

**UNIVERSIDAD DE PINAR DEL RÍO
“HNOS. SAÍZ MONTES DE OCA”**

**DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA EL
ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LOS RECURSOS
MINERALES DE CUBA.**

CASO DE ESTUDIO : ISLA DE LA JUVENTUD.

**TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO ACADÉMICO DE
MÁSTER EN GEOLOGÍA
(MENCIÓN YACIMIENTOS MINERALES)**

Autor: Mabel Felicia Rodríguez Romero

Tutor: Dra. Cs. Ingrid Padilla Rodríguez

2006

SÍNTESIS

La investigación realizada es una necesidad metodológica del Programa Ramal de Ordenamiento Territorial de Cuba, para conformar e implementar, junto a otras ramas y sectores de la economía del país, los temas y procedimientos que en el caso de los recursos minerales y de la actividad geológica en sentido mas amplio, deben ser tenidos en cuenta para dar respuesta adecuada a la organización territorial de los mismos.

Se realiza una exposición del estado del arte del ordenamiento territorial en Cuba y del ordenamiento territorial de los recursos geólogo-mineros, destacando aciertos y llamando la atención sobre la desactualización actual sobre todo en la esfera de los recursos minerales, en consecuencia se realizan deducciones sobre el tipo de ordenamiento que se realizaba y el que procede realizar.

Se expone una reconceptualización teórica del ordenamiento territorial de los recursos minerales, que incluye la consideración de los aspectos patrimoniales de las geociencias, la investigación geológica y el potencial geólogo minero de cada depósito mineral.

Se diseña la implementación SIG de la metodología de ordenamiento

Se llega al Mapa de Ordenamiento Territorial de la Unidad Territorial Isla de la Juventud aplicando la metodología concebida e instrumentada en plataforma SIG donde se muestra la zonación relacionada a los diferentes niveles de factibilidad ambiental y del geopotencial minero.

Se obtiene un dossier de mapas de la Isla de la Juventud que resume y generaliza toda su información vinculada a los recursos minerales sólidos y aguas, necesaria a los decisores territoriales para que sea tomada en cuenta durante la planificación física del espacio y así alcanzar niveles superiores de sostenibilidad.

En el texto se incluyen tablas y figuras que identifican datos y resultados obtenidos durante la investigación.

Esta es una investigación de generalización que constituye un instrumento metodológico para la sistematización, el análisis y gestión de la información geológica y de depósitos minerales para la confección del mapa de ordenamiento territorial de las diferentes unidades territoriales denominadas en el país y especialmente para la unidad territorial Isla de la Juventud cuyos datos obtenidos son de utilidad práctica para la conformación del Esquema Nacional de Ordenamiento Territorial de la Republica de Cuba con todo el alcance que de ello se deriva.

INDICE

INTRODUCCION.....	Pág. 1
-------------------	--------

CAPITULO I. GENERALIDADES SOBRE EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LOS RECURSOS GEOLOGO-MINEROS

1.1 Antecedentes en Cuba del Ordenamiento Territorial.....	Pág. 8
------------------------------------------------------------	--------

1.1.1 Antecedentes del Ordenamiento Territorial de los Recursos

Minerales en Cuba.....	Pág. 10
------------------------	---------

1.2 Marco Legal.....	Pág. 13
----------------------	---------

CAPITULO II. MODELO CONCEPTUAL PARA LA ELABORACION DEL MAPA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL GEOLOGO-MINERO

2.1. Generalidades.....	Pág. 19
-------------------------	---------

2.2. Modelo Conceptual.....	Pág. 19
-----------------------------	---------

2.2.1. Sistema Físico Ambiental. Variable Recurso Geólogo-Minero	Pág. 21
------------------------------------------------------------------------	---------

2.2.1.1 Geología.....	Pág. 21
-----------------------	---------

2.2.1.2 Depósitos Minerales.....	Pág. 22
----------------------------------	---------

2.2.1.2.1 Potencial Geólogo Minero	Pág. 23
------------------------------------------	---------

2.2.1.3 Geomorfología.....	Pág. 29
----------------------------	---------

2.2.1.4 Biodiversidad.....	Pág. 30
----------------------------	---------

2.2.2. Sistema Económico Productivo. Variable Minería	Pág. 30
------------------------------------------------------------	---------

2.2.2.1 Minería	Pág. 31
-----------------------	---------

2.2.2.2 Áreas Mineras Reservadas	Pág. 32
----------------------------------------	---------

2.2.3 Resultados del Diagnóstico	Pág. 32
----------------------------------------	---------

2.2.4 Zonificación del Territorio	Pág. 35
-----------------------------------------	---------

CAPITULO III. PROCEDIMIENTO METODOLOGICO DE LOS TRABAJOS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LOS RECURSOS MINERALES

3.1 Generalidades.....	Pág. 34
------------------------	---------

3.2 Formulación.....	Pág. 35
----------------------	---------

3.2.1	Conceptualización.....	Pág. 36
3.2.2	Diseño.....	Pág. 39
3.2.3	Automatización.....	Pág. 44
3.3	Presentación.....	Pág. 48

CAPITULO IV ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LOS RECURSOS MINERALES DE LA UNIDAD TERRITORIAL ISLA DE LA JUVENTUD.

4.1	Generalidades.....	Pág. 49
4.2	Análisis de los Sistemas Físico Ambiental y Económico Productivo	
	Pág. 50
4.2.1	Geología.....	Pág. 50
4.2.1.2	Metalogenia.....	Pág. 51
4.2.1.3	Mineragenia.....	Pág. 52
4.2.1.4	Puntos Singulares.....	Pág. 53
4.2.2	Depósitos Minerales.....	Pág. 53
4.2.2.1	Materias Primas.....	Pág. 53
4.2.2.2	Estimación del Potencial Geólogo Minero.....	Pág. 56
4.2.2.3	Áreas Mineras reservadas.....	Pág. 57
4.2.2.4	Superficie Ocupada por los Recursos Minerales.....	Pág. 58
4.2.3	Biodiversidad.....	Pág. 59
4.2.4	Minería.....	Pág. 60
4.2.5	Factores Subsistema de infraestructuras.....	Pág. 61
4.3	Diagnóstico Territorial.....	Pág. 62
4.4	Mapa Ordenamiento Territorial de los recursos Geólogo-Mineros.	
	Pág. 63
4.5	Proyecciones del Sector Minero.....	Pág. 64
	CONCLUSIONES.....	Pág. 66
	RECOMENDACIONES.....	Pág. 68
	BIBLIOGRAFIA.....	Pág. 69

ANEXOS

- **Nominación de las Capas de los Mapas de Depósitos Minerales.....****Pág.**

Listado de Tablas

Tabla. 1.1 Esquema Nacional de Ordenamiento Territorial (ENOT) Categorías Sistémicas del ENOT, Ejes Temáticos y Principales Variables.

Tabla 1.2. Parte de los Sistemas de Indicadores Correspondientes a las variables principales de cada eje temático del ENOT. (Mendoza, 2006)

Tabla 2.1 Grupos de Clasificación General de Materias Primas según su Abundancia Relativa (Batista, 2004).

Tabla 2.2 Clasificación Ponderada de los Materiales según su Potencial Geólogo Minero (PGM)

Tabla 2.3. Categorías del Relieve según Díaz, et. al, 1986

Tabla 2.4 Elementos del Medio Territorial. Valor de Conservación.

Tabla 2.5 Clasificación del Geopotencial.

Tabla 4.1 Regularidades Mineragénicas de la Isla de la Juventud.

Tabla 4.2 Muestra de una parte de la hoja de cálculo Excel con el PGM

Tabla 4.3 Áreas Mineras Reservadas.

Tabla 4.4 Superficie ocupada por las Materias Primas (Año 2006)

Tabla 4.5 Arreas Protegidas del CITMA

Tabla 4.6 Relación de Concesiones Mineras.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo socio-económico del país y la obligación de actuar acorde a la política ambiental suscrita por el Estado cubano, exige el desarrollo y la implantación acelerada de nuevas técnicas de control y ordenamiento del territorio, más eficientes y científicamente argumentadas ante las urgencias territoriales de los diferentes organismos centrales del estado.

Desde principios de la última década del siglo pasado, el país ha enfrentado el reto de la supervivencia y el desarrollo en condiciones particularmente difíciles que han obligado a respuestas y decisiones inmediatas con definiciones de

estrategias parciales y sectoriales por parte del decisor actuando sobre el territorio, comportándose este último, como una variable dependiente que se modifica como consecuencia de lo que ocurre sobre él, lo que obliga a desarrollar y poner en práctica mecanismos que enrumben según un programa dado, el ordenamiento territorial de cualquier región.

En tal sentido, la dirección del país ha considerado impostergable el desarrollo y ejecución de un Programa Ramal de Ordenamiento Territorial para Cuba (PROTC) aprobado por el Ministerio de Ciencias Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) y bajo la dirección general del Instituto de Planificación Física (IPF) con el fin de que éste ofrezca a la dirección del país propuestas integrales de ordenamiento de las estructuras territoriales, compatibilizadas con los intereses de la defensa y del medio ambiente.

Los recursos minerales son un componente del territorio puestos en función social a través de la actividad minera y son considerados dentro del PROTC como una de sus variables a ordenar, en tanto estos son fuente para el desarrollo económico, presentan un determinismo geográfico y suelen ser no renovables y/o de alto valor de singularidad

Los recursos geólogo mineros hasta el momento han tenido un nivel muy bajo de ordenamiento territorial. Para integrarlos al Esquema Nacional de

Ordenamiento Territorial (ENOT) es necesario establecer cuales y de que forma lograr los niveles de información requeridos a los efectos del conocimiento de los medios físicos y socioeconómico en relación con los recursos minerales y llevar a cabo el procedimiento metodológico de obtención de dicha información, su manejo y gestión para definir áreas con diferente grado de factibilidad minera dentro de una unidad territorial dada en el territorio nacional y mostrar las opciones de uso del territorio para la actividad minera a corto, mediano y largo plazo. Como caso de estudio se toma como unidad territorial el Municipio Especial de la Isla de la Juventud. La investigación responde al programa presentado y aprobado para la misma en el que se considero como:

Objeto

El Ordenamiento Territorial de los Recursos Minerales.

Problema

El problema consiste en la falta, desactualización y/o limitado alcance del nivel de ordenamiento territorial de la rama geólogo-minera que conlleva a niveles limitados de sostenibilidad de estas actividades y a posibles conflictos de uso del espacio físico.

Hipótesis de Trabajo

Si se obtiene el diagnóstico para una unidad territorial dada, de sus particularidades naturales expresadas a través de los recursos minerales y del ecosistema que los circundan y al mismo tiempo son evaluados los niveles de su potencialidad actual y futura en el entorno socioeconómico, se pueden obtener niveles de ordenamiento y sostenibilidad minera a corto, mediano y largo plazo, previéndose los posibles conflictos de usos del territorio bajo análisis y las afectaciones medioambientales.

Objetivo General

Desarrollar una metodología para el ordenamiento territorial de los recursos minerales de la República de Cuba, que permita la confección por etapas del Mapa de Ordenamiento Territorial Geólogo Minero de Cuba a escala 1:100 000.

Objetivos Específicos

Diseñar el modelo que describa los factores que intervienen en el ordenamiento territorial geólogo minero, sus relaciones y los tipos de datos necesarios para conformar el diagnóstico sobre el que se analizarán las opciones de ordenamiento territorial de los recursos minerales.

Establecer el método que basado en el modelo diseñado, propicie la captación de la información, su sistematización y manejo en función de los requerimientos de las diferentes unidades territoriales y que propicie la confección del Mapa de Ordenamiento Territorial Geólogo Minero.

Aplicar, sobre el caso de estudio, la Isla de la Juventud, la metodología de confección del Mapa de Ordenamiento Territorial Geólogo Minero.

Alcance

Evaluar y actualizar progresivamente a nivel regional en las unidades territoriales definidas, el nivel de ordenamiento de los recursos minerales para su consideración en el Esquema Nacional de Ordenamiento Territorial (ENOT)

Resultado Esperado

Actualizar el nivel de ordenamiento de los recursos geólogo-mineros en el caso de estudio Isla de la Juventud a partir de la metodología propuesta para posteriormente aplicarla al resto de las unidades territoriales del país, llegando al conocimiento de:

- Las Características de los recursos geólogo-mineros dentro del Sistema Físico-Ambiental y Económico Productivo.
- El área que ocupan las diferentes materias primas en actual explotación.
- El área potencial que ocupan las diferentes materias primas minerales.
- Cuales y donde se encuentran los valores naturales y socioeconómicos relacionados a la actividad geólogo minera.
- Donde se encuentran las áreas en actual explotación. Cuan próximo a los lugares de consumo se encuentran. Que estatus legal tienen.
- De los depósitos minerales: cuales son las características geológicas, tecnológicas y medio ambientales; que conflictos territoriales tienen; que grado de estudio poseen. Que Potencial Geólogo Minero tienen.
- Que capacidad de Plantas hay y cual es la capacidad utilizada.

