinos de la zona.

En el área de Río Seco se encuentra la empresa Jesús Menéndez, encargada de la producción de aceite esencial de limón, el cual es exportado hacia los mercados europeos. Produce además mermeladas y conservas para el consumo nacional y para el polo turístico.

Poseía un central azucarero, el Nicaragua, que en estos momentos se encuentra en proceso de reparación, manteniéndose en algunas áreas el cultivo de la caña, la cual se traslada hacia otros centrales de Báguanos.

1.2 Particularidades geológicas regionales y locales del área de estudio.

Introducción

Desde el punto de vista geológico el área se encuentra en los límites del Bloque Oriental, algo al Oeste de la Falla Cauto-Nipe. En sentido general el área no presenta grandes complejidades geológicas, aunque afloran rocas representativas de los diferentes eventos por los que atravesó el archipiélago cubano, durante el Mesozoico y el Cenozoico.

Trabajos Precedentes:

Las características geológicas del área, poco complejas en sentido general, así como la ausencia de recursos minerales de gran importancia económica, hacen que en el área no se hayan desarrollado importantes trabajos geológicos. Aunque las principales investigaciones han estado encaminadas al estudio de materiales para la construcción. Reportándose también, en algunos trabajos, rocas con posibles usos ornamentales y rocas fosfatadas, que pudieran ser utilizadas para la agricultura, así como algunos trabajos de prospección de petróleo y gas.

Desde el punto de vista geológico los primeros trabajos fueron desarrollados por geólogos norteamericanos en la búsqueda de oro (Dickerson, R. et al, 1931), motivado esto por la presencia de importantes yacimientos algo al este en Holguín.

Los primeros trabajos geofísicos (sísmica y gravimetría) fueron desarrollados por diferentes compañías norteamericanas con el objetivo de la búsqueda de petróleo y gas (West, J. 1956). Estos trabajos fueron acompañados por algunas perforaciones, de las cuales se encuentra una ubicada en el central Nicaragua, por la que en la actualidad todavía surge gas natural.

En 1963 una expedición soviética de sísmica marina trabajó en las zonas de costas, al norte de las provincias orientales (Bocien, V. et al, 1963), también orientado a la prospección de estructuras favorables para la acumulación de yacimientos gasopetrolíferos.

Entre 1972 y 1976 la brigada cubano-húngara efectuó el levantamiento geológico de la antigua provincia de oriente a escala 1:250 000, donde se reportaron la presencia de rocas fosfatadas en esta área, así como materiales para la construcción. Realizando luego la búsqueda detallada de rocas fosfatadas entre Guardalavaca y Banes (Veci-Viga, R et al 1986).

En 1983 se realizó un trabajo de exploración en el yacimiento de calizas Yaguajay para áridos de la construcción (Cruzata, J et al, 1983), las que fueron explotadas años posteriores.

En 1986 se realizaron otros Trabajos de Búsqueda Orientativa y Detallada de Calizas fosfatadas en Banes (Veci-Viga, R et al 1986), para estos trabajos se utilizaron métodos geofísicos (radiometría y magnetometría), los que fueron recogidos en un informe por la Empresa Geólogo Minera de Oriente.

En 1992 se desarrolló una Exploración Orientativa y Detallada para roca ornamental, para uso como revestimiento, este trabajo se desarrolló en el yacimiento Cabo Lucrecia.

En los años 1996 y 1997 el geólogo cubano Martínez, A. de la Empresa Geólogo Minera de Oriente desarrollo diferentes trabajos de prospección de cretas, los que fueron incluidos en su "Informe geológico de Prospección Detallada de Cretas Fustete", Banes.1997.

Geología de Banes:

Como se ha reflejado anteriormente la geología de la región no presenta grandes complejidades, sobre todo en su parte Este y Sur, en las que afloran rocas del estadio platafórmico. Hacia la parte Oeste y Norte se encuentran rocas pertenecientes al Cinturón Ofiolítico, las que se encuentran contactando tectónicamente con rocas del Arco Volcánico del Cretácico y rocas de las cuencas superpuestas. Estas características se observan en el mapa geológico de la región (Figura 1.2).

Ofiolitas septentrionales:

Las rocas de la secuencia ofiolítica están ampliamente distribuidas hacia el norte-Noroeste de la región de estudio, formando parte del Macizo Maniabón. El mismo presenta un desarrollo considerable del complejo ultramáfico. Se han reportado además pequeños afloramientos de gabros.

El complejo ultramáfico desde el punto de vista petrológico se caracteriza por un predominio de harzburgitas, y en menor grado dunitas.

Los cumulos de gabros forman pequeños. El contacto entre los gabros y el complejo ultramáfico generalmente es tectónico. Los principales tipos petrológicos descritos son: gabros olivínicos, gabronorita, gabros (Torres, 1987). El complejo de diques de

diabasas no esta representado, razón por la cual puede inferirse una expansión (spreading) lenta de la corteza oceánica.

Arco de islas volcánicas del Cretácico (Paleoarco).

Esta unidad se encuentra fundamentalmente hacia el NW, representada por las rocas de la formación Iberia, así como por aislados intrusivos de composición diorítica.

La Fm. Iberia.

(Cretácico Inferior Albiano a Cretácico Superior Cenomaniano), está compuesta fundamentalmente por materiales vulcanógeno-sedimentarios, litológicamente representado por lavas y diques, que forman cuerpos lenticulares de diversos tamaños (Nagy et. al., 1976 (otros)). Los cuerpos de lavas tienen espesores entre 3 y 40 m y son andesíticas, andesito-diabásicos y basálticos, mientras que los diques generalmente están formados por diabasas y basaltos. También dentro de la parte vulcanógena se encuentran rocas piroclásticas, representadas por tobas y aglomerados básicos y medios de color gris verdoso, así como lavas y brechas andesítico-basálticas. También se presentan conglomerados, areniscas, calizas y margas. Los conglomerados son de tonos grises y gris verdoso, con fragmentos subangulares y redondeados de tamaños entre 1 mm y 7 cm y cemento carbonatado. Las areniscas generalmente son tobáceas, de colores gris y gris verdoso, de grano medio a grueso y bien estratificadas por lo general, formando con los conglomerados intercalaciones entre 10 y 20 cm. Las calizas tobáceas son aporcelanadas y compactas, de colores gris claro y verdoso, en parte violáceas, formando intercalaciones lenticulares, generalmente bien estratificadas, que forman paquetes de estratos entre 5 y 10 m de espesor. La parte vulcanógena representa aproximadamente un 95% de la secuencia, mientras que el restante 5% está formado por las calizas, conglomerados, areniscas y margas. El espesor de esta formación oscila entre los 1000 y 1200m.

En la zona de contacto de estas rocas cretácicas con las ofiolitas, las mismas se encuentran deformadas, generalmente trituradas hasta brechas. En ocasiones los contactos coinciden con zonas muy fisuradas y foliadas, o con masas caóticas que contienen mezcla de bloques de ofiolitas y vulcanitas cretácicas.

Cuenca superpuesta:

La Fm. Tinajita.

(Cretácico Superior (Campaniano-Maestrichtiano Inferior), esta compuesta por calizas de diferentes variedades (Nagy et. al., 1976), entre las cuales se encuentran biodetríticas, olíticas, micríticas, biogénicas y silicificadas, mal estratificadas, con estratificación gruesa y más raramente con estratificación media. Las calizas silicificadas pueden llegar hasta silicitas y margas.

Por lo general las rocas son compactas, duras, relativamente pesadas y resistentes. En las zonas de fricción y de movimientos tectónicos tienen un color más oscuro. Las calizas sobre todo en las zonas tectonizadas están carsificadas y contienen cavernas bastante maduras, viejas, generalmente ya inactivas. En algunas partes ellas están rellenas con arcillas rojas, a veces pisoolíticas y arcillas carbonatadas.

Esta formación yace tectónicamente sobre la Fm. Iberia. La formación es relativamente poco potente, ya que su espesor máximo no sobrepasa los 50 m, oscilando en general entre 30 y 50 m.

La Fm. La Jíquima.

(Cretácico Superior (Campaniano-Maestrichtiano), esta representada por areniscas vulcanomícticas bien estratificadas, de grano fino a medio con intercalaciones de limolitas vulcanomícticas y argilitas bien estratificadas, a veces carbonatadas. El espesor de las capas de areniscas es variable (desde 1-2 cm hasta 30-40 cm), observándose con frecuencia estratificación gradacional.

Los buzamientos de las capas varían desde horizontal hasta vertical, generalmente son abruptos. Las capas tienen muchos espejos de fricción, es decir la formación generalmente está muy plegada y fracturada, lo que demuestra que forma parte del orógeno plegado.

Esta formación yace discordantemente sobre la Fm. Iberia, y a su vez está sobreyacida también discordantemente por las formaciones Camazán, Vigía y el olistostroma Haticos. Las rocas de esta unidad presentan un espesor de 300 m y se formaron en aguas de profundidad media, en un ambiente reductor que permitió la conservación de restos carbonizados de plantas.

El Paleógeno en esta Zona se encuentra cubriendo las rocas del Arco Volcánico Cretácico y su cobertura Campaniano-Maestrichtiano, así como sobre el melange ofiolítico. En esta

Zona se ubican las formaciones Haticos. Vigía y pequeños parchecitos de la formación Charco Redondo.

El Olistostroma Haticos.

(Paleoceno), comprende una potente secuencia olistostrómica formadas por sedimentos caóticos tectono-sedimentarios. Litológicamente se compone por brechas y conglomerados polimícticos con una matriz de areniscas, aleurolitas y limolitas de color pardo y gris. Las brechas y conglomerados a veces tienen lentes o intercalaciones de areniscas y aleurolitas flyshoides y molásicas de color pardo, pardo amarillentas con estratificación graduada. Presenta olistolitos de tamaños variables, van desde pocos metros hasta centenares y sus litologías son: ultramafitas serpentinizadas, gabro, gabro-diabasas. cuarcitas, calizas, areniscas, limolitas, basaltos, andesito-basaltos. tufitas y granodioritas. La parte superior de la unidad está constituida por conglomerados y brechas tobáceas, con intercalaciones de tobas riódacitas o dacíticas. Contiene escasos fósiles tales como *Morozovella velascoensis*, *M. aequa*. Miliólidos. Radiolarios y Equinoideos.

La Fm. Vigía.

(Paleoceno al Eoceno Medio), litológicamente está constituida por areniscas de grano grueso, medio a fino, aleurolitas con intercalaciones de tobas riódacíticas, tufitas y margas. Las areniscas están bien estratificadas, generalmente de colores variables y diferente granulometría.

Las tobas riódacíticas son de color variable, porosas, en muchas ocasiones se encuentran carbonatadas. Generalmente son vitrocrystaloclasticas a veces pumíticas. Las tufitas están frecuentemente silicificadas, carbonatadas o bentonizadas y bien estratificadas. Sus capas en la mayoría de los casos están muy plegadas y fracturadas.

Las margas están bien estratificadas, de color variado y muchas veces contienen radiolarios. Entre las capas de tobas riódacíticas, tufitas silicificadas y areniscas en algunos casos se observan capas bien estratificadas de diatomitas.

Yace transgresivamente sobre la Fm. Haticos y está cubierta con una discordancia angular por las formaciones Pedernales y Camazán.

La Fm. Charco Redondo.

(Eoceno Medio) representada por calizas de aguas poco profundas. Conteniendo calizas compactas, biodetríticas, fosilíferas, de color variable, con brechas frecuentes en la base y estratificación gruesa, que hacia el tope es fina. Su espesor varía entre 50-200 m.

Neoactóctono:

La Fm. Camazán .

(Oligoceno Superior-Mioceno Inferior), litológicamente se compone de calizas coralino-algáceas (biolititas), calizas biodetríticas a veces arcillosas, calcarenitas, calciruditas, limolitas calcáreas con intercalaciones de margas y arcillas, ocasionalmente yesíferas. Hacia la base de la formación se encuentran ocasionalmente conglomerados polimícticos, débilmente cementados, constituidos principalmente por clastos de diabasas, gabros y ultramafitas, los que se incluyen en el miembro Pedernales. El espesor de sus sedimentos oscila entre 440 y 800 m.