Impactos derivados de los resultados.

El principal impacto derivado de los resultados es la inserción del ordenamiento territorial de los recursos geólogo- mineros en el Esquema Nacional de Ordenamiento Territorial.

Otro impacto relevante del trabajo está relacionado con los procesos de dirección de la sociedad, al permitir un mayor acercamiento, entre los generadores de información y los usuarios de la misma propiciándoles un adecuado nivel de pertinencia del conocimiento que se tiene del tema y que facilita la evaluación en la toma de decisiones y su correspondiente implementación.

En particular, la información territorial, consecuentemente ordenada y disponible, aporta elementos de coordinación, lo que repercute en una mayor:

- Compatibilización de los aspectos territoriales con las políticas sectoriales.
- Coordinación entre diferentes niveles de decisión que actúan sobre un determinado territorio.

- Articulación en el tiempo entre los intereses operativos de corto plazo con las visiones estratégicas de largo alcance.

Se estimula el dialogo, el consenso y el compromiso en torno al ordenamiento territorial, lo que facilita la difusión del tema territorial e incrementa a todos los niveles la llamada “Cultura del Territorio”

Aporte

La reconceptualización del ordenamiento territorial de los recursos geólogo mineros en Cuba, que incluye más allá de las operaciones mineras actuales (ordenamiento estático); los geotopos que forman parte del patrimonio geocientífico y minero, las áreas mineras reservadas, las investigaciones geológicas desde sus inicios y la zonación territorial con diferentes grados de favorabilidad minera.

La metodología y estimación del potencial geólogo minero de cada depósito mineral, considerando las variables de tamaño, calidad, acceso, perspectiva y condiciones técnico mineras.

Tareas realizadas para dar cumplimiento a los objetivos de la Investigación:

Para cumplir los objetivos y validar la hipótesis de trabajo, fue necesario realizar las siguientes tareas:

1. Estudio bibliográfico sobre el tema del Ordenamiento Territorial de los Recursos Minerales en Cuba y en Ibero América.
2. Análisis de las fichas de proyecto del PROTC.
3. Diseño de un modelo conceptual donde se distingan los factores y atributos a considerar para llevar a cabo el ordenamiento territorial de los recursos geólogo mineros.
4. Estudio de las investigaciones temáticas y geólogo económicas que se han realizado en la Islas de la Juventud que se encuentran en el Archivo de la ONRM.

5. Elaboración de las fichas geólogo-mineras de cada una de las concesiones mineras, prospectos y otros depósitos de la Isla de la Juventud. (Incluye minería, procesamiento, tecnología y medio ambiente).
6. Creación y/o adecuación de las estructuras de las bases de datos necesarias a los requerimientos de la investigación, completamiento de la carga informativa en el caso de las concesiones mineras y Áreas Mineras Reservadas. (AMR) y validación de la información ya compilada.
7. Captación y sistematización de la información técnica y legal de las investigaciones geológicas y operaciones mineras en el territorio de la Isla de la Juventud.
8. Metodología y evaluación del Potencial Geológico y Geólogo-Minero de las ocurrencias y depósitos minerales reportados.
9. Caracterización y propuesta de los prospectos que pueden ser analizados como Áreas Mineras Reservadas.
10. Implementación del Mapa Geológico 1:100 000 de la Isla de la Juventud en el formato de trabajo.
11. Implementación en un sistema de información geográfico de la metodología de ordenamiento territorial de los recursos minerales
12. Obtención del Mapa de Ordenamiento Territorial Geólogo Minero de la Isla de la Juventud en función de su factibilidad para la explotación minera.

CAPITULO I. GENERALIDADES SOBRE EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LOS RECURSOS GEOLOGO-MINEROS

Ordenar un territorio determinado comprende conocer la realidad del mismo (diagnóstico), proponer y evaluar (planificación) las formas de manejo del territorio para proponer las intervenciones a ejecutar (gestión) (Grosso, 2005). El ordenamiento territorial debe efectuarse como una actuación política que se ha de inscribir en un marco regulatorio adecuado en función de objetivos colectivos consensualmente identificados, de transformación del territorio.

La esencia del ordenamiento territorial y cualquier análisis, con independencia de las personalizaciones posibles, deberá partir del conocimiento del Sistema Territorial, expresado éste por la relación recursos-sociedad, definido a su vez por dos sistemas: el Sistema Físico Ambiental (SFA) o Natural, y el Sistema Antrópico. El primero entendido como el ámbito geográfico de las influencias que determinan un potencial de recursos y elementos naturales (ecosistemas frágiles, montañas, cuencas, litoral, costas humerales, áreas protegidas, depósitos minerales y otros de carácter mas general de todo tipo dentro del sistema territorial y el segundo como tronco común de los subsistemas Económico-Productivo (SEP) (agropecuaria, azúcar, forestal, minero, turismo, energético alternativo, agua y su destino, empleo); de Asentamientos Humanos, de Infraestructura y otros definidos para el ENOT. (Mendoza, 2006).

El universo temático definido para el PROTC se corresponde con los Sistemas: Físico-Ambiental; Económico-Productivo; Infraestructuras Nacionales; Asentamientos Humanos y Desarrollo Social. (ENOT, 2002).

En el PROTC, se define el Ordenamiento Territorial como la expresión espacial de la política económica, social, cultural y ambiental de toda la sociedad con la cual interactúa, orientada al desarrollo equilibrado del territorio y a la organización físicas del espacio (ENOT, 2002). Por lo que resulta indispensable el análisis multidisciplinario de los diferentes elementos y procesos que lo caracterizan. La minería es uno de los ejes temáticos del

Sistema Económico Productivo (SEP) Tabla 1.1 del ENOT y los recursos geólogo-mineros, una de sus variables a ordenar.

Dentro del ENOT, el Ordenamiento Territorial de los Recursos Minerales clasifica dentro del eje temático de los recursos naturales explotables en el Sistema Físico Ambiental, con la variable geólogo - minera y en el eje temático de minería, del Sistema Económico-Productivo, con las variables de minerales metálicos, no metálicos, agua, fangos, y salinas. (Mendoza, 2006).

Los esquemas de ordenamiento territorial se realizan a escala nacional, provincial y municipal, o urbano, con horizontes temporales de mediano y largo plazo.

1.1 Antecedentes en Cuba del Ordenamiento Territorial.

La Planificación Física en Cuba surgió prácticamente con el triunfo de la Revolución y de inicio enfrentó las grandes desproporciones económicas y de servicios entre la capital y el resto de las ciudades.

Los primeros proyectos tenían que ver con la reducción de los desequilibrios territoriales y la búsqueda del desarrollo armónico de los territorios, la diversificación de las actividades productivas, el acceso de la población a los servicios, al empleo y la estructuración de un sistema de asentamientos que sirviese como elemento regulador del espacio físico. Se fomentó el crecimiento de la industria en las ciudades a lo largo del país para lograr la descentralización de la capital.

Paralelamente, se inició la implementación de un sistema de servicios básicos (en particular, educación y salud) a la población en cientos de asentamientos de nueva creación. Con este proceso se buscaba el logro del equilibrio económico y la equidad social. (OTC,2002)

Se desarrolló una concepción propia del ordenamiento del territorio. Se profundizó el proceso de localización de la industria y de asentamientos poblacionales a lo largo y ancho del país.

Durante los años 1980, se promovieron los primeros estudios de evaluación de impacto ambiental en el territorio, con el objetivo de evaluar los resultados de la gestión económica y social practicada en las décadas anteriores.

La década de los años noventa marcó un cambio en la concepción del ordenamiento. Ello estuvo dado por la inserción de Cuba en el mercado internacional lo que significó la acción de nuevos agentes, externos en su mayoría, en la organización de su territorio que provocaron transformaciones significativas en la vida del país, haciendo que el ordenamiento territorial se vinculara a una gran diversidad de nuevos programas que abarcaban el turismo, la adecuación a nuevas tecnologías en el uso agrícola de las tierras, la entrega de tierras en usufructo, la inversión extranjera, el redimensionamiento de la industria, la aparición del trabajo por cuenta propia, la reestructuración del comercio exterior y de particular incidencia, la respuesta del país ante los compromisos propios e internacionales de protección del medio ambiente.

En lo adelante los proyectos debían ajustarse a las nuevas realidades y convertir al ordenamiento en herramienta técnica, de trabajo, de gobierno y gestión del territorio imprescindible, con plazos, prioridades y niveles de compatibilidad interinstitucionales más precisos ante los nuevos y cambiantes escenarios en marcha.

La Planificación Física vinculada desde 1976 a la Junta Central de Planificación (JUCEPLAN) y hoy al Ministerio de Economía y Planificación (MEP), ha tenido entre sus funciones identificar en el territorio las alternativas más favorables para llevar adelante el proceso de transformaciones y la localización de las inversiones, que incluidas en planes quinquenales constituyen la expresión territorial del Plan Único de Desarrollo Económico y Social del país. Además, tiene la misión de integrar políticas sectoriales y territoriales: nacionales, provinciales y municipales, (O.T.C, 2003).

La institución encargada o que tiene entre sus responsabilidades, la misión por el Estado de realizar los trabajos de ordenamiento territorial en el país es el Instituto de Planificación Física. Sin embargo, trabajan en esta temática

numerosas instituciones de proyecto, enseñanza e investigación, (Empresas de Proyectos Agropecuarios, Instituto de Geografía Tropical, Escuela de Geografía de la Universidad de La Habana, entre las más importantes).

El PROTC surge como necesidad de integrar todos los esfuerzos multidisciplinarios que se realizan y completar las necesidades de nuevos proyectos. Bajo el razonamiento más general, el PROTC repasará y actualizará el nivel de ordenamiento que se ha alcanzado en las estructuras sectoriales y ramales en el territorio nacional, considerando aquellos elementos componentes que se han mantenido aplazados (estancados, rezagados) y requieren de su completamiento, ampliación y modernización y demandan de su inclusión ante nuevos procesos originados de reconversión de sistemas productivos e infraestructurales; o exigen de una reconsideración conceptual. (O.T.C, 2003).

El propósito de acometer el ENOT como parte del PROTC responde a la necesidad de definición de un marco conceptual mínimo de aproximación a su contenido, alcance y salidas fundamentales Tabla 1.2. Ello es imprescindible para poder implementar un procedimiento con bases científicas que guíe al equipo de especialistas que lo elaboren, hacia la obtención de un producto que además de útil, realista y flexible, cumplan con parámetros de calidad mínimos a partir de los cuales será evaluado. Estos son los retos actuales del ordenamiento territorial en Cuba.

1.1.1 Antecedentes sobre el Ordenamiento Territorial de los Recursos Minerales en Cuba.

En Cuba en la esfera geólogo minera, desde los primeros años de la etapa colonial, se iniciaron y continuaron estudios geológicos y operaciones mineras.

Con el Triunfo Revolucionario se intensificaron las investigaciones geológica tanto regionales como detalladas que condujeron a una proliferación de objetivos mineros, sobre todo en el campo de los materiales de construcción que estuvieron fuera de toda legislación y consenso hasta 1995 en que se aprueba la Ley 76, Ley de Minas. Comenzó entonces todo un proceso de

actualización y reconocimiento de todos los derechos mineros y la regularización para su otorgamiento que es antecedido por el proceso de micro localización (Decreto Ley 21 de Planificación Física). El proceso de otorgamiento, entre otras condicionantes transita por un sistema de compatibilizaciones con los intereses socio - económicos, ambientales y de la defensa del país, en lo que pudiera considerarse la primera estructura de un ordenamiento (ordenamiento estático), pero que por el momento se condiciona a una ocupación previa o no del espacio físico y no a una programación equilibrada del territorio en la organización física del espacio y su interacción con el medio ambiente (ordenamiento dinámico).

El ordenamiento de un territorio es posible luego de tener una caracterización del mismo, que posibilite su planificación y gestión, entonces, evidentemente, bajo esta concepción, el ordenamiento de los recursos minerales en Cuba se ha realizado solo parcial e incompletamente para regiones aisladas (Ej. Zonas de alta prioridad turísticas). Pero en el ámbito nacional sus deficiencias se reconocen en los problemas que contribuyen a la insostenibilidad de la actividad minera y que se describen sintéticamente a través de un Árbol de Problema que se utilizó como herramienta para identificar procesos y situaciones a valorar (diagnóstico) y en consecuencia desarrollar el plan de recolección de datos. (Figura 1.1)

Cuando la información geocientífica, aún existiendo, no se encuentra lo suficientemente generalizada y elaborada con vistas a que los ordenadores de los territorios puedan disponer de ella, estos desconocen en toda su amplitud las zonas de valor natural y por supuesto su potencial de recursos geólogo - mineros , por lo que un espacio que puede ser importante para la actividad geólogo - minera puede ser ocupado para cualquier otro uso y con ello destruir el posible patrimonio o inhabilitar la vocación minera del territorio evidenciándose un conflicto de uso del territorio que no siempre puede ser remediado.