La Fm. Río Jagüeyes.

(Mioceno Inferior parte alta-Mioceno Superior parte baja). Se compone de limolitas, areniscas, gravelitas polimícticas de matriz arenácea a arcillosa con cemento carbonático escaso o ausente, y margas arcillosas y arenáceas, fosilíferas, alternando con calizas biodetríticas, calizas biohémicas, calcarenitas y arcillas. Las arcillas y limolitas pueden ser yesíferas. En todo el corte predominan los colores crema, grisáceo y carmelita. Yace concordantemente sobre la Fm. Camazán y discordantemente sobre las formaciones Bitirí y Vigía. Está cubierta concordantemente por la Fm. Júcaro y discordantemente por formaciones Jaimanitas y Cauto. El espesor de los sedimentos es de 150 m.

La Fm. Vázquez.

(Mioceno Inferior parte alta-Mioceno Medio) esta formada por una alternación de margas, limolitas calcáreas o arcillosas, lutitas y arcillas esmectíticas, arcillas arenáceas que en la parte occidental del área de distribución contienen intercalaciones finas y concreciones de magnesita, la cual puede presentarse también en estratos de 5 m y más; subordinadamente aparecen calizas biodetríticas arcillosas, calizas micríticas, calcilutitas poco consolidadas, calcarenitas, areniscas, pseudoconglomerados, conglomerados calcáreos y polimícticos,

constituidos estos por serpentinitas, gabros, cuarzo, vulcanitas y granitoides. Algunos horizontes son muy ricos en macrofósiles, principalmente moldes e impresiones de bivalvos. Ellos contienen también yeso, pirita, lignito. Colores variados: crema, amarillento, grisáceo, verdoso, rojizo y blancuzco. El espesor de sus sedimentos oscila entre 50 y 200 m.

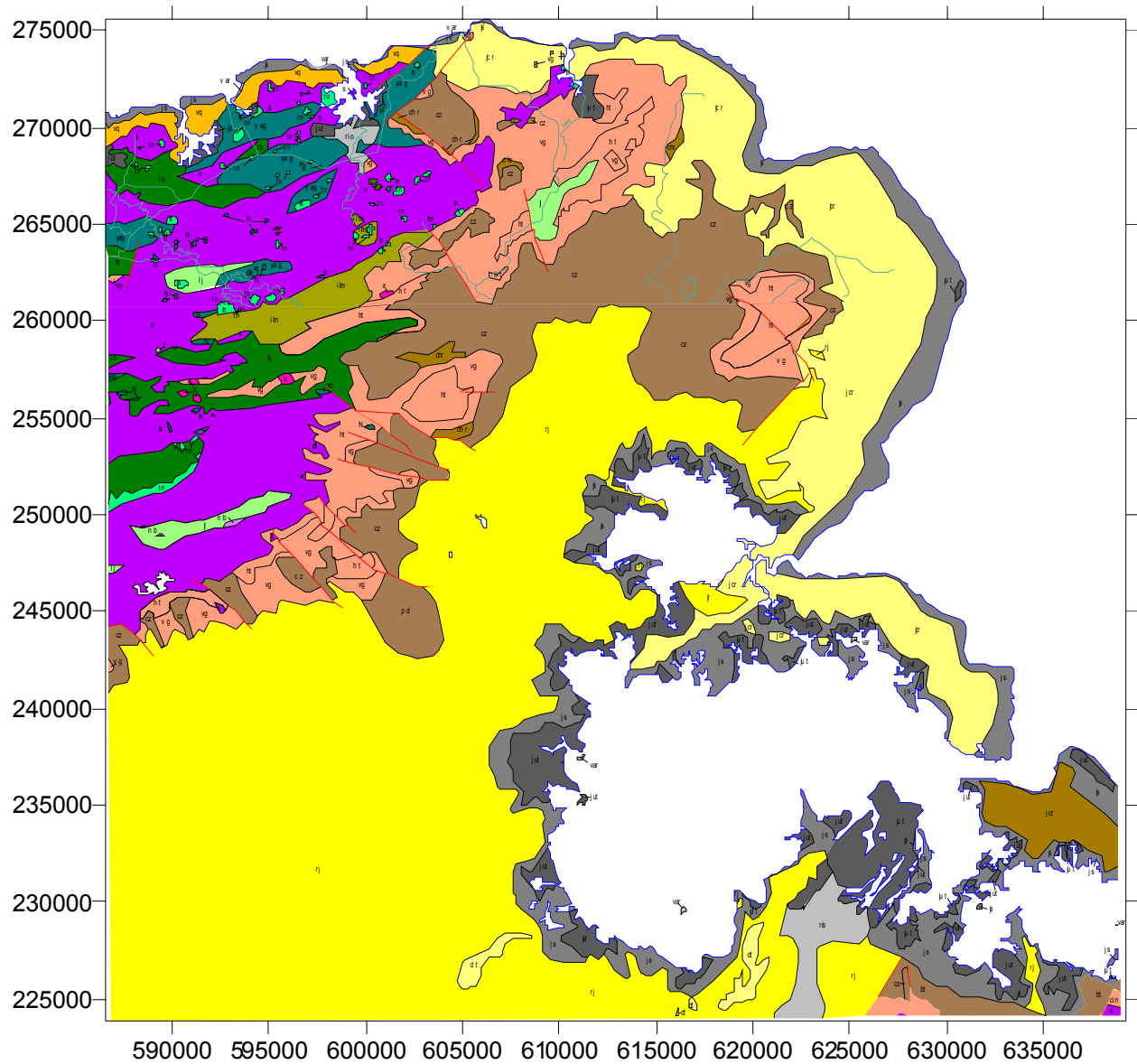
La Fm. Júcaro.

(Mioceno Superior-Plioceno Inferior) representada litológicamente por calizas, por lo general arcillosas, que se desagregan en pseudoconglomerados, calcarenitas, margas, limolitas a

veces por gravas polimícticas, arcillas yesíferas, localmente aparecen dolomitas. Contiene horizontes fosilíferos. Puede aparecer un conglomerado basal. Los colores son claros, amarillos y crema que por alteración pasan a rojo y violáceo. Yace discordantemente o con local concordancia sobre la Fm. Río Jagüeyes y discordantemente sobre las formaciones Camazán, Gibara, Sabaneta, Vigía, el Gr. Remedios y el olistostroma Rancho Bravo, cubriéndose discordantemente por la Fm. Jaimanitas. Los depósitos no sobrepasan los 42 m de espesor.

La Fm. Jaimanitas.

(Pleistoceno Superior) está formada por calizas biodetríticas masivas, generalmente carsificadas, muy fosilífera conteniendo principalmente conchas bien preservadas, corales de especies actuales y ocasionalmente biohémicas. Las bolsas cársicas se encuentran rellenas por una fina mezcla carbonato-arcillosa ferruginosa de color rojo ladrillo. Pasa a calcarenita masivas o finamente estratificadas y a veces contiene intercalaciones de margas. La cementación es variable, la coloración predominante es blancuzca amarillenta. El espesor de sus sedimentos probablemente excede de los 10 m.



Escala 1:100 000

1cm-1000m

Figura 1.2 Mapa geológico del área de Banes (modificado del Mapa 1:100000 del IGP, 2004).

LEYENDA

	Q_4js	Formación Jaimanitas: Calizas biotécnicas, calcificadas, fosilíferas con conchas bien preservadas.
	$N_1^3N_{jor}^2$	Formación Júcaro: Calizas arcillosas, calcarenitas, margas, limolitas, arcillas yesíferas y dolomitas.
	$N_1^1N_{ij}^2$	Formación Río Jagüeyes: Times New Roman [b][i][o][c][p]18; \H188; \F italic.shx; \H250; Limolitas, areniscas, gravillas, margas, calizas, calcarenitas y arcillas.
	$N_1^1N_{vq}^2$	Formación Vázquez: Times New Roman [b][i][o][c][p]18; \H188; \F italic.shx; \H250; Alternancia de margas, limolitas, argilitas y arcillas.
	$P_3N_{cz}^1$	Formación Camazán: Calizas biotécnicas, calcarenitas, calciruditas, limolitas con intercalaciones de margas y arcillas.
	P_2^{chr}	\C256; Formación Charco Redondo: Calizas compactas orgánicas, fosilíferas, de color variable.
	$P_1^2P_{vg}$	\C256; Formación Vigía: Areniscas, limolitas con intercalaciones de tobos rodacíticas, tufitas, margas y arcillas.
	$P_1^2P_{it}$	\C256; Olistostroma Hatco (unidad informal): Secuencia olistostromática constituida por brechas y conglomerados polimícticos.
	K_2^{tn}	Formación Tinajas: Calizas biotécnicas, biógenas, calcíticas y silicificadas que pueden llegar hasta silicitas y margas.
	K_2^{lj}	Formación La Jiquilma: Areniscas volcánicas, bien estratificadas con intercalaciones de limolitas y argilitas bien estratificadas, a veces carbonatadas.
	K_1^{kb}	Formación Iberia: Lavas, diques básicos, toba-aglomerados, lavobrecas, conglomerados, areniscas, calizas y margas.
	x	Datitas
	n	gabros
	s	serpentinitas

OTROS SIMBOLOS

	Contatos concordantes
	Contatos discordantes
	Fallas, límites tectónicos y contactos intrusivos (ver Nota)

Figura 1.3 Leyenda del mapa geológico del área de Banes (tomada del Mapa 1:100000 del IGP, 2004)

CAPÍTULO II: GENERALIDADES SOBRE LAS ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES, SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO SOSTENIBLE Y LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO. METODOLOGÍA DE LOS TRABAJOS.

2.1 Ideas básicas sobre rocas y minerales industriales.

2.2 Las rocas y minerales industriales y el desarrollo sostenible.

2.3 Las rocas y minerales industriales y la ordenación del territorio.

2.4 Propuestas de nuevas concepciones para la valoración de las rocas y minerales industriales en nuestro país en función del desarrollo local sostenible.

2.5 Metodología y volumen de los trabajos realizados.

En este capítulo se realizará una generalización de las Rocas y Minerales Industriales en función del desarrollo sostenible y ordenación del territorio de modo que la persona que lea el mismo sea capaz de tener una idea básica de sus características fundamentales. Luego se expone la metodología de los trabajos seguida en la realización de la investigación que nos compete.

2.1 Ideas básicas sobre rocas y minerales industriales.

Según Calvo et al 2000, se denomina rocas y minerales industriales (RMI) a los materiales naturales (y, en contadas ocasiones, residuos de la industria o de la construcción) que se emplean en la actividad humana, no para obtener metales o energía, sino por sus propiedades físicas, químicas u ornamentales, puestas de manifiesto en el mineral o roca tal como se obtiene o tras una transformación no metalúrgica.

Habitualmente se distingue entre minerales metálicos o menas, recursos energéticos, y rocas y minerales industriales. Los primeros fueron la base del desarrollo industrial en el siglo XIX y prolongaron su vida en el XX, pues mediante su explotación y tratamiento metalúrgico se obtienen (salvando los metales reciclados, de importancia creciente) la totalidad de los metales usados en la

industria y en la construcción. Los recursos energéticos han sido y siguen siendo los grandes protagonistas del siglo pasado y el actual, porque el desarrollo exige enormes cantidades de energía. Las rocas y minerales industriales serán, según Kuzvart (1984) "las materias primas típicas de la segunda revolución industrial, las materias primas del tercer milenio". Esta afirmación, que puede parecer exagerada, tiene sentido si se considera que los minerales industriales son imprescindibles en la obtención de muchos productos de alta demanda en la sociedad post-industrial: plásticos, fibra óptica, pegamentos, aislantes, productos químicos y farmacéuticos, fertilizantes, abrasivos, lubricantes, componentes electrónicos, materiales de altas prestaciones, etc. Y todo ello sin considerar los enormes volúmenes de materias primas que demanda la construcción y que, debido al aumento de población y al desarrollo del nivel de vida previsibles, habrán de multiplicarse en las próximas décadas.