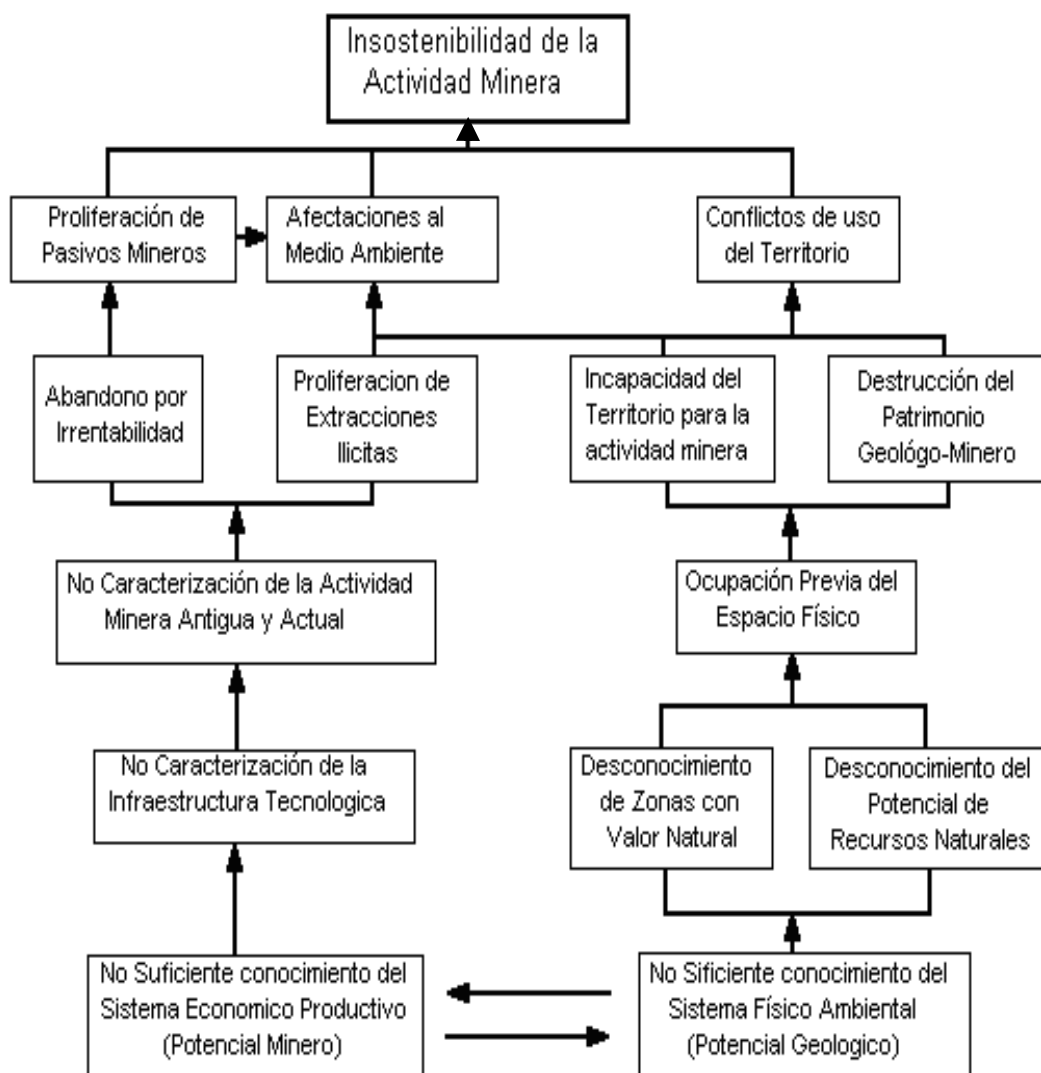


Figura 1.1 Árbol de Problemas

En el sistema económico productivo, en el eje temático minero, ocurre que por no tener la información adecuada, se multiplican extracciones sobre todo de materiales de construcción que hubieran podido ubicarse más racionalmente a partir de los pasivos mineros existentes que pudieron ser reactivados. Por otra parte, al ser abandonadas estas nuevas excavaciones por que cumplieron su propósito eventual o por evidente irrentabilidad, engrosan la lista de los pasivos ambientales. El efecto sumado es mayor afectación al medio, áreas con conflicto de uso, extracción de materia prima mineral no necesariamente idónea en todos los sentidos y en consecuencia, la insostenibilidad de la actividad minera y el desarrollo territorial.

1.2 Marco Legal

El ordenamiento territorial y urbanístico están definidos en el de Decreto Ley sobre la Planificación Física del país del año 2001 como “el sistema de elementos técnicos y administrativos encaminados a regular y controlar el uso y la transformación integral del territorio, con el objetivo de desarrollar y mejorar las condiciones del mismo para las funciones sociales y económicas a que está destinado...”

A esta definición se le suma lo concerniente al Acuerdo número 3808 del Consejo Ejecutivo del Consejo de Ministros del mes de noviembre del año 2000 que incluye formular, dirigir y controlar la aplicación de las políticas territoriales referidas al destino del uso del suelo; el ordenamiento espacial de las actividades productivas y no productivas; la organización territorial; la dirección del proceso de macro y micro localización espacial de las inversiones y la elaboración de metodologías de ordenamiento territorial, velando porque queden conciliados los intereses territoriales, sectoriales, ambientales y humanos en correspondencia con las estrategias y políticas nacionales y con los compromisos internacionales contraídos por el país en materia de salvaguardar la calidad ambiental global.

En resumen, entre los objetivos generales de la Planificación Física y que se llevan a cabo mediante el ordenamiento se encuentra el:

- Gestionar de manera responsable los recursos naturales, entre los que se consideran el geólogo-minero, la protección y rehabilitación del medio ambiente.

Entre los instrumentos legales para alcanzar este objetivo general se encuentran las siguientes regulaciones:

- Ley 76. Ley de Minas, 1995
- Ley de Inversión Extranjera, 1995
- Ley 81 Del Medio Ambiente, 1997
- Ley 85 Ley Forestal, 1998

- Decreto Ley 201 Del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, 1999
- Decreto Ley 212 De Gestión de la Zona Costas, 2000
- Normas Técnicas Ambientales de los años 1997-2000
- Decreto de Contravenciones en Materia de Ordenamiento Territorial y Urbanismo, 2001

Para el logro de estos fines se hace imprescindible la coordinación de acciones sectoriales, territoriales y la coordinación y cooperación entre niveles de decisión (nacional, provincial y municipal), la articulación de los intereses operativos a corto plazo y los estratégicos a largo plazo, la gestionabilidad del planeamiento previsto y aprobado, la participación de las instancias locales en el planeamiento y la compatibilidad de los intereses de la defensa.

Para el éxito del trabajo de ordenamiento territorial estas necesidades requieren de un instrumental jurídico que apoye el desarrollo de la actividad junto a la voluntad política de su implementación práctica de gestión y control colectivo del proceso de asimilación del espacio y los recursos de toda índole que sustenta.

Actualmente y desde 1995 la Ley 76, Ley de Minas y su Reglamento rigen la actividad Geólogo Minera del país y es la Oficina Nacional de Recursos Minerales (ONRM) del Ministerio de la Industria Básica, la autoridad minera que controla y fiscaliza su aplicación., La Ley 76, tiene como objetivo establecer la política minera y las regulaciones jurídicas que garanticen la protección, el desarrollo y el aprovechamiento racional de los recursos minerales en función de los intereses de la Nación. (Art. 1). en su Art.13 clasifica los recursos minerales en 5 grupos: minerales no metálicos; minerales metálicos; minerales portadores de energía; aguas y fangos minero medicinales (aguas minero-medicinales, minerales naturales, termales y fangos minero medicinales) y otras acumulaciones mineras, (residuos útiles para el aprovechamiento de algún componente, tales como colas, escombreras y escoriales.

En el cuerpo de la Ley 76 ha quedado registrado por primera vez en una legislación minera cubana, la categoría de Área Minera Reservada, (Capítulo XIII, Art.70) como zona que por su perspectiva evidente de la existencia de concentraciones minerales, sea conveniente preservar, limitando la realización de actividades ajenas a las geológicas o mineras que puedan dañar la ejecución del propósito minero para el cual se preservó dicha área. Entre sus disposiciones finales (tercera) se expresa que Corresponde al Ministerio de Ciencias Tecnología y Medio Ambiente, en su carácter de organismo encargado de dirigir y controlar la política encaminada a garantizar la protección del medio ambiente y el uso racional de los recursos naturales, regular, evaluar y aprobar, cuando proceda, las actividades de mitigación y restauración del medio ambiente requeridas durante la ejecución de las concesiones mineras, así como establecer, supervisar y exigir el cumplimiento de las disposiciones ambientales establecidas para la actividad, lo cual incluye la realización de inspecciones estatales ambientales y la aplicación de las sanciones previstas en la legislación vigente.

La Ley de Minas, su reglamento y la Ley del Medio Ambiente, constituyen junto a la voluntad política del Estado, las herramientas fundamentales para materializar el principio de integración necesario en el manejo del ordenamiento territorial geólogo – minero y que realmente pueda concretarse en una acción de consulta obligatoria y práctica común de los organismos administrativos del Estado cubano.

La exigencia de la puesta en práctica de una reconsideración conceptual del manejo de las áreas mineras ante los nuevos retos de desarrollo del país y lograr una explotación de los recursos minerales compatible con el desarrollo sostenible, exige del ordenamiento territorial de los recursos minerales en función de la factibilidad minera y ambiental y para ello es necesario conocer desde el punto de vista geólogo - minero, la potencialidad, valores patrimoniales y posible conflictos de usos del espacio físico en las unidades territoriales de ordenamiento identificadas en el territorio nacional.

Tabla. 1.1 ESQUEMA NACIONAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL (ENOT) Categorías Sistémicas del ENOT, Ejes Temáticos y Principales Variables (Mendoza, 2006).

	Categorías sistémicas y Ejes temáticos.	Variables
1	SISTEMA FISICO AMBIENTAL	
1.1	Recursos Naturales Explotables	1.1.1 Recurso Suelo, 1.1.2 Forestal, 1.1.3 Geólogo-minero, 1.1.4 Hídrico.
1.2	Ecosistemas Frágiles	1.2.1 Secos, 1.2.2. Húmedos, 1.2.3 Costeros –Cayos 1.2.4 Montañas
1.3	Áreas protegidas	1.3.1 Categorías de manejo, 1.3.2 Zonificación. Continuación.....
1.4	Variabilidad y Cambios Climáticos Globales	1.4.1 Estado del Clima, 1.4.2 Variaciones, 1.4.3 Efectos
1.5	Usos del Suelo	Fondos: 1.5.1 Agrícolas, 1.5.2 Pecuarios, 1.5.3 Forestal, 1.5.4 Poblacional Constructivo
2	SISTEMA ECONOMICO PRODUCTIVO	
2.1	Agropecuario	
2.2	Azúcar	
2.3	Forestal	2.3.1 Protector, 2.3.2 Productor, 2.3.4 Conservación
2.4	Minero	2.4.1 Metálico, 2.4.2 No Metálico, 2.4.3 Aguas, 2.4.4 Fangos ,2.4.5 Salinas.
2.5	Turismo	2.5.1 De Playa, 2.5.2 De Naturaleza, 2.5.3 De Ciudad
2.6	Energético Alternativo	2.6.1 Primaria, 2.6.2 Secundaria
2.7	Agua su destino	2.7.1 Agricultura, 2.7.2 Industria, 2.7.3 Población
2.8	Empleo	

3	SISTEMA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS	
3.1	Estructuración y fundamentación	3.1.1. Influencia de las Ciudades, 3.1.2 Tendencias de urbanización y concentración de la población en asentamientos, niveles y territorios, 3.1.3 Relaciones entre los niveles del SAH
3.2	Desarrollo Poblacional	3.2.1 Crecimiento, 3.2.2 Distribución, 3.2.3 Estructura (composición), 3.2.4. Recursos Laborales
3.3	Condiciones de Vida	3.3.1 Vivienda, 3.3.2 Salud, 3.3.3, Educación , 3.3.4 Cultura, 3.3.5 Servicios
3.4	Vulnerabilidad	3.4.1 Alimentaria, 3.4.2 Ambiental y Social
4	SISTEMA DE INFRAESTRUCTURAS	
4.1	Infraestructura hidráulica	4.1.1 Acueductos, 4.1.2 Trasvases, 4.1.3 Drenajes
4.2	Infraestructura de transporte	4.2.1 Terrestre, 4.2.2 Marítima, 4.2.3 Aérea.

Tabla No. 1.2. Parte de los Sistemas de Indicadores correspondientes a las variables principales de cada eje temático del ENOT. (Mendoza, 2006)

	Eje Temático y Variable.	Indicador de Entrada
1.1	Recursos Naturales Explotables	
1.1.1	Recurso Suelo	Superficie por categoría agropecuaria. Superficie por factores limitantes principales y % respecto al total. Variación de la superficie cultivable por habitante.
1.1.2	Recurso Forestal	Superficie de patrimonio y % respecto al potencial. Superficie de bosque, Superficie de plantaciones. Variación de la superficie cubierta respecto al potencial.
1.1.3	Recurso	Superficie potencial por tipo de mineral. Superficie

	Geólogo - Minero	Explotable por tipo de mineral.
1.1.4	Recurso Hídrico	Volumen potencial (Total, superficial y subterráneo), Volumen aprovechable, Volumen disponible por habitante.

CAPITULO II MODELO CONCEPTUAL PARA LA ELABORACION DEL ORDENAMIENTO TERRITORIAL GEOLOGO - MINERO.

2.1. Generalidades

Para llegar al ordenamiento territorial de los recursos minerales se parte del análisis y relaciones de entidades que conforman los Sistemas Físico Ambiental, Económico Productivo y los subsistemas de Asentamientos Humanos e Infraestructuras para una región dada, entendida esta como una Unidad Territorial Básica, (UTB) tomando en consideración no solo las variables implicadas en los ejes temáticos (op.citp.) sino también todo el proceso de investigaciones geológicas desde la prospección hasta el cierre de minas y los aspectos vinculados al patrimonio geólogo minero. Ya que el fin de estas actividades de ordenamiento es lograr la sostenibilidad de la actividad minera y el desarrollo sostenible en general.

2.2. Modelo Conceptual

El Modelo Conceptual describe cuales son los objetos gráficos y sus atributos (información alfanumérica) que se identifican con el modelo de datos del mundo real considerado sobre el que se actuara para obtener la información y conocimientos que respondan al ordenamiento territorial de los recursos minerales.

En la Figura 2.1 se representan las entidades o categorías que serán analizadas desde sus relaciones espaciales y características (atributos alfanuméricos) para conceptualizar el mundo real del territorio bajo análisis y mostrar los requerimientos de información, conocimiento, organización y sistematización necesarios para lograr el diagnóstico y obtener los resultados cartográficos temáticos del mismo, a partir de los cuales se podría entonces realizar la zonificación del territorio en función de su factibilidad para la explotación minera.

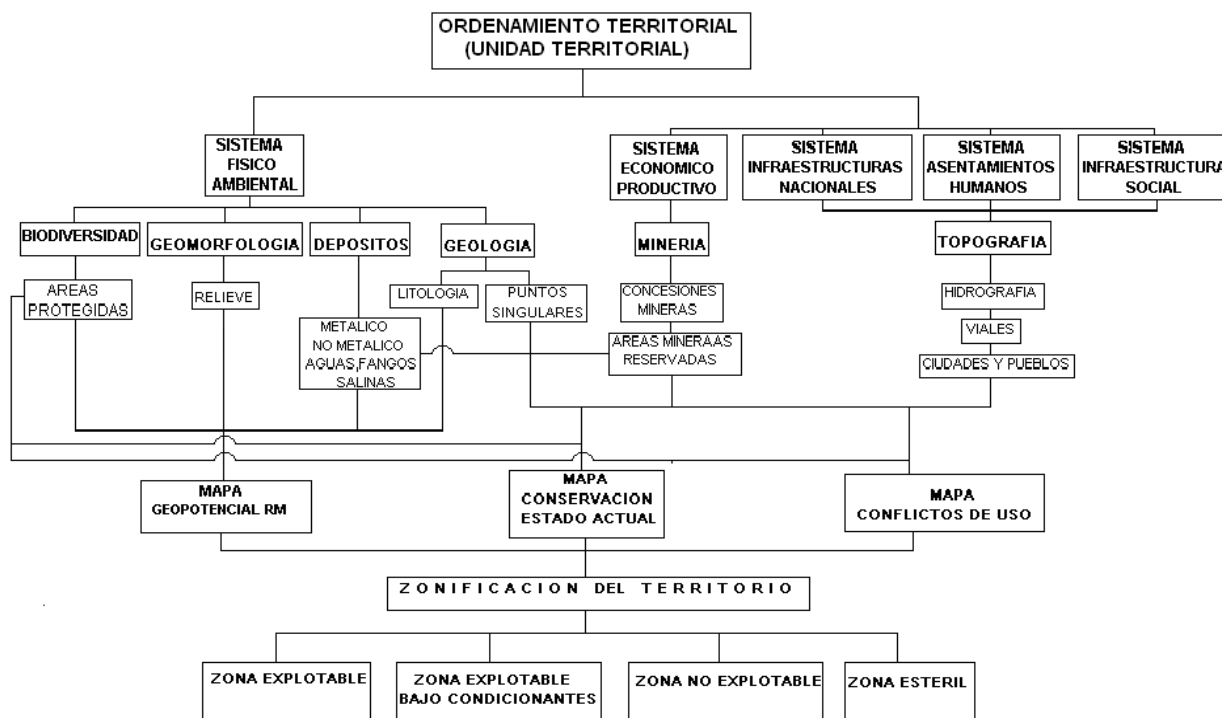


Figura 2.1 Modelo Conceptual

Como punto de partida se identifican las unidades territoriales en el ámbito nacional sobre las que se aplicara la metodología de ordenamiento. En principio los criterios para definirlas se han vinculado a las características morfológicas del país de isla alargada y estrecha, con orientación general W-E y disposición de sus estructuras geológicas S-N, y atendiendo a la existencia de regiones muy distintivas ya sea por su carga administrativa (Región de La Habana) o desarrollo minero (Región Norte Oriental, Holguín – Moa - Baracoa). Se consideraron de inicio, la separación en ocho unidades territoriales: Pinar del Río, Región de La Habana (Ciudad de La Habana - Habana), Matanzas, Región de Las Villas (Villa Clara, Santi Spíritus y Cienfuegos), Región Camagüey (Ciego, Camagüey, Las Tunas), Región Norte Oriental (Holguín-Moa - Baracoa), Región Sur Oriental (Gramma, Santiago de Cuba) y el Municipio Especial Isla de La Juventud. (Figura. 2.2.) Estas 8 unidades territoriales obviamente pueden y deben ser redefinidas en otras unidades territoriales ya sea por el detalle territorial que se quiera analizar, o llegado el

momento del diagnóstico integrado, al considerar las otras variantes de los subsistemas que confirman la realidad territorial.

A los fines de esta investigación, se usará como referente la unidad territorial Isla de la Juventud, limitada por su línea de costa.

El diagnóstico de los recursos geólogo-mineros del territorio resulta del análisis de las categorías naturales del Sistema Físico Ambiental (geología, depósitos minerales, geomorfología y biodiversidad) que son fuente de recursos relacionados estrechamente con el geopotencial minero o inciden en sus restricciones y los procesos tecnológicos considerados en el Sistema Económico Productivo en sentido amplio, (minería, viales, hidrografía, ciudades y pueblos). Son estas categorías las que caracterizan el compromiso actual y las posibilidades de desarrollo del territorio ya que son quienes determinan las características de la ocurrencia mineral, grado de favorabilidad para su asimilación industrial, el geopotencial de los recursos geólogo mineros, los valores naturales e industriales de necesaria conservación y el nivel de posibles conflictos con otras actividades actuantes.

A partir de la información resultante del diagnóstico para la actividad geólogo-minera, se está en condiciones de llevar a cabo la zonificación del territorio atendiendo a los diferentes grado de factibilidad minera (zonas explotables, no explotables, explotables bajo determinada condicionalidad y zonas estériles o de muy bajo potencial geológico-minero) Esta zonificación y su vinculación a los valores del potencial de los depósitos minerales identificados constituyen el fundamento del ordenamiento territorial de los recursos geólogo-mineros.

2.2.1 Sistema Físico Ambiental, variable recurso geólogo-minero. Categorías Naturales.

2.2.1.1 Geología.

Se analiza a través del Mapa Geológico. Como elemento fundamental del mapa geológico se trabaja con:

1.- Las unidades litológicas, que por su composición litológica, características tecnológicas y estructura se constituyen en litotecto que podrían ser favorables a la acumulación de un determinado recursos mineral, condicionando las áreas potenciales para la acumulación de materias primas no metálicas y la favorabilidad al desarrollo de mineralización metálica.

2.- Ubicación espacial de los holotipos de las unidades estratigráficas y otros geotopos de significativa importancia para las geociencias como parte del patrimonio geológico cubano y de la humanidad.

Los aportes de los estudios estratigráficos en Cuba, hacen referencia a localidades tipos, cotipos, y otras singularidades de inestimable valor científico y docente tanto de carácter nacional como internacional que no siempre se les ha dado el carácter patrimonial que deben tener y que deben ser conocidas y tomadas en cuenta por los decisores territoriales.

Actualmente se encuentra en elaboración y edición en el Instituto de Geología y Paleontología una versión generalizada y actualizada del mapa geológico digital 1:100 000 de Cuba. Este mapa será el referente para los trabajos de ordenamiento territorial geólogo minero. Para la unidad territorial Isla de la Juventud, se utilizaron las hojas del mapa geológico confeccionadas para este territorio por los autores Millán y Peñalver, 2003. sobre AutoCad map que fueron implementadas por la autora a los fines de esta tesis sobre una plataforma SIG.

La base de datos del Léxico Estratigráfico de Cuba, (Lexico.mdb), vinculada al mapa geológico, recoge toda la información referida a las unidades estratigráficas y depósitos innominados, aprobados por la Comisión del Léxico y representadas en el Mapa Geológico.

2.2.1.2 Depósitos Minerales

Constituyen junto al sistema de concesiones el principal indicador a analizar. Se establecen dos niveles de información, el primero incluye el reporte de todos los depósitos minerales grandes, medianos, pequeños y manifestaciones minerales identificados al momento actual, con independencia de su grado de

estudio y caracterizados en su forma más general por su uso industrial. Los usos industriales considerados son: cemento, agricultura, áridos construcción, industrias varias, cerámica, pigmentos, medicina, decorativos, vidrio y metalurgia.

El segundo nivel de información se refiere a todos los depósitos de minerales sólidos y aguas en la categoría de prospectos, cuyo grado de estudio haya hecho posible una estimación cuantitativa del recurso mineral y esta estimación haya sido aprobada por la ONRM formando parte del Balance Nacional de Recursos y Reservas del país.

Los atributos que caracterizan los depósitos minerales se encuentran recogidos en las bases de datos Access INFOYAC y la del Balance Nacional de Recursos y Reservas (BNRR). Todos los depósitos conocidos, se encuentran georeferenciados por sus coordenadas centrales y los yacimientos y prospectos recogidos en el BNRR delimitados por las coordenadas de los vértices de los polígonos que generan. En las Tablas de atributos se identifica la localidad, nombre, tipo y características de la materia prima, tamaño, uso industrial, datos de la infraestructura, condiciones técnico mineras, comentario sobre la prospectividad, estadio de investigación y grado de asimilación industrial. Propiedades físicas y químicas referidas al valor mínimo, máximo y medio. Datos del estado de sus recursos y reservas y el valor estimado del potencial geólogo minero y las variables que este involucra, establecido paralelamente al análisis general de los depósitos minerales.

2.2.1.3 Potencial Geólogo Minero

El Potencial Geólogo Minero (PGM) es la capacidad que tiene el territorio de ofrecer su potencial de recursos minerales con calidad, cantidad y en condiciones de explotabilidad que favorezca su aprovechamiento minero. (modificado de Sánchez, 2002). Se considera su estimación imprescindible como parte de los índices del diagnóstico a tener en cuenta en las acciones de ordenamiento de recursos minerales. Para su análisis se realiza una ficha de

trabajo de cada depósito mineral donde se analiza y evalúa la información sobre las variables tamaño de la ocurrencia, calidad, acceso, perspectiva y condiciones técnico mineras, particularizando tanto en la realidad geólogo-minera como en las necesidades de la unidad territorial dada.

En la estimación del potencial geólogo minero se aplica una escala de valores de 1 a 5 (para los valores mínimo y máximo respectivamente) afectada por un coeficiente de ponderación o peso, que permite cuantificar su importancia con relación a las demás variables (Molina, 2002). A este coeficiente se llega por el consenso de los expertos con el objetivo de minimizar la subjetividad durante la evaluación. Los expertos deberán tener en cuenta un previo análisis de los tipos existentes de materias primas minerales y sus características para cada unidad territorial. Esto se explica porque puede que en una unidad territorial los depósitos de áridos naturales y de machaqueo sean muy escasos, pero sin embargo abunden los recursos cerámicos, en este caso la variable cantidad, para los áridos tendrá un mayor peso en relación a las otras variables analizadas, donde las condiciones técnico mineras pudieran ser por ejemplo equivalentes en los otros grupos industriales. En el caso de la Isla de la Juventud abunda la arena cuarzosa para su uso en la construcción pero la arena cuarzosa o sílice de mayor calidad solo se establece en un sector de Sabana Grande, luego en este último la variable calidad debe ser diferenciada y de mayor peso.