No existen límites precisos para la clasificación de las rocas y minerales industriales, debido al hecho de que muchos minerales (cromita, rutilo, ilmenita, hematita, circón) tienen usos metalúrgicos y no metalúrgicos, a la posible inclusión o no de los materiales de construcción y del amplio grupo de las gemas, etc. También existe polémica sobre si el término rocas y minerales industriales es asimilable al de minerales no metálicos. Una clasificación posible, debida a Kuzvart (1984), es la que considera rocas y minerales industriales:

- a) Las materias primas que se emplean en la industria en su forma mineral, tras diversos tratamientos (por ejemplo, talco, asbestos, diamante, etc) o en forma de roca (diatomita, bentonita, ocre).
- b) Las materias primas que son fuente de elementos no metálicos (Pirita como mena de azufre, fluorita como mena de flúor, apatito como mena de fósforo, etc.) o que sirven para la fabricación de compuestos simples (boratos para la fabricación de ácido bórico...).
- c) Las materias primas de aspecto no metálico de las que se obtienen metales o sus compuestos (berilo como mena de berilio, magnesita como mena de magnesio, espodumena como mena de litio).
- d) Los materiales de construcción (arcilla, arena, grava, granito, mármol, materia prima para la fabricación de cementos).

El Banco Mundial (Noestaller, 1987), ha definido a las Rocas y Minerales Industriales como minerales no metálicos e inorgánicos, extraídos y procesados para su aplicación

industrial final; rocas y materiales consolidados e inconsolidados (por ejemplo, arena, grava, piedra ornamental, etc.) y productos manufacturados, como son el cemento y los refractarios.

La revista Industrial Minerals, 1990 clasifican a las Rocas y Minerales Industriales en tres grupos económicos:

1. Materiales de bajo precio – gran volumen, tales como la arena, grava y materiales de la construcción. Estos tipos de materiales se caracterizan por sus propiedades físicas, ya que sus propiedades químicas no son modificadas, generalmente se localizan cerca de las fuentes de consumo.

2. Materiales de medio- alto precio con gran volumen, como la sal, azufre y el potasio, utilizados principalmente en las industrias químicas y de fertilizantes, ya que a partir de los mismos pueden ser modificados químicamente, para formar otros productos, ó bien , por sus propiedades químicas y su facilidad de reaccionar con otros productos.

3 .Materiales de alto precio y bajo volumen, tales como los boratos, arcillas para la industria papelera, minerales de titanio, cuarzo para la industria electrónica, piedras preciosas, etc. La mayor parte se aplica directamente, ó se añade como relleno, colorantes, así como por sus propiedades adhesivas. Estos minerales, son utilizados en mayor porcentaje en países industrializados y su comercialización es frecuentemente a nivel internacional.

La clasificación de las Rocas y Minerales Industriales tiene varias implicaciones: una de ellas es que cuando se traten de agrupar o definirlas, se deben considerar con cierta flexibilidad, en contraste con los yacimientos metálicos, cuyas clasificaciones son por lo general bien definidas.

En cuanto a las Rocas y Minerales Industriales 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 las mismas, por ejemplo: en arcillas o bien en agregados, etc. (Almaguer, 1993).

Una enumeración convencional (alfabética) de los minerales y rocas industriales más usados en la industria puede ser la siguiente (Calvo et al 2000):

MINERALES INDUSTRIALES:

Andalucita (+ sillimanita + distena), asbestos (anfíboles, crisotilo), apatito, azufre, barita, berilo, boratos, caolín, celestina (y estroncianita), circón, corindón (y esmeril), cuarzo, diamante, espodumena (y otros minerales de Li), feldespatos, fluorina, gemas, grafito, granates,

Magnesita, mica y vermiculita, monacita (y otros minerales de tierras raras), nitratos, olivino, pirita, pirolusita (y otros minerales de Mn), rutilo (y otros minerales de Ti), talco, thenardita (y glauberita), wollastonita, zeolitas.

ROCAS INDUSTRIALES:

Arcillas cerámicas, arcillas especiales (sepiolita, attapulgita, bentonita), bauxita y laterita alumínica, basalto, caliza, cuarcita, diatomita, dolomita, fosfatos (fosforita), granito, margas, mármol, perlita, pizarra, pórfido, pumita, sal, sales potásicas y yeso.

Según Martínez et al, 2000 para nuestro país, las principales RMI son las siguientes:

Arcillas rojas, bentonitas, caolín, ocre, paligorskita, arcillas caoliniticas-gibbsíticas, arenas polimícticas y carbonatadas, arenas cuarzosas, asbesto, asfaltita, barita, grafito, mica, cianita, calcedonia, ópalo, granate, jadeita, calizas y calizas dolomíticas, dolomita y dolomita calcárea, magnesita, mármol, roca feldespática, fosforitas, calizas fosfáticas, granitoides, gabros y troctolitas, andesitas, basalto, dacita, diabasa, dunitas, cuarcita, cuarzo, silicita, vidrio volcánico, sal gema, yeso, serpentinita, anfíbolita, cromita, talco, zeolitas, turba, wollastonita.

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 y pizarras, asbestos, sepiolita, 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:

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.

Una clasificación, necesariamente simplificada, de las Rocas y Minerales Industriales y sus yacimientos más comunes, es la siguiente (Calvo et al 2000):

- **Yacimientos magmáticos:** Diamante, olivino, apatito, feldespatos, piedra natural para la construcción.
- **Yacimientos pegmatíticos:** Feldespato, cuarzo, monacita, berilo, criolita, coscovita, gemas.

- **Yacimientos metasomáticos de contacto (tipo skarn):** Berilo, crisoberilo, fenaquita, minerales de boro, grafito, crisotilo, talco, granates.
- **Carbonatitas:** Flogopita, apatito, vermiculita.
- **Yacimientos hidrotermales:** Apatito, flogopita, cuarzo, fluorita, baritina, witherita, caolín, serpentina.
- **Depósitos de sublimación:** Azufre, sassolita.
- **Yacimientos metamórficos:** Grafito, esmeril, gemas, andalucita, sillimanita, cianita, mármoles, pizarras.
- **Yacimientos residuales:** Caolín, lateritas, bauxitas, halloysita, bentonita, ocre, magnesita, zeolita, vermiculita, alumbres.
- **Yacimientos aluviales, coluviales y eluviales:** Diamante, gemas, granate, cromita, andalucita, monacita, feldespato, cuarzo, arenas, gravas, arcillas.
- **Yacimientos sedimentarios biogénicos o bioquímicos:** Guano, diatomita, azufre, pirita, fosfatos, dolomita, caliza, nitratos.
- **Yacimientos evaporíticos:** Sal gema, sales potásicas, yeso, magnesita, boratos, sales de litio, thenardita, glauberita, carbonato de calcio.

La clasificación anterior no esclarece la ubicación de la pumita o piedra pómez, de la misma manera que no tiene en cuenta a las rocas vulcanógenas sedimentarias por lo cual consideramos que esta clasificación no es totalmente completa. El caso de la Zeolita en cuanto a su ubicación genética no es adecuado, lo cual se corrobora con la clasificación para nuestro país que se expone más adelante.

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 es la siguiente: (Tabla 1.1).

Usos y aplicaciones de las rocas y minerales industriales.

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 1.2)

2.2 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.

Tabla 1.1. Clasificación genética de las RMI en Cuba.

				<u>MATERIAS PRIMAS</u>
TIPO GENÉTICO				
EXÓGENO	METEORIZACIÓN	<u>Residual</u>		Arcilla, Caolín, Magnesita, Calcedonia, Ópalo, ocre, Arena polimíctica, Roca fosfórica.
		<u>Clásticos</u>		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.
	ENDOGENO	Vulcanógeno sedimentario		

	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 crisotílico
Metamorfogénico			Granate, Mármol, Cuarcita, Grafito, Cienita, Asbesto anfibólico, Jadeita, Serpentinita antigorítica, Anfibolita

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 equita-

tiva 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.

Tabla 1.2 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	Mármol, 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.
<i>Vidrio, óptica y electrónica</i>	Industrias del Vidrio	Arena cuarcífera, Dolomita, Cuarzo, Cuarcita
	Industria de la Electrónica	Cuarzo, Mica
<i>Agricultura y agropecuaria</i>	Mejoramiento de Suelos	Caliza, Caliza fosfatizada, Turba
	Fertilizantes	Dolomita, Roca fosfórica, Magnesita
	Aditivos en alimentación animal	Toba zeolítica, Magnesita, Caliza
<i>Industrias varias</i>	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

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 canto, 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 "sostenibilidad" 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.
- En los costos de explotación influyen factores de todo tipo, pero tienen singular importancia los políticos. Los costes 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 materia 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 procesos y materiales, que debe tomarse muy en serio, pero sin caer en rigideces típicas de países desarrollados.
- La normalización de productos, como garantía de dicha calidad.
- La legislación, que muchas veces es un obstáculo importante para el desarrollo.

2.3 Las rocas y minerales industriales y la ordenación del territorio.

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).

El caso de la minería ciertamente es especial ya que si después de la extracción de los recursos no existe una restauración o uso posterior, los terrenos abandonados quedan en una situación de importante degradación. Por tanto, el abandono de estas áreas se debe efectuar de una forma juiciosa y responsable, de manera que los terrenos

afectados vuelvan a ser útiles para un determinado uso, sin perjudicar al medio ambiente.

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 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.
- Análisis de 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).

2.4 Propuesta de nuevas concepciones para la valoración de las rocas y minerales industriales en nuestro país en función del desarrollo local sostenible.

Es parte de la intención de este trabajo dar un primer 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:

1. 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.

2. 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 2.3, 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 el municipio 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 del Municipio Banes hemos obtenido resultados de mayor relevancia luego de la valoración de sus recursos minerales en las siguientes materias primas.

1. Calizas
2. Tobas vitroclásticas.
3. Lajas
4. Rocas ornamentales tipo "Jaimanitas"
5. Cretas

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 sistema que lograría potenciar el conocimiento de los recursos minerales de los territorios en función de su propio desarrollo.

Algunos elementos preliminares que consideramos que forman parte de este sistema serían:

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

Como aspectos imprescindibles que se requieren para fundamentar y lograr el argumento e implementación del sistema se propone:

1. Lograr una labor de divulgación y capacitación entre las autoridades de los territorios sobre el objetivo y resultado de la aplicación de este sistema (Gobierno, empresas, organizaciones políticas y de masas, etc).
2. Gestionar proyectos por todas las vías posibles que permitan lograr el aseguramiento material y financiero requerido (CITMA, PNCT , PTCT, PRCT).
3. Lograr que un especialista en geociencias rectoree en cada territorio este sistema 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.
4. 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 sistema de valoración de los recursos minerales puede traer resultados importantes a las comunidades en varias direcciones:

1. Incremento de la producción de materiales de construcción para diferentes fines, especialmente viviendas y otras obras sociales.
2. Mejoramiento de suelos en la agricultura y la alimentación animal para impulsar la producción de alimentos (materias primas agronómicas).
3. Creación de nuevas fuentes de empleo en los municipios a partir de las nuevas producciones, la mayor parte artesanales.

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.

2.5 Metodología y volumen de los trabajos realizados.

Introducción.

En el presente acápite se hace una descripción detallada de la metodología empleada durante el estudio de los recursos no metálicos en la región de Banes, se ofrecen datos acerca del volumen de trabajos realizados y las técnicas empleadas durante el desarrollo de la investigación.

La investigación se llevo a cabo en tres etapas, según el siguiente orden:

- ***Recopilación y procesamiento de la información preexistente.***
- ***Trabajos de campo.***
- ***Trabajos de laboratorio.***
- ***Digitalización de cartas topográficas y obtención del MDT.***

A continuación se hará una descripción detallada de los trabajos realizados y los procedimientos empleados en cada una de estas etapas.

Recopilación de la información.