Tamaño de la Ocurrencia, (T):

Se refiere al volumen de los recursos que clasifica los depósitos en Grandes, Medianos y Pequeños. Existen normas de clasificación de los tamaños de los depósitos por el volumen de sus recursos que operativamente se encuentran vigentes y fueron utilizadas en el Mapa de Yacimientos Minerales Esc:1:500 000 De Cuba de 1989 (De los Santos, 1989).

La puntuación a valorar será:

Grandes **G:(5)**

Medianos **M:(4)**

Pequeños **P:(3)**
 Manifestación **M:(2).**

Calidad, (CL):

Se evaluará por el experto los parámetros para los cuales ha sido evaluada la materia prima, tomando en cuenta el comportamiento de los índices analizados. Si:

- ✓ Todos los índices se mueven dentro de valores medios, la evaluación es de muy alta (**MA**) y puntea con 5.
- ✓ Algún índice se encuentra muy próximo a los valores límites (mínimo y/o máximo), sería alta (**A**) y puntea con 4.
- ✓ Alguno de los índices no cumpliera con los parámetros exigidos y si los otros, requiriéndose tareas de beneficio y de mezclas, se considera de calidad media (**M**) y punteara con 3.
- ✓ También se tendrá en cuenta la diversidad de usos que resalta la importancia económica del recurso al darle alternativas de uso, por lo que puede considerarse una materia prima útil aunque de calidad baja (**B**) y la misma puntea con (2).

Acceso, (A):

En la valoración del tipo de acceso influyen varios aspectos, uno de ellos es el tipo de relieve sobre todo si se tiene en cuenta que se ha de transportar mineral, el tipo de vía y si esta existe o no, lo cual influiría en los costos de la posible inversión. El experto deberá considerar otros factores que influyen en el estado de las vías, como son las pendientes, el drenaje natural y otras. Los criterios más generales que se utilizan aquí son:

- ✓ Carretera por relieve de llanuras bajas a altas: **MB** (5)
- ✓ Terraplén por relieve de llanuras bajas a altas: **B** (4)
- ✓ Carretera y Terraplenes por relieve de alturas pequeñas a medias: **R** (3)
- ✓ Carretera y Terraplenes por relieve de alturas grandes y submontaña: **M** (2)
- ✓ Camino de montaña: **MM** (1)

Perspectividad, (P):

Mide la posible continuidad litológica del depósito. Se evalúa como:

- | | | |
|----------------------------------------------------------------|-----------|------------|
| ✓ Muy Perspectivo (distribución regional) | MP | (5) |
| ✓ Perspectivo (amplia distribución más allá del depósito) | P | (3) |
| ✓ Poco Perspectivo (local, escasa posibilidades de expansión) | PP | (1) |

Condiciones técnico mineras (CTM):

Se toman en consideración las características del macizo, condiciones tectónicas, nivel de las aguas, posible drenaje natural, otras. Se valoran de forma general en:

Muy Buenas	MB (5)
Buenas	B (4)
Regular	R (3)
Malas	M (2)
Muy Malas	MM (1)

A continuación, la Tabla 2.2 muestra la clasificación ponderada grupal de los materiales teniendo como punto de partida la Tabla 2.1 (Batista, 2004), pero complementada con los coeficiente de ponderación que se definen en esta investigación utilizando criterios de experto, para los atributos que caracterizan su potencial geólogo minero

Tabla 2.1 Grupos de Clasificación General de Materias Primas no Metálicas según su Abundancia Relativa (Batista, 2004).

G R U P O I	○ calizas y calizas dolomíticas (amplia distribución, explotación masiva, múltiples usos)
	○ arcillas (amplia distribución, explotación masiva)
	○ arenas polimícticas (amplia distribución, extracción masiva)
	○ andesitas (roca magmática más abundante)
	○ asfaltitas y bitúmenes (múltiples usos, aceptable-buena calidad)
	○ tobas zeolíticas (amplia distribución, alta calidad, múltiples usos)
	○ caolines (buena calidad)
	○ arenas cuarcíferas (alta calidad)
G R U P O II	○ margas, turba, feldespatos, fosforita, barita
	○ cuarcita, dolomita calcárea, yeso, micas
	○ calcarenita, mármol, granodiorita y granitoides
	○ vidrio volcánico, areniscas, cuarzos
	○ magnesitas, tobas., bentonita, paligorskita
	○ dolomita, gabro, sal gema, mármol
	○ wollastonita, calizas marmóreas
G R U P O III	○ asbestos crisotílico y anfibólico
	○ ópalos
	○ granates
	○ jadeíta
	○ grafito
	○ cianita
	○ cuarcitas

Tabla 2.2 Clasificación Ponderada de los Materiales según su Potencial Geólogo Minero (PGM)

Grupo I materiales de mas amplio uso y explotación masiva			
	Atributos	Nomenclatura	Coeficientes de Ponderación (Kj)
	Tamaño	T	0,15
	Calidad	CL	0,15
	Acceso	A	0,30
	Perspectividad	Pp	0,10
	Condiciones técnico mineras	CTM	0,30
Grupo II materiales de perspectiva mas reducida			
	Tamaño	T	0,20
	Calidad	CL	0,15
	Acceso	A	0,25
	Perspectividad	Pp	0,15
	Condiciones técnico mineras	CTM	0,25
Grupo III materiales mas escasos, raros, únicos, especiales			
	Tamaño	T	0,20
	Calidad	CL	0,30
	Acceso	A	0,15
	Perspectividad	Pp	0,20
	Condiciones técnico mineras	CTM	0,15

Teniendo en cuenta las Tablas precedentes el valor del PGM del depósito sometido a análisis se estima como:

$$\text{PGM} = \underline{K_t} * T + \underline{K_{cl}} * CL + \underline{K_a} * A + \underline{K_p} * P + \underline{K_{ctm}} * CTM$$

Donde:

$\underline{K_t}$, $\underline{K_{cl}}$, $\underline{K_a}$, $\underline{K_p}$ y $\underline{K_{ctm}}$, Son los coeficientes de ponderación considerados para la variable dada según el grupo antes definido. Tabla 2.1

La estimación del potencial geólogo minero es uno de los aportes más importantes a considerar en el marco de esta investigación, tanto metodológicamente como por el nuevo conocimiento generado.

Geomorfología.

Los fenómenos geomorfológicos constituyen elementos físico geográficos producto de una modelación del terreno en función de los factores naturales y socioeconómicos que ocurren sobre el. Se analiza la clasificación altimétrica del territorio, atendiendo a que sustenta el parámetro que se tomó para la clasificación del terreno considerada en este trabajo.

Una clasificación altimétrica muy recurrida por que realmente se basa en la generalización geomorfológica del territorio cubano, con independencia de su aplicación original al territorio centro oriental de Cuba, es la de Díaz y Portela, 1986, y es la que se adopta en este trabajo. En esta clasificación se consideran 3 categorías de pisos altitudinales del relieve Tabla 2.3, cada categoría considera a su vez, varios niveles de rango que son los que definen el piso altitudinal con su denominación correspondiente.

Tabla 2.3 Categorías del Relieve según Díaz, et.al, 1986

Categoría del Relieve	Piso Altitudinal	
	Rango	Denominación
Montañas	2000-1500	Montañas medias
	1500-1000	Montañas bajas
	1000-500	Montañas pequeñas
	500-300	Submontañas
Alturas	300-200	Alturas grandes
	200-120	Alturas medias
Llanuras	120-80	Llanuras altas
	80-20	Llanuras medias
	< 20	Llanuras bajas

2.2.1.3 Biodiversidad

La Biodiversidad, es un factor natural que invariablemente interactúa con las labores de investigación geológica, explotación minera y/o de procesamiento de mineral. Su evaluación diagnóstica se vincula invariablemente a la evaluación del geopotencial minero, de los valores para la conservación natural y su obligada confrontación a otros intereses territoriales.

El Ministerio de Ciencias Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) en aplicación de la Ley 81 del Medio Ambiente y del Decreto Ley 201 Del Sistema Nacional de Áreas Protegidas ha identificado y declarado o propuesto, una serie de zonas de alto valor para su conservación como Áreas Protegidas clasificadas de acuerdo a su nivel de manejo en: Recurso Florístico Manejable (RFM), Área Protegida de Recurso Manejable (APRM); Reserva Ecológica (RE); Elemento Natural Destacado (END); y Parque Nacional (PN). Las restricciones que se imponen en estas áreas pueden desde invalidar el proyecto minero, lo que reducen en tales casos el posible potencial geólogo-minero, hasta obligar a tomar en cuenta condiciones específicas de manejo del territorio que han de observarse para evitar o minimizar los impactos ambientales indeseables en aras de lograr la sostenibilidad de la actividad minera.

El Centro Nacional de Áreas Protegidas (CNAP), cuenta con una base de datos grafica sobre plataforma MapInfo de las áreas protegidas actuales y en proceso de aprobación que aportan la información suficiente para considerar posibles opciones territoriales.

El conocimiento general de la distribución espacial de la vegetación considerada aquí, (bosques, malezas y cultivos) puede ser obtenido de los mapas topográficos)

2.2.2 Sistema Económico Productivo, variable minería.

El Sistema Económico Productivo es considerado en su más amplia denominación, puesto que este sistema no se sostiene por si mismo sin

considerar los sistemas de asentamiento humanos y de infraestructura, al igual que la obligada interrelación entre los ejes temáticos de los diferentes sistemas.

Es por estas razones que se analiza como factores socioeconómicos no solo los propiamente mineros, sino también los de incidencia directa en la minería, como son las plantas de procesamiento de mineral, infraestructura vial, la industria minera, entendida esta como aquella que consume directamente el recurso mineral, (Plantas de zeolitas, Fabrica. de Cemento, Tejares, entre otras.); embalses, y otros de carácter local que pudieran considerarse.

Esta información socioeconómica se obtiene de los mapas topográficos, de la Oficina Nacional de Estadística (ONE) y de la base de datos de concesiones mineras donde fue volcada la información de campo y la compilada de archivo registradas en fichas de trabajo diseñadas para este trabajo.

2.2.2.1 Minería

Los depósitos minerales se constituyen en yacimientos cuando pueden ser explotados con rendimiento económico, lo cual es una condición dinámica en función del mercado, tipo de tecnología, condiciones ambientales, política minera, y otras variables a considerar. Los depósitos para su explotación, por Ley, requieren estar concesionados, lo que les otorga carácter de pertenencia sobre el territorio que ocupan por el término que haya sido otorgada la concesión.

Esta temporalidad debe considerarse en el plan de desarrollo territorial hasta llegar el momento de la rehabilitación de los terrenos minados que será proyectada como parte del proyecto de investigación. Si se llegaran a realizar operaciones mineras sobre el depósito, la rehabilitación debe realizarse siempre que sea posible según avanza la explotación hasta el momento de cierre y poscierre de la mina cuando se considere franco el territorio que antes fuera concesionado.

Las plantas de procesamiento de mineral, también se encuentran concesionadas, algunas veces de forma independiente, pudiendo procesar mineral de varios yacimientos.

La documentación de las concesiones se encuentra en los expedientes de las mismas en el Registro Minero de la ONRM, quien cuenta por el momento con una base de datos gráfica en plataforma MapInfo la que a los efectos de esta investigación, se vinculo con base de datos en formato Access diseñada para completar la información tanto para el Registro Minero, como para la documentación del ordenamiento territorial. En ella se identifica el nombre, estatus legal, término, titular, organismo, código único de la concesión, acceso, localidad; si se trata del área minera, los datos referente a la geometría de la mina y/o cantera, datos técnica económicos y características de las escombreras y depósitos identificación de los impactos al medio y las medidas de mitigación.

2.2.2.2 Áreas Mineras Reservadas

La identificación de las posibles Áreas Mineras Reservadas (AMR) es hoy día una necesidad dentro de las urgencias territoriales que se propician con el desarrollo económico del país. Su no declaración oportuna a partir del análisis mineragénico, metalogénico y de los datos que aportan las prospecciones realizadas y los intereses socioeconómicos, pueden comprometer el plan de ordenamiento de los recursos minerales a mediano y largo plazo, por lo que en las unidades territoriales donde estas no hayan sido definidas, serán los primeros trabajos a realizar. Para su consideración, se toma en cuenta, luego de caracterizar la carga de recursos minerales presentes en la unidad territorial, la demanda territorial y regional de las materias primas según planes prospectivos y particularidades socioeconómicas, se identifica el tipo, uso, estimación de los recursos, se define su contorno y se argumenta la necesidad de su protección bajo la condición de área minera reservada.

2.2.3 Resultados del diagnóstico

Se expresa a través de los mapas derivados, de: valor de conservación del estado actual, de conflictos de uso y de potencial geólogo minero, que en su conjunto exponen los retos, conflictos y potencialidades de las investigaciones geológicas y la explotación minera.

Mapa de Valor de Conservación del Estado Actual.

Representa las áreas comprometidas del territorio tanto por su valor natural como por su interés minero y socio económico general que deben ser conservadas preferentemente y su valor relativo de conservación en atención a su estatus legal y posibilidades de manejo de los diferentes elementos del medio tales como vegetación, fauna, agua, paisaje, yacimientos, puntos singulares, entre otros a considerar. Por tanto se obtiene de las operaciones de superposición (unión) de los elementos considerados en los mapas temáticos topográficos, mineros, geológicos y de biodiversidad. En el presente estudio las concesiones mineras, las áreas mineras reservadas, las localidades únicas, las áreas protegidas y los embalses se consideran como áreas de máximo valor de conservación dentro de la temporalidad establecida para la actualización del ordenamiento; de valor relativo menor se consideran las áreas de las concesiones de procesamiento ya que admiten, bajo consideraciones de un conflicto territorial, la posibilidad de su movimiento. Los holotipos de las unidades estratigráficas, se valoran en un grado decreciente respecto a las anteriores ya que de ser necesario podrían admitir una posible redefinición.

El objetivo perseguido es la definición en cada unidad territorial de los elementos del medio relacionados de cualquier forma con la actividad geólogo-minera que deben ser conservados según un valor de interés. Se proponen los siguientes índices de valor, Tabla. 2.4.

Tabla. 2.4 Elementos del medio territorial. Valor de conservación.

Código	Elemento del Medio	Índice de Valor
1	Concesión Minera	5
2	Concesión de Procesamiento	4
3	Concesión de Investigación	4
4	Área Minera Reservada	5
5	Localidad Única	5
6	Holotipos	3
7	Área Protegida	5

Mapa de Conflicto de Uso.

Representa de haberlo, el conflicto territorial, actual y potencial de los recursos minerales existente en el área de análisis con otros usos del suelo o con áreas que poseen algún tipo de restricción.

Como otros usos del suelo se consideran los más generales y al mismo tiempo relevante, como los asentamientos humanos, áreas industriales, embalses y uso minero (concesiones y áreas mineras reservadas). Como áreas de restricción son consideradas las de protección medioambiental o minera en sus diferentes categorías de manejo. Se obtiene de la superposición (operación de intersección) del mapa concesiones mineras, depósitos y áreas mineras reservadas, con el mapa de valor para la conservación de los elementos del medio físico y socioeconómico.

Mapa del Potencial Geólogo Minero

Es la imagen cartográfica del valor del potencial de los recursos minerales estimado por la evaluación de experto de las variables descritas para ello, considerando las áreas de exclusión de cualquier categoría. Se obtiene por operaciones de superposición del mapa de conflictos y geopotencial de recursos minerales.

Para clasificar el potencial geólogo minero de prospectos y/o yacimientos minerales se utilizan los siguientes nomencladores e intervalos. (Molina,2002).Tabla 2.5

Tabla 2.5. Clasificación del Geopotencial Minero

Código	Clasificación del Geopotencial Minero	Rango de Valor
1	Muy Alto	4.1 - 5
2	Alto	3.1 - 4
3	Medio	2.1 - 3
4	Bajo	1.0 - 2
5	Muy Bajo	< 1

2.2.4 Zonificación del Territorio

Una vez concluido el diagnóstico del territorio, se pasa a la zonificación del mismo de acuerdo a su grado de favorabilidad minera como :

1. Zona explotable: Aquella zona que conteniendo una carga menífera y de ocurrencias de materias primas minerales importante no tiene objeciones de ningún tipo para llevar a cabo operaciones mineras a corto, mediano o largo plazo. En estas se debe establecer un orden de prioridad en función de la estimación del potencial de sus depósitos, factibilidad económica en general y/o análisis costo-beneficio. Puede subdividirse en áreas de acuerdo al mayor o menor grado de prospectividad
2. Zona no explotable: La que aun siendo perspectiva para la actividad minera tiene restricciones de cualquier tipo que impiden las operaciones mineras.
3. Zona explotable bajo condiciones: Las que teniendo prospectividad minera, tiene restricciones que permiten un manejo consensado y controlado que no invalidan completamente el propósito minero.
4. Zona estéril: La que no posee o posee un muy bajo grado de potencialidad geológica minera.

La zonificación se realiza en 2 etapas, en la primera se definen los criterios de exclusión del territorio a los fines mineros por su baja prospectividad, diferenciándose el territorio productivo del no productivo o estéril. . En la segunda, sobre el territorio productivo se definen los criterios de exclusión de la actividad minera, obteniéndose las áreas explotables, las no explotables y las explotables bajo ciertas condicionantes. (medioambientales, estratégicas, otras). Por último el territorio prospectivo se clasifica por diferente grado de prospectividad.

CAPITULO III PROCEDIMIENTO METODOLOGICO DE LOS TRABAJOS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LOS RECURSOS MINERALES.

3.1 Generalidades.

La carga informativa y de conocimiento obtenida durante la investigación, da respuestas a las múltiples variantes y requerimientos tanto del sector minero como de la administración territorial. Estos requerimientos pudieran ser, ordenar por grupo de mineral, por su uso industrial, por valor de su PGM y dentro de este por cualquiera de sus 5 componentes o por la temporabilidad establecida para una operación minera dada o también a más largo plazo considerando las áreas mineras reservadas, por lo que el esquema de ordenamiento tiene su fundamento en el conocimiento de las posibilidades meníferas y minera génicas de una región, la estimación del potencial geólogo-minero y los posibles conflictos con otras actividades actuales y/o potenciales.

A partir del modelo concebido, se implemento un procedimiento metodológico soportado sobre un SIG que permite el manejo de las extensas bases de datos y un despliegue cartográfico que muestra las evidencias de los resultados de la investigación en función de las variables que se escojan.

En sentido general se distingue en todo procedimiento metodológico dos etapas de su desarrollo. Estos son: La formulación y la gestión y el análisis.

La formulación incluye, la conceptualización, el diseño y la automatización, si las herramientas de manejo de la información se sustentan sobre sistemas informáticos.

3.2 FORMULACION

3.2.1 Conceptualización

Corresponde a la etapa de preparación previa, esto es, la identificación del problema y la búsqueda de la respuesta o respuestas al mismo. En la presente investigación el problema lo constituye las deficiencias de los esquemas de ordenamiento territorial geólogo minero que afectan a la sostenibilidad de la

actividad minera. La respuestas al problema planteado se obtiene con la obtención de un mapa de ordenamiento territorial de los recursos geólogo-mineros en función del grado de factibilidad del territorio para la explotación minera, que sirva de base para considerando el PGM de los depósitos minerales, establecer el ordenamiento territorial a mediano y largo plazo según los requerimientos de la economía y el medio ambiente.

Durante la conceptualización se definen en una primera fase:

- Las unidades territoriales que conformarían la estructura regional del país y que serán objeto de estudio para proceder a su ordenamiento territorial.
- La escala de los trabajos: En el caso de los esquemas regionales y/o provinciales 1:100 000, 1:50 000 y en el nivel municipal 1:25 000. En esquemas de ordenamiento de detalle se aplican las escalas 1:10.000, 1:5000, 1:2000, 1:1000 o más pequeñas (OTC, 2002). En esta investigación se utiliza la escala 1:100 000, por considerase este trabajo de alcance regional, con independencia de que el caso de estudio se muestre sobre el municipio especial de la Isla de la Juventud.
- La base cartográfica a utilizar: Mapa Topográfico Esc: 1:100 000 digital de GeoCuba.
- Los horizontes temporales de actualización: Las investigaciones geológicas de prospección y exploración de depósitos minerales tiene un término de hasta 3 años, prorrogables hasta 2 años más (Ley de Minas), mientras que las concesiones de explotación tienen un término de hasta 25 años, también prorrogables; el movimiento de los recursos y reservas se controla anualmente. Una vez establecido el año base, el periodo de actualización del ordenamiento territorial de los recursos minerales puede ser de hasta 3 años con salidas anuales para el movimiento de los recursos.
- La fuente de información: El fundamento informativo se obtiene tanto de fuentes primarias como secundarias; en las primarias con la adquisición de los nuevos datos se crearon las fichas de trabajos de las concesiones

mineras y de procesamiento ya que a los efectos del ordenamiento territorial es necesaria la documentación de una estadística minera que por el momento no se ha estado documentando por la ONRM y es la concerniente a: la geometría de las canteras, escombreras, depósitos de colas, consumo de agua para la industria, distancia de tiro a planta y número de trabajadores de mina-planta. Este requerimiento de información se incorporó en los procedimientos de las inspecciones estatales a los objetivos concesionados para el completamiento de las fichas de trabajo de cada concesión.

Las fuentes secundarias se obtuvieron en primera instancia de los archivos de la Oficina Nacional de Recursos Minerales donde existe numerosa información geólogo minera del territorio nacional a diferentes escalas y de donde se nutrieron y nutren prácticamente todas las bases de datos que intervienen en esta investigación. Forman parte de esta documentación los numerosos informes de prospección y exploración de los diferentes depósitos minerales investigados, los Estudios de Factibilidad, los expedientes del Balance Nacional de Recursos y Reservas y la documentación concerniente al sistema concesionario del país localizado en el Registro Minero de la ONRM. Otras fuentes de información provienen del:

- Mapa Geológico Digital 1:100 000 del IGP
 - De los Mapas Topográficos, (hidrografía, relieve, asentamientos poblacionales, vegetación, viales, los procesos tecnológicos en general).
 - Del Mapa de Áreas Protegidas del CITMA - CNAP.
 - De la Oficina Nacional de Estadística.
- Tipo de sistema de información geográfica a utilizar: El PROTC hasta el momento no se ha pronunciado sobre un SIG en específico, pero lo que si resulta evidente que el deberá contar con los permisos oficiales correspondiente. En este trabajo se emplea el SIG vectorial, MapInfo, por considerar que cumple con los requisitos de reproducibilidad y fácil

manejo de la información y sobre todo, por ser de uso más generalizado en nuestro país.

En una segunda fase:

Se generaliza toda la información geólogo-mineralógica y metalogénica existente, se realiza el análisis de la actividad minera actual –sistema de concesiones- y su posible expansión (perspectividad) a mediano y largo plazo. Es el momento de verificar la existencia de áreas mineras reservadas o realizar el análisis para su propuesta y también realizar la estimación del potencial geólogo minero. Las áreas mineras reservadas se proponen a partir del análisis de los intereses del sector minero a largo plazo y del interés territorial y medio ambiental, para ello se diseñó una ficha de trabajo que predeterminó los requisitos mínimos para su documentación y propuestas al Consejo de Ministros o su Comité Ejecutivo. El potencial geólogo minero se estimó en este trabajo según la metodología descrita en el capítulo anterior utilizando para ello una hoja de cálculo Excel.

3.2.2 Diseño

Durante el diseño se identifica en una primera fase, la carga informática que contienen las bases de datos, se establece o adecuan las estructuras de las mismas según las categorías definidas en el modelo conceptual para los sistemas físico ambiental, económico productivo, de infraestructura nacional, de infraestructura social y de sistema de asentamiento.

En una segunda fase se define la organización de las capas informáticas de acuerdo a los elementos cartográficos y sus atributos que serán introducidos en el sistema.

Fase 1

Hoy día, la ONRM, el IGP y todo el sistema del Grupo Empresarial Geominsal se encuentran enfrascados en un gran esfuerzo de informatización de todos los datos geológicos a través del programa Geodato. Cuando este proyecto avance y culmine, se contará entre otros logros que prevé el programa, con un

banco de datos geológicos del país, al que se deberá acudir para cualquier aplicación de las geociencias. En tanto no se pueda contar con los módulos que pudieran viabilizar las aplicaciones del ordenamiento territorial se utilizan las siguientes bases de datos disponibles y ajustadas a los intereses de esta investigación. Son utilizadas:

- La base de datos del Léxico Estratigráfico, Lexico.mbd.(IGP). (Figura 3.1), Se vincula al mapa geológico para caracterizar todas las unidades estratigráficas, tipos de rocas y depósitos innominados. Se codifica nominalmente, según las siglas de las unidades estratigráficas y rocas (SIGEOL, Colectivo de autores, 2003).

Las unidades estratigráficas como objeto cartográfico se representan con una topología de polígono y se denominan con el código nominal definido para la unidad estratigráfica e individualizada en la capa identificada por la nomenclatura definida para el tema, subtema, de la capa.

Los estratotipos de las unidades estratigráficas y localidades de puntos singulares tendrán topología de puntos y las fallas topología de línea.