Esta etapa se desarrollo completamente en el Centro de Información del ISMM mediante la utilización de la base de datos con que cuenta dicho centro y el empleo de su biblioteca virtual insertada en su página web <http://www.ismm.edu.cu>. Luego de desarrollada la búsqueda se procedió al procesamiento de los datos disponibles y a la interpretación de los resultados obtenidos, llevándose esta última a formato digital como parte de la memoria escrita de la investigación y como documentos gráficos (mapa de ubicación geográfica, mapa geológico del área de Banes y otros), también incluidos en el trabajo.

Con la finalidad de obtener la mayor información posible se realizó una intensa revisión bibliográfica de artículos científicos, trabajos de diplomas, revistas, y otros documentos relacionados con la temática abordada en la investigación, disponibles en el centro de información del ISMM (mapas geológicos, mapas topográficos, etc.). Esta revisión bibliográfica fue apoyada por la correspondiente búsqueda en sitios web de la INTERNET especializados en la temática, lo que contribuyó significativamente al enriquecimiento de la información con datos actualizados.

Trabajos de campo.

Los trabajos de campo encaminados a la obtención de la información geológica básica se desarrollaron durante varias campañas en las que se efectuaron recorridos de reconocimiento geológico y se documentaron y muestrearon los afloramientos de las rocas de interés. Durante estos recorridos se tomaron muestras de Tobas vitroclásticas, en la zona de Flores, Calizas porosas en la localidad de Los Ángeles, Calizas conchíferas (tipo Jaimanita) en Lucrecia, y las Cretas en el poblado de Fustete (Figura. 2.1). Las muestras tomadas eran lo suficientemente frescas para los estudios de laboratorio posteriores que incluyen análisis mineralógicos y de propiedades físico mecánicas de las muestras, fundamentalmente para las Tobas vitroclásticas y la Caliza porosa que son de mayor interés y no contar con anterioridad con ningún tipo de estudio.

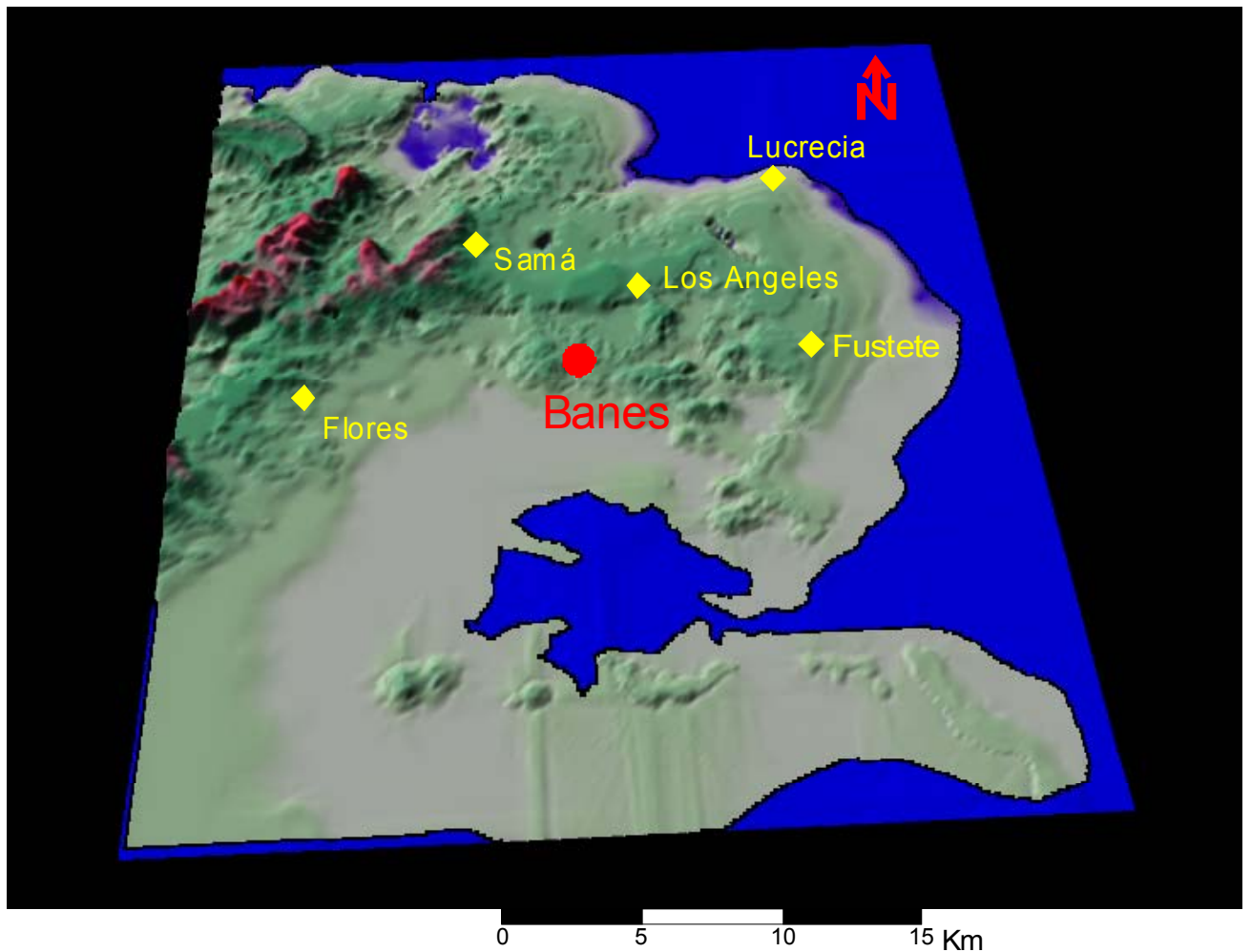


Figura 2.1 Mapa de ubicación de las principales localidades estudiadas.

Trabajos de laboratorio.

Los trabajos de laboratorio se orientaron en dos direcciones fundamentales: una primera en la obtención de la composición química y mineralógica de determinadas muestras recolectadas y una segunda en el análisis de propiedades físico mecánicas de las rocas estudiadas. Entre los análisis realizados tenemos: determinación de la resistencia a la compresión de las Calizas porosas, índice de resblandecimiento y porcentaje de absorción. Además se determinaron las fases minerales principales, porcentaje de absorción y propiedades físico mecánicas de mezclas para morteros preparados a partir de las tobas vitroclásticas, para ser probadas como áridos ligeros.

Análisis de difracción de rayos x

Este método de identificación cualitativa de compuestos cristalinos puede proporcionarnos datos que serían difíciles o imposibles de obtener a partir del empleo de otros métodos con igual fin. En el desarrollo de este trabajo se utilizó la difracción de los rayos x para determinar la posible presencia de una o varias fases minerales en las muestras tomadas en el área de estudio.

Para la realización de los análisis se fijaron las condiciones de registro siguientes en el difractómetro HZG-4 de fabricación alemana, instalado en el ISMM:

- Tipo de radiación, CoK_{α} ,
- Voltaje = 40k_v, Amperaje = 30 mA
- Rango angular de medición (2θ) de 8 a 80
- Hendiduras :de divergencia = 0,79; del detector = 0,79 mm
- Velocidad de goniómetro = 2°/minuto
- Porta muestra de aluminio.

Se le realizaron análisis de difracción de rayos x a las muestras de Calizas porosas y tobas vitroclásticas de Banes con el objetivo de obtener la composición mineralógica de las mismas.

Determinación de las propiedades Físico-Mecánicas.

Para determinar el porcentaje de absorción:

Se cortaron las muestras de Calizas y Toba vitroclástica en cubos con dimensiones de 5x 5x 5 cm., se secaron en la estufa para obtener sus pesos secos y se colocaron en un recipiente con agua por un período de 24 horas, transcurrido este tiempo se pesaron en la balanza (Owa Labor de fabricación alemana) y se obtuvieron sus pesos saturados de agua. Posteriormente con los pesos secos y saturados se procedió al cálculo de la Absorción de agua mediante la ecuación siguiente:

$$\text{Abs} = (\text{Psat} - \text{Pseco}) / \text{Pseco} \times 100$$

Donde:

Abs: Absorción de agua (expresada en %).

Psat: Peso de la muestra saturado (g).

Pseco: Peso de la muestra seca (g).

Las muestras de tobas vitroclásticas fueron trituradas y tamizadas en el laboratorio de preparación de muestras de la planta de beneficio de la Facultad de Metalurgia Electromecánica del ISMM. Estas fueron utilizadas, según diferentes mezclas con las arenas de Sagua de Tánamo (S.T.) que son utilizadas por la ECI-3 de Moa en la construcción.

Estas mezclas se hicieron en cinco proporciones, las cuales fueron utilizadas en la confección de morteros, con dimensiones de 16 X4 X4 cm.

- ✓ Primera : 100 % toba vitroclástica
- ✓ Segunda: 75 % toba vitroclástica y 25 % arena S. T..
- ✓ Tercera: 50 % toba vitroclástica y 50 % arena S. T.
- ✓ Cuarta: 25 % toba vitroclástica y 75 % arena S. T.
- ✓ Quinta: 100 % arena S. T.

Luego de preparados los morteros fueron sumergidos en agua durante 7 días, como establecen las normas cubanas. Posteriormente sometidas a una prensa de ensayo a morteros de 10 t, en el laboratorio de la ECRIN de Moa.

Los resultados de resistencia a flexión y compresión de estos morteros se obtuvieron luego de ser procesados los datos en el Excel con fórmulas adjuntas al software en el laboratorio de la ECRIN.

Las muestras de Calizas y Tobas vitroclásticas fueron cortadas en el laboratorio de preparación de muestras del departamento de Geología del instituto. Los cubos de Caliza y Toba vitroclástica obtenidos fueron de 5X 5X 5 cm. Luego estos cubos fueron llevados al laboratorio de mecánicas de roca del departamento de Minería del instituto.

En este laboratorio se le calculó la resistencia a la compresión a través de la siguiente ecuación:

$$R_c = P_{\text{máx}} / F_o$$

Donde:

R_c , es la resistencia a la compresión de la muestra.

$P_{\text{máx}}$, es la carga a la que fue sometida la muestra en el momento de su destrucción.

F_o , es el área del cubo con dimensiones 5x 5x 5 cm.

Digitalización de cartas topográficas y obtención del MDT.

Durante los trabajos de laboratorio se obtuvo el MDT del área de trabajo, el cual se realizó para una mejor ubicación de los puntos de muestreo así como la dirección de los

trabajos de campo. Existen varios procedimientos para la obtención de los datos necesarios para crear un MDT, nosotros utilizamos la digitalización directa de cartas topográficas, ya que es la más factible para el propósito de nuestro trabajo. Se emplearon cartas topográficas a escala 1: 50 000, del año 1984 publicadas por el Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía. Estas se georreferenciaron y se les realizó una corrección polinómica para rectificar las deformaciones existentes en el papel y la declinación magnética. Se emplearon coordenadas planas del sistema Cuba Sur.

Se realizó una digitalización de tipo vectorial manual y una posterior corrección de errores de digitalización. El software utilizado fue AutoCad Map® 2000 de Autodesk, Inc para digitalizar las isolíneas vectorizadas. Los vectores obtenidos fueron exportados a formato *.dxf (drawing interchange format).

Para la obtención del GRID se transformaron las polilíneas de los DXF en puntos formados por los nodos de estas, estos puntos contienen información de sus coordenadas y la altura hipsométrica y fueron salvado en un fichero de datos con formato ASCII.

Con el software Surfer® 8.0 de la Goleen Software se generó el GRID correspondiente al MDT. El método de interpolación fue el inverso al cuadrado de la distancia, empleado como interpolador exacto. Las unidades de medida empleadas fueron los metros.

Capítulo III: CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE LAS MATERIAS PRIMAS EVALUADAS COMO MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y RECOMENDACIONES SOBRE LAS PRODUCCIONES A ACOMETER.

3.1 Introducción

3.2 Caracterización geológica de las materias primas evaluadas como materiales de construcción y recomendaciones sobre las producciones a acometer.