- La base de datos INFOYAC del Departamento de Yacimiento del IGP, contiene toda la información disponible de los depósitos minerales y se vinculo con la tabla en formato Excel utilizada para estimar el PGM. La Figura 3.2 muestra un resumen de su estructura y carga informática. Se identifican los depósitos según el identificador numérico único de cada depósito y se codifica nominalmente la materia prima que involucra según los códigos establecidos en el Sistema de Información de la Geología (SIGEOL, Colectivo de autores, 2003).

Se genera el mapa de los depósitos minerales y sus atributos asociados, como un mapa de puntos que contiene información sobre: el nombre, materia prima (según su uso industrial), tamaño (grandes, medianos, pequeños y manifestaciones minerales), localidad geográfica, estadio, si se ha explotado o no, valor del PGM y datos de su infraestructura

- La base de datos del BNRR creada por la ONRM para el control anual del balance nacional de los recursos y reservas y que es actualizada anualmente con el reporte de los concesionarios y con los datos que

aportan las nuevas exploraciones y/o Estudios de Factibilidad. La información introducida al balance es validada por los especialistas de la ONRM en sus respectivas especialidades

Esta base de datos involucra todos aquellos depósitos (prospectos y/o yacimientos) que cuentan con una estimación de recursos/reservas aprobadas por la ONRM y con la caracterización tecnológica para la que fue evaluada la materia prima.

La base se adecua a los requerimientos de la investigación, en ella se registran las coordenadas de los vértices de los sectores que describe (prospectos y yacimientos) y que delimitan su espacio territorial.

Figura 3.3.

- El Registro Minero de la ONRM, cuenta con una base de datos gráfica en formato MapInfo, del sistema de concesiones, (elemento cartográfico de tipo polígono) pero no tiene una base de datos con los atributos afines. Para completar esta necesidad de información se diseñó la base de datos ZONOT.mdb que incluye todos los datos técnicos y legales sobre las concesiones y otros objetivos a ordenar como áreas mineras reservadas, pasivos mineros y otros tipos de áreas; se trata de información general sobre las concesiones obtenida del Registro Minero (nombre, código de la concesión, materia prima, organismo, titular, problemas) e información obtenida a partir del levantamiento de los inspectores estatales referidas a datos de la geometría de la mina y/o económico-productivos, (número de trabajadores, consumo de agua, otros.). Esta base de datos se vincula con la base de datos gráfica en MapInfo del sistema de concesiones confeccionada por el Registro Minero, que fuera corregida y actualizada para este trabajo y vinculada además a la BD del Balance Nacional de Recursos y Reservas, lo que garantiza de hecho, el nivel de aprobación de las áreas en análisis y el estado de sus recursos.

Las concesiones han sido codificadas por su número único de inscripción al registro minero. La Figura 3.4. muestra la carga de información y las relaciones establecidas para las mismas.

- La base de datos de áreas protegidas con topología de polígonos en plataforma MapInfo suministrada por el CITMA.

Se utiliza el sistema de códigos establecidos hasta el momento en el SIGEOL para las formaciones geológicas y depósitos minerales (yacimientos en SIGEOL).

Fase 2

La organización de los datos para su introducción en el sistema de información geográfica responde a la estructura del modelo conceptual, por lo que se desarrollan 2 temas, el Sistema Físico Ambiental y el Sistema Económico Productivo, (este último incluye los sistemas de infraestructuras y de asentamientos humanos) de los que se derivan los subtemas (categorías) conformados por los sistemas de indicadores, para los cuales se definen las capas que lo describen y los elementos que cada una de ellas contiene. (objetos) con sus atributos

El tema del Sistema Físico Ambiental lo componen los subtemas, Geología, Depósitos Minerales, Geomorfología, y Biodiversidad (con sus correspondientes sistemas de indicadores aplicados a los recursos minerales: litología, puntos singulares, depósitos minerales metálicos, no metálicos, aguas fangos y peloides a los que además se les ha estimado su potencial geólogo minero; altimetría; áreas protegidas según diferentes categorías de manejo).

Los temas, subtemas y capas, responden a una nomenclatura nominal como se indica:

TEMA: SISTEMA FISICO AMBIENTAL	<u>SF</u>
Subtema: Geología	<u>G</u>
Capas: Unidades Estratigráficas	SFGUEXXX ← (Cod. UE)
Estratotipo Unidades Estratigráficas	SFGUEHXXX
Puntos Geológicos Singulares	SFGPGS
Tectónica	SFT
Elementos de Yacencia	SFTEY

Fallas	SFTF	
Subtema: Depósitos Minerales	<u>D</u>	
Capas: Depósitos No Metálicos	<u>NM</u>	
por Usos Industrial	<u>UI</u>	
Capas: Depósitos No Metálicos	SFDNMUI-	
Parte No Espacial.....Campo llave IdYacimiento BD INFOYAC		
Depósitos Minerales Metálicos	SFDMM	
Parte No Espacial.....Campo llave IdYacimiento BD INFOYAC		
Depósitos de Agua	SFDAG	
Parte No Espacial.....Campo llave IdYacimiento BD INFOYAC		
Depósitos de Peloides	SFD	
Parte No Espacial.....Campo llave IdYacimiento BD INFOYAC		
Subtema: Geomorfología	<u>GM</u>	
Capas: Curvas de Nivel		
Primarias y secundarias	CNP, CNS	
Subtema: Biodiversidad	<u>BI</u>	
Capas: Áreas Protegidas	<u>AP</u>	
Áreas Protegidas Aprobadas	SFBIAPA	
Áreas Protegidas Propuestas	SFBIAPP	
TEMA: SISTEMA ECONOMICO PRODUCTIVO.	<u>SE</u>	
Subtema: Minería	<u>M</u>	
Capas: Concesiones Mineras Explotación	SEMCME	
Parte No Espacial.....Campo llave IdZOT BD_ ZONOT		
Concesiones Mineras Explotación y Procesamiento	SEMCMEP	
Parte No Espacial.....Campo llave IdZOT BD_		ZONOT
Concesiones Mineras de Procesamiento	SEMCMP	
Parte No Espacial.....Campo llave IdZOT BD_ ZONOT		
Concesiones Mineras de Investigación	SEMCMI	

Parte No Espacial.....Campo llave IdZOT	BD_ZONOT
Prospectos de Minerales No Metálicos	<u>SEMPNM</u>
Parte No Espacial.....Campo llave Id_Yto	BD_MAPINFOBALANCE
Prospectos de Minerales Metálicos	<u>SEMPMM</u>
Áreas Mineras Reservadas	
(Matérias Primas No Metálicas)	<u>SEMAMRNM</u>
Parte No Espacial.....Campo llave Id_Yto	BD_MAPINFOBALANCE
(Minerales Metálicos)	<u>SEMAMRMM</u>
Parte No Espacial..... Campo llave Id_Yto	BD_MAPINFOBALANCE
Subtema: Topografía	T
Capas: Indústria Mineral	SETIM
Hidrografía	SETH
Rios	SETHR
Lagos	SETHL
Embalses	SETHEM
Viales	SETV
Asentamientos Humanos	SETSAH
Subtema: Relieve	<u>RL</u>
	<u>SFRL</u>
Capas: Según Mapa 1:100 000 GeoCuba. Versión digital.	

Resultado de la Etapa:

Queda definida, compilada y organizada toda la carga informática necesaria para iniciar la automatización y continuar desarrollando el proceso hacia el análisis y la gestión de las múltiples variantes de consultas en función de los intereses del ordenamiento territorial de los recursos geólogo mineros.

3.2.3 Automatización

Es cuando toda la información es introducida al SIG por los métodos usuales de entrada de datos a un SIG de estructura de datos vectorial como el que nos ocupa. Se realiza la topologización, se corrigen errores y se reconstruye la topología cuando es necesario.

La entrada al sistema de los datos no implementados sobre Mapinfo se realizó, en el caso de la cartografía geológica por la importación en ficheros dxf previamente topologizados los elementos lineales y polígonos en un procesador CAD (AutoCad Map 2005) y para los prospectos y áreas mineras reservadas así como los elementos puntuales, directamente sobre MapInfo, a través de los ficheros de bases de datos alfanuméricos georeferenciados

Los datos no espaciales se introducen al sistema y se administran a partir de las bases de datos Access obtenidas durante la etapa II.

La presentación de la información se realiza a través de los resultados cartográficos que se corresponden con los mapas primarios geológico, ocurrencias minerales, topografía, áreas protegidas, prospectos, concesiones mineras, objetos topográficos. (embalses, asentamientos humanos, red caminera y de carreteras, ríos, otros).

3.4 Gestión y análisis

Es el momento en el que producto de la gestión de las bases de datos se efectúa la manipulación (búsquedas temáticas y espaciales) y el análisis (modelado y superposición) para obtener los objetos geográficos con los requisitos espaciales o temáticos de interés del usuario. En este caso en primera instancia el procesamiento de los datos contenidos en los mapas temáticos y tablas que reflejan el resultado del diagnóstico de los temas y subtemas sometidos a análisis.

El análisis de datos espaciales también incluye la visualización, que permite el reconocimiento inicial de patrones y asociaciones en el mapa.

Geología: Producto de este subtema es el mapa geológico, del que se derivan por reclasificación, entre otros, el mapa de puntos singulares (geotopos), el primero de uso recurrente en los análisis cartográficos al quedar establecido el vínculo mineragénico con los litotecto o unidades estratigráficas y el segundo muestra el valor patrimonial de los geotopos considerados.

Depósitos Minerales: Se realizan consultas que investigan el objeto para satisfacer un criterio simple o un conjunto de criterios multiatributos según los requerimientos del usuario, produciendo nuevas salidas de mapas. Son referentes para este trabajo, por su carácter generalizador, una salida atendiendo a los usos industriales y también a los valores del potencial geológico de cada ocurrencia;

Geomorfología: Por reclasificación de las curvas de nivel, se obtiene la clasificación altimétrica del territorio, en tanto ella definirá la clasificación del acceso considerada en este trabajo.

Áreas Protegidas del CITMA: Se desagregan las áreas que han sido aprobadas, de aquellas que se encuentran propuestas y que por tanto aún pueden ser manejadas con el mismo nivel de prioridad que las áreas propuestas como áreas mineras reservadas en el análisis territorial futuro a mediano plazo. Constituyen un criterio de exclusión territorial que da a lugar o no a la factibilidad ambiental de las operaciones mineras.

Minería: Por el manejo de la información contenida en la base de datos gráfica y alfanumérica de concesiones y áreas mineras, se obtiene un despliegue cartográfico temático donde se relacionan los mapas de concesiones, que incluyen las de investigación, explotación, explotación y procesamiento y de procesamiento; mapa de prospectos y de áreas mineras reservadas por materias primas, que brindan información sobre la superficie activa y potencial de las diferentes materias primas y minerales metálicos, los recursos y categorías de los mismos y su estatus legal. Atributos de interés específico del ENOT. Si se trata de una concesión, se identifica su titular, término y organismo que posee los derechos mineros.

Topografía:

Para el subtema topografía se desagregan los procesos tecnológicos considerados (vialidad, asentamientos humanos, embalses, hidrografía) y se plasman en sus respectivos mapas temáticos.

El manejo de la información y búsquedas temáticas se complementa con el análisis mediante tareas de superposición y modelamiento para lograr los objetivos del diagnóstico, esto es la obtención de los mapas de conflictos de usos, valor de conservación y potencial geólogo minero.

Mapa de conflicto de Uso: Se obtiene de la superposición mediante operaciones de comparación de los mapas de áreas protegidas con los mapas de concesiones mineras en sentido amplio, de áreas mineras reservadas y de objetos topográficos representativos de los procesos tecnológicos comprometidos en el territorio y de puntos singulares obtenidos de la reclasificación del mapa geológico.

Mapa de Valor para la Conservación: Se obtiene a partir de la reclasificación y superposición de los componentes considerados (áreas protegidas, puntos singulares, concesiones, áreas mineras reservadas y elementos tecnológicos del mapa topográfico) mediante operación de unión.

Mapa del Geopotencial Minero: A él se llega por operaciones de superposición de los mapas del geopotencial de los recursos minerales con el mapa de conflictos de uso, al quedar fuera del potencial de los recursos minerales aquellas áreas comprometidas con el CITMA o con restricciones de cualquier tipo que impidan realizar la actividad minera.

ZONIFICACION

La zonificación del territorio en función de la factibilidad económica y ambiental para operaciones mineras es el objetivo al cual se dirige el ordenamiento territorial de los recursos minerales. Una vez establecidas las zonas en que resulte posible llevar a cabo las operaciones, se podrá en función de los intereses ramales y/o regionales realizar el ordenamiento según el componente o componentes de la caracterización de los depósitos que se establezca, (materia prima, tamaño, calidad de la materia, accesibilidad, perspectiva y

condiciones técnico mineras). La expresión cartográfica de la zonificación no es más que el Mapa de Ordenamiento Territorial de los Recursos Minerales

Los criterios de exclusión total o parcial que están dados por el veto y/o restricciones parciales emitidos por instituciones del estado con interés sobre el territorio, (CITMA, MINFAR, Gobierno, otros), definen las zonas no explotables o explotables bajo determinadas condiciones. La ausencia de depósitos minerales y/o muy bajo grado de potencial minero define las zonas no perspectivas, de igual forma que la presencia de depósitos minerales de mediano y alto potencial geólogo minero no afectado por restricciones ni vetos se constituyen en la zona de alta favorabilidad minera.