3.2.1 Caliza porosa.

3.2.2 Tobas vitroclásticas.

3.2.3 Cretas.

3.2.4 Calizas conchíferas (tipo Jaimanitas).

3.2.5 Lajas.

3.1 Introducción.

Los resultados que se presentan en este capítulo representan un aporte al conocimiento de las características de las diferentes materias primas minerales no metálicas para la construcción presentes en el municipio de Banes, provincia de Holguín. Estos resultados contribuirán al esclarecimiento de algunos aspectos relacionados con las propiedades físico-mecánicas y mineralógicas de estas rocas estudiadas, además servirán de patrón para dar solución de forma inmediata a una serie de problemáticas desde el punto de vista constructivo. Estos resultados forman parte de los trabajos iniciales de estudio de estos materiales, los que se continuarán estudiando en futuros proyectos que serán desarrollados por profesores y estudiantes del Departamento de Geología de la Facultad de Geología y Minería del ISMM de Moa.

La metodología empleada para dar cumplimiento a los objetivos planteados en este trabajo está en correspondencia con las utilizadas a nivel mundial, incluyendo las técnicas que se le aplican a estos materiales para su estudio. Además nos planteamos contribuir a desarrollar una metodología para futuros trabajos que se desarrollen con estos fines.

A continuación se procederá a la descripción de los aspectos más relevantes de la investigación realizada, resultado de un minucioso y arduo análisis bibliográfico, trabajos de campo, preparación de muestras y análisis de laboratorio.

3.2 Caracterización geológica de las materias primas evaluadas como materiales de construcción y recomendaciones sobre las producciones a acometer.

3.2.1 Caliza porosa.

Las calizas estudiadas son de color blanco, porosas, de mediana densidad, se tomaron de un afloramiento y de un túnel donde no se observaba estratificación, con una potencia de aproximadamente 40 m en el afloramiento y unos 10 m visibles en el túnel. Las muestras fueron tomadas en la localidad de Los Ángeles, las mismas pertenecen a la FM. Jagüeyes. Estas nos resultaron de mayor interés porque en el área los pobladores la utilizaban para la elaboración de ladrillos para ser empleados en la fabricación de cisternas y algunas paredes de casas. Estos pobladores utilizaban objetos rústicos de corte para darle la forma requerida.

A esta Caliza le atribuimos el nombre de Caliza porosa teniendo en cuenta el ambiente de formación según comunicación oral de (Dr. Quintas Caballero F, 2005).

A las muestras de esta roca se les efectuó análisis instrumental de rayos-x, para determinar las fases minerales presentes en ellas, estos resultados arrojaron la existencia de la calcita como fase principal, no pudiendo determinarse la existencia de fases minerales secundarias. (Ver Anexo 1.)

A estas muestras se les realizó estudios de absorción (Tabla 3.1) y resistencia a la compresión (Tabla 3.2), para ser comparadas con otras Calizas que se emplean con fines semejantes, para lo cual la hemos estudiado. Uno de los ejemplos más difundidos en estos momentos son las Calizas blandas de Matanzas de Loma de Xenos. Además tuvimos en cuenta las exigencias de evaluación de todas las Calizas blandas de Matanzas (tabla 3.3 y 3.4).

De los resultados de porcentaje de absorción (Tabla 3.1), de las calizas porosas de Banes observamos que los valores se encuentran entre 23,6 y 24,32 %, además de que la muestra aumenta su peso cuando se encuentra saturada, esto se debe a la capacidad de absorción de la roca, lo que nos da una idea de su porosidad. Estos valores de porcentaje de absorción de las Calizas en estudio nos indican que teniendo en cuenta los valores promedios del porcentaje de absorción de las Calizas de Loma de Xenos, Matanzas que oscilan entre 17 y 40.43% tienen posibilidades de usos como piedra de cantería (cantos) en calidad de elementos de pared.

Tabla 3.1: Resultados de la Absorción (Caliza Banes).

Muestras	Pseco(g)	Psat(g)	Abs (%)
A	74	92	24.32
B	72	89	23.61
C	76	94	23.6

Variables de la Tabla 3.1:

P seco: peso de la muestra seca.

Psat: peso de la muestra saturada.

Abs. %: porciento de absorción.

De los resultados de la resistencia a la compresión (Tabla 3.2), observamos que los mismos se encuentran entre valores de 38,4 y 60 Kgf/cm² en estado seco y entre 23.2 y 42.4 Kgf/cm² saturada. En ella vemos también que la resistencia a la compresión disminuye en las rocas cuando están saturadas, así como la carga máxima de la muestra en el momento de su destrucción. Estos valores nos indican que teniendo en cuenta los valores promedios de resistencia a la compresión de la Caliza blanda Loma de Xenes Matanzas que oscilan entre 51.02-79.74 Kgf/cm², las Calizas implicadas en el estudio, también tienen posibilidades de usos como piedra de cantería en calidad de elementos de pared, de la misma manera que son empleadas las Calizas de Matanzas.

Tabla 3.2: Resultados de la resistencia a la compresión de la Caliza porosa de Banes.

Muestra.	Pmáx.Sec. (Kgf)	Fo(cm ²)	Rc.Sec. (Kgf/cm ²)	Pmáx.Sat. (Kgf/cm ²)	Rc.Sat. (Kgf/cm ²)
A	1460	25	58.4	800	32
B	1500	25	60	1060	42.4
C	1200	25	48	900	36
D	960	25	38.4	680	23.2

Nota: Las muestras A, B, C y D constan cada una de un duplicado, a las que se le realizaron los ensayos de Rc. Sec. y Rc. Sat.

Variables de la Tabla 3.2.

Pmáx.Sec.(Kgf): Carga máxima de la muestra seca en el momento de su destrucción.

Fo(cm²): Área de la muestra en forma de cubo.

Rc.Sec.(Kgf/cm²): Resistencia a la compresión de la muestra seca.

Pmáx.Sat.(Kgf/cm²): Carga máxima de la muestra saturada en el momento de su destrucción.

Rc.Sat.(Kgf/cm²): Resistencia a la compresión de la muestra saturada.

Tomando como referencia y además, de modo comparativo con los valores de resistencia a la compresión de las exigencias principales de evaluación de las Calizas blandas Matanzas expuestas en las tablas 3.3 y 3.4 podemos decir que las Calizas sometidas a nuestro estudio presentan valores de resistencia a la compresión que se encuentran en una parte de los rangos de estas exigencias por lo que estas pueden ser incluidas, es decir existen valores admisibles para lo cual se proponen.

Exigencias principales de evaluación. (Caliza blanda Matanzas, según Carrazana, A. O, 1990).

Los bloques grandes con tamaños no menores de 0.1m^3 de piedra natural dependiendo del límite de la resistencia a la compresión se separan por marcas según se muestra en la tabla 3.3

Tabla 3.3 Marcas de resistencia a la compresión para bloques (Caliza blanda Matanzas).

Nombre de los bloques de piedra natural.	Marca de los bloques por resistencia a la compresión	Límite de resistencia a la compresión en Kg/cm^2	
		No menor de promedio	Mínimo de una muestra
Bloques de Calizas.	25	25	15
	35	35	25
	50	50	35
	75	75	50
	100	100	75
	125	125	100
	150	150	125

Los ladrillos de Caliza, dependiendo del límite de resistencia a la compresión se separan por las marcas que se muestran en la tabla 3.4.

Tabla 3.4 Marcas de resistencia a la compresión para ladrillos (Caliza blanda Matanzas).

Marca de los ladrillos de Caliza.	Límite de resistencia a la compresión en Kg/cm^2	
	Φ no menor	Mínimo para una muestra.
4	4	3
7	7	4
10	10	7
15	15	10
25	25	15

Usos propuestos para las Calizas:

Según el análisis efectuado anteriormente proponemos que estas calizas sean utilizadas como piedra de cantería en calidad de elementos de pared y teniendo en cuenta el análisis de las exigencias a evaluar la proponemos como bloque de pared si los valores de resistencia a la compresión se mantienen promediando aproximadamente entre 50 y 60 Kg/cm². Si estos valores se van muy por debajo de esta marca entonces sería más factible utilizarla como ladrillo de pared.

Para tener una idea de las producciones de bloques o cantos que se pueden lograr luego de situar un área perspectiva ponemos como ejemplo los cantos extraídos de las canteras de Matanzas donde pueden ser preparados hasta 10 000 diarios, llegando a promediar 300 000 todos los meses; lo cual equivale a garantizar como mínimo 2 500 viviendas al año.

Como recomendación adicional se propone que el bloque de canto estándar empleado en la mayor parte de las canteras de Matanzas, tiene las siguientes dimensiones de: Longitud: 50 cm, Alto: 30 cm, Ancho: 10 cm. Según los cálculos técnico económicos efectuados por la Empresa de Construcción y Mantenimiento a la Vivienda de Matanzas por cada 9 bloques de cantos que se coloquen se ahorra 1 saco de cemento, lo cual representa un ahorro promedio por vivienda de por lo menos 50 sacos de cemento.

3.2.2 Tobas vitroclásticas.

Las tobas vitroclásticas estudiadas son de color gris claro, porosas, de mediana densidad fueron tomadas de un afloramiento con una potencia de aproximadamente 15 metros visibles y aflorando de forma discontinua a lo largo de 150 metros siguiendo el curso de un arroyo. La muestra fue tomada en el poblado de Flores, y pertenece a la FM. Iberia. En el área los pobladores la emplean como materias primas para tallar figuras ornamentales (pudiendo observar figuras artesanales en el parque de dicho poblado) y también por comunicación oral de los pobladores se emplean como retenedores de la humedad y aereador de suelos en la agricultura.

A las muestras de esta roca se les efectuó análisis instrumental de rayos-x para determinar las fases minerales principales, estos resultados arrojaron la presencia de anortoclasa y posible existencia de minerales arcillosos.(Ver Anexo 2).

A estas muestras se les realizó estudios de absorción (Tabla 3.5) y resistencia a la compresión (Tabla 3.6) para tener una valoración de cómo se comportaban estos parámetros en cuanto a su posible empleo como bloques naturales (cantos) y como arena artificial. Los análisis se realizaron para ver si nuestra materia prima cumplía las exigencias para ser utilizadas en el estudio de morteros y de bloques ligeros para ser propuestos según las normas como materiales de construcción alternativos.

Tabla3.5 Resultados de la Absorción (Toba vitroclástica).

Muestras	Pseco(g)	Psat(g)	Abs (%)
A	105	130	23.8
B	108	130	20.3
C	104	125	20.1

Variables de la Tabla 3.5

P seco: peso seco de la muestra.

Psat: peso saturado de la muestra.

Abs. %: porciento de absorción.

De la tabla 3.5 analizamos que el porciento de absorción varía entre 20.1 y 23.8 y la diferencia del peso de la muestra saturada y seca es considerable. Esto se debe a que la muestra saturada fue capaz de absorber una cierta cantidad de agua que nos da idea de la porosidad que posee la muestra.

Tabla 3.6 Resultados de la resistencia a la compresión de las tobas vitroclásticas de Banes.

Muestra.	Pmáx.Sec. (Kgf)	Fo(cm²)	Rc.Sec. (Kgf/cm²)	Pmáx.Sat. (Kgf/cm²)	Rc.Sat. (Kgf/cm²)
A	540	25	21.6	480	19.2
B	500	25	20	410	16.4
C	510	25	20.4	425	17
D	600	25	24	505	20.2

Variables de la tabla 3.6

Pmáx.Sec.(Kgf): Carga máxima de la muestra en el momento de su destrucción seca.

Fo(cm²): Área de la muestra en forma de cubo.

Rc.Sec.(Kgf/cm²): Resistencia a la compresión de la muestra seca.

Pmáx.Sat.(Kgf/cm²): Carga máxima de la muestra en el momento de su destrucción saturada.

Rc.Sat.(Kgf/cm²): Resistencia a la compresión de la muestra saturada.

Al analizar los valores de resistencia a la compresión (Tabla 3.6), vemos que estos se encuentran entre rangos de 20 y 24 Kg/cm² en estado seco y entre 16.4 y 20.2 Kg/cm² saturada, es decir que estos disminuyen cuando la roca se encuentra saturada. Lo mismo ocurre con la carga máxima de la muestra en el momento de su destrucción. Tanto los resultados de absorción como los de resistencia a la compresión permiten valorar a discreción el posible empleo de las Tobas vitroclásticas para bloques naturales (elemento pared), es decir algo similar a la propuesta de las calizas blandas, pero tomando en cuenta que estas rocas ofrecen mayor resistencia a ser cortadas de manera artesanal (con serrote) y por otra parte los valores de resistencia a la compresión son menores que los investigados para las calizas porosas de Los Ángeles. Para los ensayos como morteros las muestras de arenas de Tobas vitroclásticas que se emplearon fueron de granulometría menor de 3 mm, en correspondencia con las normas correspondientes. Se realizaron análisis de resistencia a la flexión (Tabla 3.7) y resistencia a la compresión (Tabla 3.8). Estos morteros fueron preparados con varias muestras de arenas, tanto con arena de Tobas vitroclásticas, como con mezclas de arenas de Sagua de Tánamo utilizadas normalmente en la construcción en la región Sagua - Moa. Los morteros realizados con 100% de arena de Tobas vitroclásticas y con sus mezclas, presentaban características diferentes a los realizados con otras arenas. La diferencia en peso fue considerable por su grado de ligereza. De las muestras de morteros obtenidas dejamos de testigo una de 100% de arena de Toba vitroclástica y otra de 100% de arena de Sagua de Tánamo para ser comparados sus pesos en el transcurso de los días. A los 15 días de haberlas desmoldeado, estas fueron pesadas y la diferencia en peso del mortero preparado con arena de Toba vitroclástica fue significativa. El mortero de Toba vitroclástica disminuyó su peso un 26% respecto al original preparado con arena de Sagua de Tánamo.

Resultados de la resistencia a la flexión y compresión de los Morteros.(16/06/05)

Tabla 3.7 Resultados de la resistencia a la flexión de los morteros.

Muestra	R.c.1 (Kgf)	X1 (Mpa)	R.c.2 (Kgf)	X2 (Mpa)	R.c.3 (Kgf)	X3 (Mpa)	Xm (Mpa)
M1(100% T.V)	80	1.872	60	1.404	85	1.989	1.76
M2 (75%T.V+ 25%AST)	60	1.404	80	1.872	75	1.755	1.68

M3 (50%TV+ 50%AST)	80	1.872	80	1.872	75	1.755	1.83
M4 (100%AST)	110	2.574	100	2.34	104	2.433	2.45
M5 (75%AST+ 25%TV)	60	1.404	80	1.872	74	1.732	1.67

Nota para tablas 3.7 y 3.8:

T. V: Arena de Toba vitroclastica

A.ST. Arena de Sagua de Tánamo

Variables de la tabla 3.7

R.c.1, R.c.2, R.c.3: Resistencia a la flexión de las probetas 1, 2 y 3 pertenecientes a cada muestra respectivamente, expresadas en Kgf.

X1, X2, X3: Resistencia a la flexión de las probetas 1, 2 y 3 pertenecientes a cada muestra respectivamente, expresadas en Mpa.

Xm: Resistencia a la flexión media de las probetas, expresadas en Mpa.

En la tabla 3.8 se observa como los valores medios de resistencia a la flexión oscilan entre 1.68 y 2.45 Mpa comportándose de una forma estable.

Tabla3.8 Resultados de la resistencia a la compresión de los morteros.

Muestra	R.c.1 (Kgf)	X1 (Mpa)	R.c.2 (Kgf)	X2 (Mpa)	R.c.3 (Kgf)	X3 (Mpa)	Xm (Mpa)
M1 (100% TV)	900	5.63	680	4.25	750	4.7	4.85
M2 (75%TV+ 25%AST)	580	3.63	820	5.125	640	4.0	4.25
M3 (50%TV+ 50%AST)	700	4.38	600	3.75	680	4.3	4.13
M4 (100%AST)	1400	9.75	1110	6.94	1250	7.8	7.83
M5(75%AST+ 25%TV)	620	3.88	600	3.75	680	4.3	3.96

Variables de la tabla 3.8

R.c.1, R.c.2, R.c.3: Resistencia a la compresión de las probetas 1,2,3 pertenecientes a cada muestra respectivamente, expresadas en Kgf.

X1, X2, X3: Resistencia a la compresión de las probetas 1,2,3 pertenecientes a cada muestra respectivamente, expresadas en Mpa.

Xm: Resistencia a la compresión media de las probetas, expresadas en Mpa.

En la tabla 3.8 se observa como los valores de resistencia a la compresión oscilan entre 3.96 y 7.83 Mpa lo cual hace posible que puedan ser utilizados para determinar el tipo de mortero al que corresponde la muestra.

La resistencia a la compresión media es el valor que será comprobado con la Norma Cubana 175: 2002 para analizar el tipo de mortero para el que se recomendaría, esto permitirá determinar con que fines puede ser utilizado el mortero estudiado.

Según el análisis comparativo con la Norma Cubana 175:2002 podemos afirmar que nuestros morteros se encuentran según los valores de X_m entre los tipos II, III y IV.

De acuerdo a estos tipos de morteros y según la norma antes mencionada, se recomienda que sean utilizados en muros portantes interiores y exteriores sobre el nivel del terreno, y antepecho exterior, de forma alternativa se recomienda que sean utilizados en muro de fundición, muro de contención, pavimentos, caminos y patios.

Además de estos morteros fue posible hacer al menos dos bloques del material más grueso de la Toba vitroclástica obtenido en la trituración de la misma, uno de estos bloques fue preparado con 100% de gravilla (6,35 a 12,7 mm) y arena de la Toba vitroclástica y el otro con un 50% de gravilla y arena de Sagua de Tánamo utilizada en la construcción normalmente y un 50% de gravilla y arena de Toba vitroclástica. Estos bloques se obtuvieron con calidad y podemos decir que la diferencia en peso a los dos días de desmoldados del bloque de 100 % de Tobas Vitroclásticas respecto al otro fue de 1,3 Kg y mucho mayor cuando se compara el peso con uno de 100% de gravilla y arena de Sagúa de Tánamo, que la diferencia fue de 1, 5 Kg. El bloque de 100% de gravilla y arena de Toba vitroclástica en total disminuyo el peso en 2, 8 Kg con respecto al original.

De estos estudios de los bloques y por el resultado práctico podemos afirmar que se ofrecen buenas perspectivas para ser empleadas las Tobas vitroclásticas en la fabricación de hormigones ligeros; aún cuando recocemos la necesidad de continuar profundizando en estas investigaciones.

3.2.3 Cretas.

Los datos de Creta con que contamos se tomaron del Informe Prospección Detallada Creta Fustete, Banes, provincia Holguín, 1992, efectuado por la Empresa Geólogo Minera de Oriente. Hacemos referencia al mismo ya que aunque no fue estudiado por nosotros se encuentra en el territorio que es objeto de estudio y constituye una materia prima de suma importancia y con recomendaciones que pertenecen al campo de los materiales de construcción. Además esta información le sirve de referencia a las máximas direcciones del Poder Popular y empresas de la construcción del municipio para que cuenten con un elemento más a la hora de trazar sus estrategias de trabajo referentes al tema. Por todas estas razones decidimos incluir los aspectos principales.

El área de los trabajos se ubica a 6 Km. aproximadamente al noreste de la ciudad de Banes y ocupa una superficie aproximada de 1Km² y esta delimitada por las siguientes coordenadas:

X : 622 800

X: 623 800

Y: 258 400

Y: 259 400

Se realizó una prospección detallada en el área de desarrollo de las rocas cretáceas reveladas durante los trabajos de prospección detallada bentonita fustete: para ello se realizó el siguiente complejo de métodos de investigación.

1. Itinerarios geológicos de prospección 1:10 000
2. Trabajos topo geodésicos.
3. Trabajos de perforación: Se realizaron perforaciones en una red aproximada de 200x 200 m. La profundidad de los pozos Los pozos se profundizaron hasta 2m por debajo de la zona de mineralización.
4. Muestreo.
5. Trabajos de laboratorio.
6. Evaluación de los resultados obtenidos y confección del informe final con cálculos de reservas posibles.

Se perforaron un total de 10 pozos, con un total de 151.1m, distribuida de la siguiente manera: P-1(15.60), P-3(22.0), P-5(4.20), P-6(17.0),P-8(24.70),P-10(14.50),P-11(21.50), P-13(7.0),P-16(12.0),P18(18.60). La recuperación tanto en la zona mineral como en la roca encajante fue de 100%.

Tabla 3.9 Volumen de muestras, análisis, ensayos y determinaciones de las cretas fustete.

Tipo de muestras	Tipos de ensayos	Volumen	Determinaciones
Básicas	Químico E.F.M	92 92	SiO₂, Al₂O₃, TiO₂, CaO, MgO, Fe₂O₃, Na₂O, K₂O, S O₃, PPI e IR. Peso volumétrico. Peso específico real.
Complementarias	E.F.M	18	- Absorción - Porosidad - Resistencia a la compresión - Humedad
Otras complementarias		9	Análisis mineralógico en el tamiz 0.150 mm.
Control interno	Químico	8	SiO₂, Al₂O₃, TiO₂, CaO, MgO, Fe₂O₃, Na₂O, K₂O, SO₃, PPI e IR

Para la evaluación de la calidad de la materia prima se tuvieron en cuenta las exigencias húngaras, las cuales transcribimos a continuación.

CaO>45% (Contenido útil).

Fe₂O₃<1.5%

Al₂O₃<2.00%

MgO<1.00%

SO₃<1.00%

- Peso volumétrico natural 1.46- 1.56 g/cm³

- Peso específico real 2.20- 2.80 g/cm³

Además para clasificar las diferentes litologías con contenidos de cretas se tomaron los siguientes parámetros:

Tabla 3.10 Clasificación de las diferentes litologías.

Nombre de la roca	Características físicas	CaO (%)	RI (%)
Creta pura	Blanda, untuosa al talco, granos muy finos y color blanco.	> 53.5	<5
Creta arcillosa o arenosa	Débilmente cementada, de grano fino, color blanco, con diferentes tonalidades en su coloración.	50.5-53.4	5-10
Marga cretácea	Débilmente cementada, de grano fino, de color gris, amarillo, verde y otros.	45-54	10-20

Existen dos tipos litológicos químicamente bien diferenciados, un tipo I con contenidos de CaO > 50.5% y un RI <10% y un tipo II con contenidos de CaO <50% y un RI <20%.

Durante las investigaciones de laboratorio, la materia prima útil compuesta por cretas arcillosas (Tipo I) y las margas cretáceas (Tipo II), fueron sometidas a dos tipos de beneficio. En el primero se tomaron las muestras, se secaron, se pasaron por molinos y al final se tamizaron. El segundo método de beneficio las muestras se levigaron según el principio de stok. Al concluir ambas se obtuvo como resultado que el segundo método ofrece los mejores resultados, obteniéndose un material blanco, muy fino y untuoso al tacto, lo que le da buenas características de calidad. Además se obtuvo una recuperación mayor del 85% para el tipo I y un 78 para el tipo II.

Posibilidades de uso industrial de la materia prima:

Las materias primas cretáceas, tanto las de cretas puras como las diferentes litologías de rocas cretáceas (cretas arcillosas, margas cretáceas) tienen un campo amplio de utilización entre los cuales se proponen los siguientes:

1. Producción de pintura
2. producción de gomas
3. producción de polietileno
4. producción de papel
5. producción de vidrio
6. perfumería y cosmético
7. producción de electrodos
8. producción de cal
9. producción de cemento
10. industria química.

Para todas estas producciones es necesaria la realización de pruebas tecnológicas de laboratorio específicas para cada fin, sin embargo solo se realizaron pruebas de pintura de agua y aceite.

A continuación se describirá el proceso tecnológico de la base de pintura: Se homogenizaron todas las muestras por tipos litológicos y se sometieron por separado al proceso de beneficio por el método de levigación, obteniéndose los siguientes resultados; entraron al proceso de levigación 1200 g de cada tipo litológico y como producto levigado se obtuvo del tipo I (Creta arcillosa) 920 g y del tipo II (Marga cretácea) 936g.

Para cada prueba se tomaron 900g de cada tipo, a ellos por separado se le agregaron 3 litros de agua destilada. Se le añadieron 60 ml de ácido amílico y 100g de NaCl. Esta mezcla acuosa fue agitada durante 40 min con una densidad de 1.20-1.30g/cm luego se mantuvo en reposo durante tres días para el envejecimiento.

Es bueno señalar que para ambas litologías los resultados fueron satisfactorios.

3.2.4 Calizas conchíferas tipo Jaimanitas.

Los datos de las Calizas conchíferas tipo Jaimanitas con que contamos se tomaron del Informe geológico sobre la Búsqueda, Exploración Orientativa y Detallada para roca ornamental para revestimiento en el yacimiento Cabo Lucrecia. Provincia Holguín, 1992.

El objetivo de estos trabajos fue realizar la Búsqueda hasta la Exploración Detallada de roca ornamental para revestimiento en el yacimiento Cabo Lucrecia.

Se empleo el siguiente complejo de métodos:

Levantamiento geológico. Se realizaron por los perfiles en función del grado de accesibilidad, la distancia entre los puntos osciló entre 10 - 15 m aproximadamente.

Trabajos de Perforación

Búsqueda Orientativa	Red 600 x 400 m , se perforaron 9 pozos
Búsqueda Detallada	Red 200 x 200 m , se perforaron 10 pozos
Exploración Orientativa	Red 100 x 100 m , se perforaron 15 pozos
Exploración Detallada	Red 50 x 50 m , se perforaron 32 pozos

Tipo de muestreo. Testigo de Perforación.

Tipo de análisis. Físico-mecánico, petrográfico y químico.

Estratigrafía.

Fm Jaimanita (Q). Calizas biocalcareníicas y calizas organógenas que constituyen la roca útil.

Fm Júcaro (Mioceno Superior). Biocalcarenitas, amarillas, carmelitosas a grisáceas con intercalaciones de margas.

Tectónica.

Esta poco desarrollada debido a la poca edad de las rocas pero se hizo un estudio del agrietamiento para determinar las principales características y se determinó que estas grietas son no tectónicas.

Complejidad geológica. Grupo II.

Génesis del yacimiento. Marino.

Resultado de las investigaciones hidrogeológicas.

Este yacimiento pertenece a la región hidrogeológica Maniabón. Tiene una red hidrográfica bien desarrollada, el desagüe superficial está dirigido hacia el Norte. El nivel de las aguas subterráneas ocupa algunos metros sobre el nivel del mar disminuyendo en dirección a las costas cerca de estas las aguas son mas saladas.

Las condiciones hidrogeológicas son muy particulares ya que estamos en presencia de un yacimiento algo permeable y en unas terrazas marinas que se encuentran a 600 m de la costa, la mayoría de los pozos tienen un nivel por debajo de la cota cero. Se realizaron cubeteos y mediciones del régimen las cuales se mantuvieron muy estables. Las condiciones técnico mineras son sencillas.

Calidad de la materia prima.

Los resultados de los análisis químicos arrojan valores correspondientes a una roca altamente carbonatada con bajos contenidos de elementos nocivos. Según resultados emitidos, experiencia y grado de estudio recomienda la caliza organógena como rocas de revestimiento para la construcción de hoteles y otras obras constructivas. En el caso de la biocalcarenita se recomienda para el caso de bloques y losas de revestimiento siempre y cuando se expongan a la abrasión ya que por la característica de su textura tienden a soltar el granos.

Cálculo de reservas

El método empleado fue el de los bloques geológicos. Los parámetros de cálculo se determinaron mediante el promedio aritmético. El área se obtuvo por los métodos de figuras geométricas y por integración, utilizando las coordenadas de los pozos.

El volumen total de Bloques B +C1 + C2 es 1 447 913.71 m³.

Las conclusiones principales del informe referido señalan:

1. El grado de estudio obtenido permite la explotación de este yacimiento con un grado de fiabilidad alto.
2. Se da como perspectiva toda la franja costera del cabo, solo que es necesario elegir los sectores con las cotas del relieve más alto.
3. El yacimiento presenta una densidad de agrietamiento muy bajo y una blocosidad muy alta favorable para la extracción.

De manera similar se recomiendan en este trabajo para las calizas ornamentales lo siguiente:

1. Se requiere la utilización de los planos triaxonométrico y sus indicadores para la explotación racional del yacimiento.
2. Proceder a explotar por separado ambas variedades ornamentales.
3. La orientación de los cotos deben realizarse paralelos y perpendiculares a los sistemas principales de grietas.

Luego de analizar este resumen proponemos que el yacimiento puede ser explotado según la siguiente tarea técnica (Días A, 1986), la cual pertenece a un yacimiento de rocas tipo Jaimanitas en La Habana, ya que el estudiado en Cabo de Lucrecia tiene características muy similares a este.

Exigencias de los bloques en cuanto a dimensiones: 150x 130x 90 cm, 170 x130 x120, 150x 130x 50cm. Las dimensiones de las losas producidas son: 10x 30cm, 20x 30cm, 40x 40cm, 40x80cm, espesor de 3- 5 cm. Las dimensiones de las planchas aserradas son:124 x 57x 7cm.

Los bloques de Caliza porosa y Caliza conchífera deben responder a las siguientes exigencias.

- Calizas porosas: Límites de resistencia a la compresión no menor de 100Kg/cm^2 .

Coeficiente de reblandamiento no menor de 0.65.

- Calizas conchíferas: Límite de resistencia a la compresión no menor de 100Kg/cm^2 .

Coeficiente de resblandamiento no menor de 0.65.

Esta permitido producir lozas con espesor de 40 mm de Calizas y Calizas conchíferas. Las dimensiones de las rocas se coordinan con el consumidor. Por el largo y por el ancho las lozas deben ser múltiples de 10.

Las lozas de revestimiento deben fabricarse cuadradas y rectangulares con los cantos recortados por acuerdo de las partes.

Según normas los bloques aserrados deben ser:

Por sus dimensiones: Largo de 0.25-3.5 m, Ancho de 0.20-2.0 m, Alto de 0.20-2.0 m.

3.2.5 Lajas.

Estas muestras constituyen una Caliza de color blanco a amarillento, poco porosa, compacta. Las mismas se encuentran a unos 3 Km del poblado de Samá, Banes, formado paquetes en terrazas de ríos que se encuentran secos en estos momentos, también afloran de forma discontinua en pequeños sectores del territorio, estas presentan espesores variables.

La ubicación de estas muestras fue posible por la comunicación directa de pobladores que manifestaron que las mismas han sido utilizadas en diferentes tiempos para la construcción de viviendas, pisos rústicos y en obras de ornamentación simple en construcciones del Polo turístico de Guardalavaca (han sido utilizadas por empresas, en construcción objetos de obras de hoteles para el turismo de forma irracional, desmedida y sin una concesión que los respalde).

Consideramos que deben ser reportadas porque estas no son del conocimiento de muchos sectores y empresas de la construcción. Además se hace necesario que sean reportadas como material de construcción de manera oficial. Estas rocas son muy semejantes a otras utilizadas en los municipios Moa y Sagua de Tánamo de forma muy práctica, sin establecerles ensayos, ni forma específica de explotación.

Algunas recomendaciones en cuanto a forma de colocación de las Lajas:

La primera dificultad de esta clase de disposición de las piedras es que se requiere mucho tiempo para lograr un resultado atractivo. La separación mínima entre lajas debe ser al menos de 10 mm. Se deben colocar sobre un lecho de mortero y se van apretando una a una, controlando el nivel con un listón.

Un camino realizado con piedra natural caliza colocada de forma irregular, además de bonito, tiene una gran resistencia. (Ver Anexo 3).

Primero se deben poner las lajas sin mortero, así se podrá repartirlas de la forma más armoniosa posible. Se trata que no quede mucha separación entre las piedras. A continuación se prepara el mortero, listo para amasar, respetando las indicaciones de dosificación que señala el fabricante.

Se retira aproximadamente un metro de piedras, marcando su posición. Se debe aplicar una capa espesa de mortero, compactando bien con la paleta. Para mejorar la adherencia de las piedras, se hacen unas rayas en la superficie del mortero fresco con ayuda de una espátula dentada.

Se debe meter la piedra caliza en un cubo de agua. Se unta el reverso del bloque con mortero, estriando de la misma forma que antes. Se coloca la piedra sobre el mortero. Se debe hacer en ángulo apoyando fuertemente sin hacerla deslizar. Comprueba que está nivelada usando un listón de madera. Una vez terminado el camino, hay que unir las juntas. Para ello, se utiliza un mortero de juntas listo para usar o de los que vienen en polvo para preparar (una parte de cemento blanco por dos de arena de río fina). Se remata la colocación de las piedras justo cuando el mortero empiece a endurecer. Se aplica la junta compactando y alisando con el borde de la paleta.

Se espera a que el cemento de juntas comience a solidificar. En ese momento se procede al acabado y se liberan los contornos de las piedras con una esponja y agua. Se deja endurecer el mortero completamente.

Proponemos que estas rocas sean empleadas en la confección de parques, pasillos, pisos rústicos, enchapes, adquiriendo experiencias con los municipios antes mencionados que la utilizan en la actualidad.

También debemos agregar como resultado de este trabajo la creación del modelo digital del terreno del Municipio de Banes para facilitar los trabajos de campo y para ser aportado al Municipio el cual puede también ser empleado en la defensa, además fue utilizado para colocar las localidades que fueron objeto de muestreo (Fig 2.1).

Como parte de la gestión del aseguramiento material y financiero para continuar estas investigaciones en el municipio de Banes, y basado en los resultados de este trabajo se propuso al CITMA provincial el perfil de proyecto que se expone a continuación (PTCT).

PERFIL DE PROYECTO CITMA

1. Título del programa: PTCT 02: LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA COMO HERRAMIENTA DE LA COMPETITIVIDAD.
--

(Línea priorizada: Desarrollo de tecnologías para la construcción y la producción de materiales de construcción).

2. Título del proyecto: Evaluación de los recursos minerales del municipio de Banes para la producción de materiales de construcción.

3. Clasificación del proyecto: Investigación Aplicada o de Desarrollo.

4. Nombre y dirección de la institución ejecutora principal del proyecto, organismo al que pertenece, dirección, fax, teléfono, correo –e:

Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa. Las Coloradas. S/N. Moa. Holguín. Ministerio de Educación Superior (MES). Fax. 53-24-6-2290. Telef. 6 7876.

5. Nombres y apellidos, grado y categoría científica e institución del jefe del proyecto:

Carlos A. Leyva Rodríguez. Doctor en Ciencias Geológicas. Profesor Auxiliar. ISMMM. cleiva@ismm.edu.cu.

6. Otras instituciones participantes, organismos a los que pertenecen, dirección, fax, teléfono, correo –e:

Gobierno Municipal de Banes
Dirección Municipal de la Vivienda.
Sede Universitaria Municipal

7. Posibles clientes y beneficiarios identificados:

Beneficiarios

Gobierno Municipal de Banes
Obras sociales de los programas de la Revolución.
Familias con problemas de viviendas y necesidades de mantenimiento a las mismas.

Clientes

Dirección Municipal de la Vivienda de Banes
Empresa Constructora del Poder Popular
Empresa de Microbrigadas sociales y servio a la vivienda (MICROSEVI) de Banes

8. Duración:

18 meses. Comenzando un mes después de aprobado.

9- Presupuesto Total (MN y MLC):

38 000 pesos (MN). Elementos Principales: ensayos de laboratorio, movilidad, materiales, excavaciones de perforación.

10- Resumen del proyecto:

En el municipio de Banes dada su constitución geológica existe una amplia gama de recursos minerales que pueden ser evaluados para su empleo como materiales de construcción y de esta manera lograr dar un impulso importante al desarrollo sostenible de este municipio con criterios de integralidad y racionalidad durante la explotación de los mismos.

Se destaca el hecho de la necesidad de incrementar el conocimiento sobre estos recursos y en otros casos integrar y sistematizar la información existente, la cual esta dispersa en diferentes instituciones y organismos.

Entre los principales recursos que se pretenden evaluar están:

Calizas blandas: Se evaluarán para la fabricación artesanal de bloques naturales aserrados, llamados cantos en la provincia de Matanzas donde extraen hasta 3 millones anuales de estos bloques y equivalen a 3 000 viviendas. El ahorro reportado en esta experiencia es como mínimo 50 sacos de cemento por vivienda promedio.

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

Lajas: Se evaluarán 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 vitreas: Se evaluarán como fuente de arena artificial, hormigones ligeros y extensor del cemento.

Objetivo del proyecto:

Evaluar las materias primas minerales del municipio de Banes para la producción de materiales de construcción, y su aplicación en la fabricación de viviendas y otras obras sociales.

Impacto esperado:

Impacto científico: Delimitación de las áreas más favorables para la explotación de los recursos minerales, lo cual tiene además utilidad en los planes futuros de ordenación del territorio. Evaluación de las propiedades físico mecánicas de las materias primas y valoración técnico económica de sus aplicaciones.

Impacto tecnológico: Empleo de nuevos materiales de la construcción en el municipio de Banes, diversificación del uso de los mismos y el establecimiento del proceso tecnológico de tratamiento.

Impacto económico: El uso de las diferentes materias primas minerales para la fabricación de materiales de construcción, permitiría ahorrar un volumen importante de cemento y áridos necesarios para la construcción, así como se lograría de manera artesanal o semiartesanal ejecutar estas labores, con un mínimo de gastos energéticos.

Impacto social: Creación de nuevas fuentes de trabajo e incremento sustancial de la construcción de nuevas viviendas y otras obras sociales con indicadores económicos de racionalidad y sustentabilidad.

Vínculo con los objetivos del programa: Se vincula al objetivo de elaborar, implementar y evaluar tecnologías que permitan una mayor eficiencia, la diversificación y calidad de los productos y servicios con un mayor valor agregado aplicado a los materiales de construcción.

Resultados previstos: Resultados más relevantes que se espera obtener, que contribuyen a lograr el objetivo específico del proyecto.

Localizar, caracterizar y delimitar las zonas con mayores reservas y mejores índices de calidad de las materias primas evaluadas.

Evaluar las propiedades físico mecánicas de las materias primas evaluadas: Calizas blandas, Lajas, Arcillas, Tobas vitreas y Rocas ornamentales con la finalidad de ser empleadas como materiales de construcción.

Establecer la tecnología de obtención de los productos para ser empleados como materiales de construcción (bloques naturales, ladrillos cerámicos, arena artificial, enchape para ornamento).

En base a los resultados obtenidos se aplicara la metodogía de trabajo y los resultados al resto de los municipios de la provincia.

Tareas principales: Búsqueda de información sobre las característica y propiedades de estos materiales, normas de materiales de construcción, sus propiedades y exigencias que deben cumplir. Reconocimiento y caracterización geológico minera de las zonas de propagación de las materias primas de mayores perspectivas. Selección de las zonas más favorables. Prospección y cálculo de reservas. Ensayos tecnológicos.

Palabras claves: Municipio Banes, Recursos minerales, Materiales de Construcción, Propiedades físico- mecánicas, Viviendas, Obras sociales.

CONCLUSIONES:

- Se ha podido demostrar, en un primer acercamiento en el ejemplo del Municipio Banes, el éxito de la aplicación del sistema propuesto en el epígrafe 2.5 relacionado con la valoración de los recursos minerales de los territorios en función de su desarrollo local sostenible. Esta valoración se sustenta en el hecho de lograr enfocar el estudio de estos recursos en función de las necesidades locales, lo cual permite obtener resultados importantes que pueden influir en el desarrollo de los territorios.
- Teniendo en cuenta el resultado de las investigaciones realizadas a las Calizas porosas del poblado de los Ángeles, Municipio Banes, especialmente en relación al porcentaje de absorción y resistencia a la compresión, y comparándolas con las exigencias de la Caliza blanda de Matanzas, es posible proponer a las rocas estudiadas como piedra de cantería en calidad de elementos de pared (bloques o ladrillos aserrados).
- De los resultados obtenidos en los ensayos de los morteros preparados a base de arena de tobas vitroclásticas podemos afirmar que pueden ser utilizadas, según las normativas correspondientes, para la construcción de muros portantes, interiores y exteriores y en la construcción de pasillos, pavimentos, estos últimos de manera alternativa. Además, de perspectivas alentadoras para ser empleados en la fabricación de hormigones ligeros.
- Del estudio de las rocas propuestas como lajas, podemos concluir que pueden ser utilizadas en la confección de parques, pasillos, pisos rústicos y enchapes.
- Como resultado de este trabajo añadimos que el mismo sirvió de base para la confección del proyecto territorial de ciencia y tecnología (PTCT), el cual fue entregado según los requisitos correspondientes, encontrándose en fase de valoración.

RECOMENDACIONES:

- Continuar perfeccionando el sistema propuesto de la valoración de las materias primas en función del desarrollo local sostenible de los territorios y aplicarlo en los demás municipios de la provincia en una primera etapa de trabajo.
- Realizar investigaciones más detalladas de los tipos de materias primas minerales estudiadas, que permitan profundizar en los usos más adecuados de las mismas, ejemplo tobas vitroclásticas como áridos y hormigones ligeros. Estos trabajos pueden continuar apoyándose en trabajos de diploma y tesis de maestría.
- Continuar trabajando en la gestión del aseguramiento material y financiero a través de proyectos con el CITMA, MES e internacionales.
- Presentar los resultados de este trabajo ante las autoridades del gobierno y empresas del municipio de Banes, con vistas a coordinar y establecer futuras acciones para la implementación de los resultados obtenidos en el presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA:

Almaguer, 1993. Presente y futuro de las Rocas y Minerales Industriales.

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 Pp 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 efectuados en 1962. Fondo Geológico. 2185

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.

Días A, 1986. Proyecto para la Exploración de los límites del coto minero del Yacimiento Jaimanitas provincia Habana. ISMM, Moa. Trabajo de Diploma, 59.

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.

Kuzvart M. (1984). Industrial Minerals and Rocks.

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 topográfico de la República de Cuba de Banes a escala 1:50 000.

Mapa de Yacimiento y Manifestaciones Minerales no Metálicos y Combustibles de la República de Cuba. Escala 1: 500 000 ,1988.

Mapa topográfico de la República de Cuba Cabo de Lucrecia a escala 1: 50 000.

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).

Morteros de Albañilería. Especificaciones. Norma Cubana 175: 2002.

Noestaller, Richard, 1989, in U. S. Geological Survey Bulletin 1905, p.5-13.

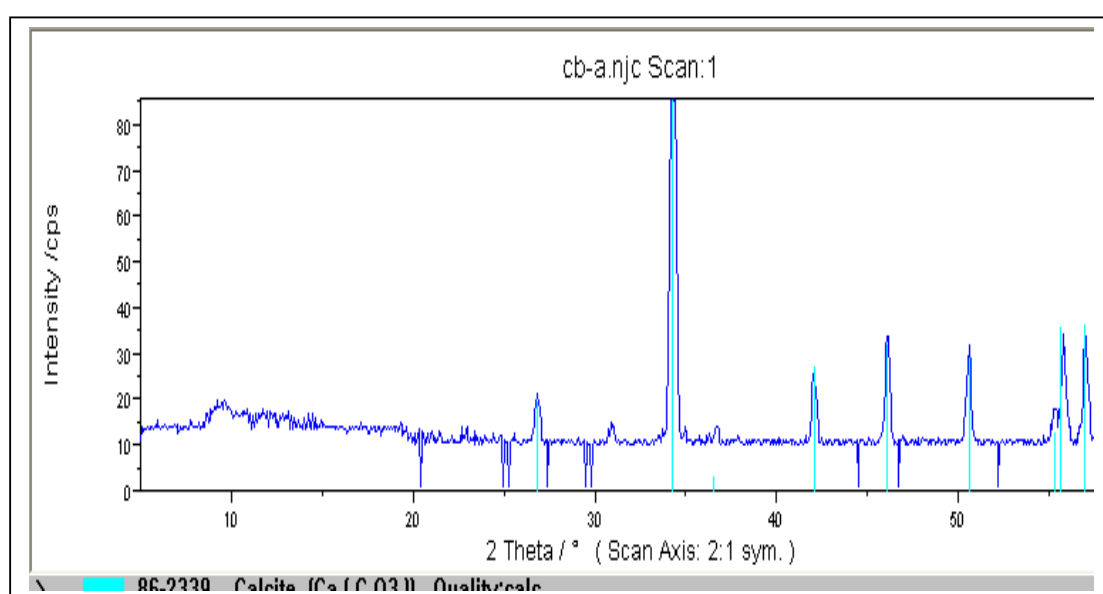
Orche E. (2003) Desarrollo sostenible y ordenación del territorio.

Veci-Viga R et al 1986. Informe de la búsqueda orientativa y detallada fosforita, Banes 1:10 000. Fondo Geológico 3392. 0-2672

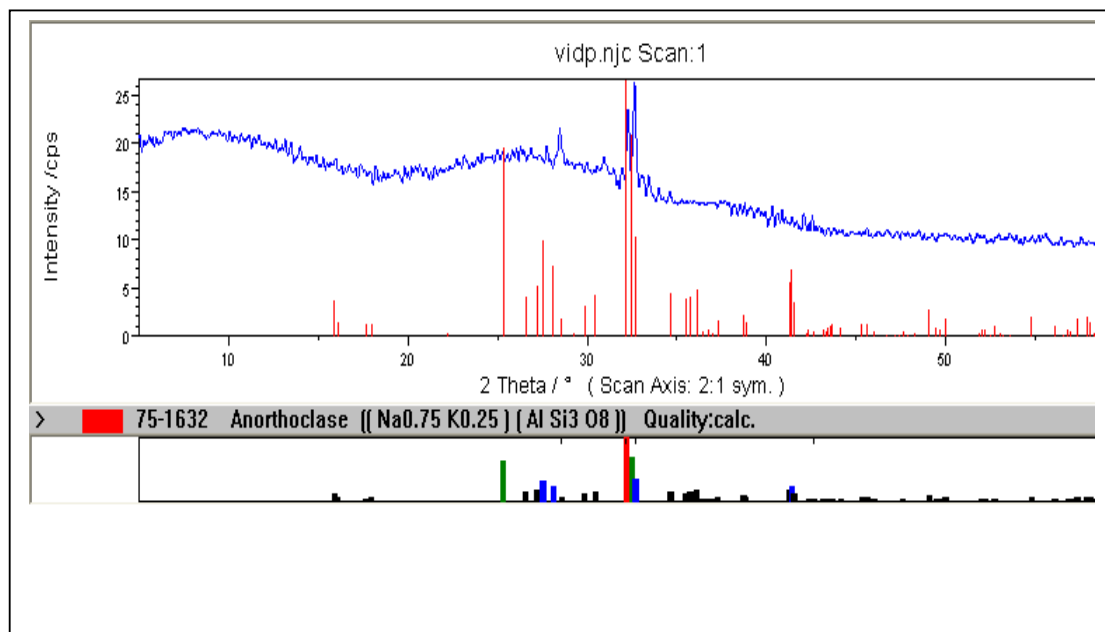
Villas Boas R.C (1995). Technological Challenges faced by the MM sector in achieving sustainable development. Centro de tecnología Mineral. CNPq. Río de Janeiro, Brasil.

Wets J et al, 1956 Cuenca central y reconocimiento de sísmica de reflexión en Oriente. Fondo geológico 2236

Anexo 1: Registro gráfico (Difractograma) de muestra de Caliza porosa Banes.



Anexo 2 : Registro gráfico (Difractograma) de la muestra de Toba vitroclástica Flores.



Anexo 3: Caminos de Lajas.