3.5 Presentación

La presentación de los resultados se realizara mediante salidas graficas en papel y digital (DXF, SHP, BMP, TAB) del conjunto de mapas generados; tablas de datos y memoria escrita para cada unidad territorial.

CAPITULO IV ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LOS RECURSOS MINERALES de la UNIDAD TERRITORIAL ISLA DE LA JUVENTUD.

4.1 Generalidades .

La Isla de la Juventud es una de las ocho unidades territoriales que fueron identificadas a la escala de trabajo que se aplicó. Se define como unidad territorial atendiendo a la regularidad de sus particularidades geológicas y geomorfológicas, por sus características económicas equilibradas para prácticamente todo su territorio y por su posición geográfica.

Su superficie coincide totalmente con la de la Isla y sus Cayos (2419 Km² con 215 Cayos) limitada por su línea de costa, bañada enteramente por el Mar Caribe. Forma parte del Archipiélago Cubano y se encuentra situada en la región sur occidental de la Isla de Cuba de la que se encuentra separada por el Golfo de Batabanó a una distancia de 100 Km. Administrativamente pertenece a la Provincia de La Habana y su nombre oficial es Municipio Especial Isla de la Juventud. (Figura 4.1).

Por su posición geográfica se encuentra bajo la influencia de las aguas cálidas del norte del Mar Caribe, todo lo cual influye en su clima que clasifica como tropical húmedo con un periodo de lluvia y otro de seca. El periodo lluvioso se extiende de Mayo a Octubre con acumulados mensuales de 250 hasta 405 mm (82 % del acumulado anual), el mes de Junio es el más lluvioso y el menos lluvioso Diciembre. (Anuario,2005). Las estaciones de estío y lluvia deben ser tomadas en cuenta en las concesiones de explotación para conformar su plan de minería, sobre todo en las explotaciones de arenas y caolines.

La humedad relativa no tiene fluctuaciones de interés durante el año, comportándose entre 74 y 82 % con valores máximos en el mes de Septiembre coincidiendo con la mayor incidencia de perturbaciones atmosféricas (depresiones tropicales y ciclones).

La vegetación predominante es de bosques tropicales, donde predomina el Pinus Caribbeans y el Pinos Tropicales y hacia sus bordes costeros las

palmeras y manglares. La Isla de la Juventud es hábitat natural de numerosas especies de artrópodos, reptiles y anfibios. Las especies mas importantes pertenecen a las aves (77 especies), que utilizan la Isla como lugar de descanso, anidamiento y de búsqueda de alimento. Se destaca como especies endémicas, la Cotorra (Amazonas Leucocephalus I) y la Grulla (Gris Canadensis).

Tiene la densidad general de población mas baja del país (menor de 5 habitantes por Km²) y la densidad de asentamientos poblacionales rurales en 10 Km² es de 1 a 10. (ONE- IJ, 2005). La población económicamente activa oscila entre 40 y 50 %. La fuerza laboral se ubica preferentemente en la esfera del servicio industrial, con una pequeña parte dedicada a las faenas agroindustrial, minera y turística. Su migración interprovincial es mayor del 10 % con un promedio anual del 8 al 16 %, siendo los lugares preferentes de destino, La Habana, Ciudad Habana, Las Tunas, Holguín, Granma y Santiago de Cuba. Las poblaciones de mayor importancia son Gerona, capital municipal, La Demajagua , Atanagildo-Cagigal, La Victoria, Ciro Redondo y Argelia Libre donde se encuentra la planta de caolines.

La energía eléctrica es generada por las plantas eléctricas de Nueva Gerona (60000 Kv) y la de La Fe (33000 Kv) junto a otras plantas diesel de menor potencia de tipo estacionario y portátil.

4.2 Análisis de los Sistemas Físico Ambiental y Económico Productivo.

A partir de las bases de datos descritas y su implementación física en el SIG se obtiene la cartografía temática básica que expone, junto a los atributos asociados, la información que corresponde al diagnóstico territorial.

4.2.1 Geología

El Cinturón Plegado Cubano está compuesto por tres grandes ambientes geotectónicos: Margen Continental. Corteza Oceánica y Arco volcánico Insular. El Margen continental esta representado por los bloques Bahamas – Florida (Norte de Cuba) y Yucatán (Guaniguanico y Terreno Pinos). El mismo se

caracteriza por el desarrollo de secuencias terrígenas, terrígeno – carbonatadas y carbonatadas de sinrift y postrift.

El Terreno Pinos se identifica geográficamente con el Macizo Metamórfico Isla de la Juventud. (Figura 4.2). Las secuencias de este terreno están metamorfizadas en la facie anfibolítica, en condiciones de grado medio a elevado y presión media a alta, las cuales fueron multiplegadas y escamadas durante el propio proceso metamórfico, resultante de una colisión margen – arco volcánico insular en la parte alta del Cretácico Superior. (Somin y Millan 1981)

Debido a este proceso de colisión las secuencias del Arco Volcánico Cretácico (representadas en la Isla por la Fm. Sabana Grande) aparecen yuxtapuestas a las metamorfitas del macizo y expuestas actualmente en el extremo noroccidental de la Isla. Al finalizar el proceso metamórfico ocurrió una reactivación tectono - magmática que afectó tanto a las metamorfitas del Terreno Pinos como a las rocas volcanógeno - sedimentarias del Arco Volcánico Cretácico. Con este último proceso se relacionó una actividad magmática ácida dada por diques de riolacitas, granitoides y andesitas que cortaron tanto a las rocas del macizo como a las volcanógeno - sedimentarias, la fracturación y cataclasis de las rocas y un conjunto de alteraciones hidrotermales que afectaron a las mismas.

4.2.1.2 Metalogenia

El origen de los depósitos de Au – Ag - Sb y de W (Delita y Lela entre otros) en vetas se relaciona con el proceso descrito de fusión parcial de las secuencias de margen continental que integran el Terreno Pinos. Ambos tipos de mineralización están controlados tectónicamente, relacionándose con procesos de greisenitización, particularmente el primero, siendo la mineralización transportada por fluidos hidrotermales magmáticos. En ambos casos la roca portadora de la mineralización es el cuarzo vetítico, muchas veces brechado. La edad de estos depósitos, al igual que los cuerpos ígneos con los que se relacionan genéticamente, es probablemente eocénica. (Pardo, 1986).

En su expresión mas general la metalogenia de la Isla de la Juventud se encuentra vinculada a la Formación Granítica Paleógena con zonalidad vertical: Mo, Bi, W, As, Au, Cu, Pb, Zn, Ag, Sb, vinculada con plutones de hasta 80 100 Km², localizados en la intersección de la zona de falla anular y el sistema radial de grietas de la estructura dómica tardía, en la región occidental del macizo (Región Las Nuevas_Delita_Río Los Indios-Lela-Maniadero). La mineralización tiene un vinculo genético y espacial con cuerpos hipohabisales y subvolcánicos ácidos (granitos, granodioritas; pórfidos cuarzo-feldespáticos y pórfidos riolíticos), reconociéndose tres niveles de expresión en función del corte erosivo (Pardo en Fernández,2000)

Las Nuevas	Cercano a la superficie (Cu ,Pb, Zn, Au, Ag y Sb).
Delita – Río Los Índios	Subvolcánico Suprayacente (As,Au,Cu, Pb, Zn, Au, Ag, Sb).
Lela –Maniadero	Subvolcánico Infrayacente (Mo, Bi, W, As,Au, Cu).

La mineralización es vetítica diseminada (stockwork de Mo, W, Cu), filoniana (vetas de cuarzo turmalina ferberíticas, vetas cuarzo-auríferas, vetas sulfuroso-auríferas) y diseminada (Sulfuros compactos en zonas de fallas con presencia de rocas carbonosas).

4.2.1.3 Mineragénia

La mineragénia del Macizo Isla de la Juventud esta estrechamente vinculada al proceso de metamorfismo de sus secuencias rocosas.

La Formación Agua Santa, metamorfizada a la facie anfibolítica, esta constituida por esquistos metaterrígenos, metapelíticos con intercalaciones carbonáticas de mármoles silicatados. Fue sometida a una intensa erosión que actuó preferentemente sobre las formaciones calcáreas situadas al norte del macizo. Ocupa un nivel estratigráfico superior a la Fm, Cañada y aflora en las sinformas Gerona, San Juan, Las Jaguas y en los flancos de la antiforma Guayabo. Es la formación más productiva desde el punto de vista mineragénico, con abundantes ocurrencias de caolines, cianitas y mica, con referencias de presencia de estaurolitas y turmalina.

La Formación Cañada, con un metamorfismo entre el límite de la Facies Esquistos verdes y Facie Anfibolitica, ocupa el 45 % del macizo, aflora en la estructura positiva denominada Antiforma Río Los Indios donde en su núcleo afloran las secuencias inferiores de Cañada caracterizada por un protolito mas pelítico y carbonoso separado como Miembro victoria y donde es frecuente la presencia de esquistos moscovíticos grafitizados. A la Formación Cañada se vinculan los mas importantes depositas de cuarzo, circón y grafito que se reportan en la isla de la Juventud.

Otras litologías productivas aunque no con abundantes ocurrencias son las rocas Anfibolitas Daguilla (unidad informal), las rocas calcosilicatadas La Reforma y mármoles del Grupo Gerona, todas aflorando en la sinforma San Juan y que aportan feldespatos, mármoles y en menor cantidad arcillas caoliníticas.

En los depósitos pliocenos cuaternarios de la Fm. Sigüanea se encuentran los más abundantes y favorables depósitos de arenas y en la formación Guevara, los depósitos de turba.

Las principales regularidades mineragénicas de esta unidad territorial se resumen en la Tabla 4.1

4.2.1.4 Puntos Singulares con Valor Patrimonial.

Por el momento solo se destacan los holotipos de las unidades estratigráficas Cocodrilo; Cañada; Agua Santa; La Reforma y Colombo. (Figura 4.2.1)

4.2.2 Depósitos Minerales

Se obtuvo el mapa de depósitos minerales clasificados por su uso industrial (Figura 4.3) en función de su tamaño (grandes, pequeñas, medianas y manifestaciones), tipo de materia prima, calidad, cantidad de recurso, infraestructura, condiciones técnico mineras de de todas las rocas, minerales industriales y minerales metálicos.

4.2.2.1 Materias Primas.

Se encuentra presente un amplio surtido de materias primas minerales cuyas características generales se resumen a continuación

Arcillas: De amplio usos en cerámica roja, se reportan 7 localidades y una más con uso como pigmento. (1 sector concesionado). (Grupo I)

Arenas polimícticas: Utiliza como árido natural para la construcción. Se reporta una localidad. (Grupo I)

Arenas cuarzosas: Se han reportado 13 localidades producto del intemperismo de las metareniscas y granitoides de la Fm Cañada. Cuyos usos tiene aplicación el vidrio, filtros de agua, como sand balstin, cerámica, construcción y para el corte de los bloques de mármol (Se han evaluado: 4 para áridos naturales, 5 de uso en metalurgia, 2 en industrias varias, 1 para cerámica refractaria. (Yacimiento Buena Vista, único que cumple con las exigencias para su uso en moldes de fundición) y otro para cerámica fina. (Concesionados 3). (Grupo I)

Caolín: De origen hidrotermal y por intemperismos de metapelitas de la Formación Agua Santa. La calidad del caolín esta en función de su composición y de las proporciones en que aparecen sus componentes, por ejemplo, el Al_2O_3 min. en los caolines puede ser de 35 %, pero el aluminio asociado al caolín tiene que ser 25 % min. con Fe_2O_3 max. de 3%. Su uso mas extendido es en cerámica fina, chamota refractaria y soporte refractario donde toda la litología que aporte un contenido mayor de 30% de Al_2O_3 y menor de 3 % de Fe_2O_3 puede ser útil. Otros índices que se evalúan son: nivel de blancura (importante en cosmético y papel); el contenido de mormorillonita (aporta plasticidad) o el grado de refractoriedad dado por el % de álcalis contenido (mayor de 2%) y que influye en la disminución de la temperatura de fusión.

Se reconocen 15 localidades con probable uso en la industria del papel cerámica fina, 2 en cerámica refractaria y 1 para cemento blanco.

Forman capas irregulares de potencia útil promedio de 10-20 m o lentes de tamaño variable con potencias de 10 m. Es frecuente la presencia en el corte de lentes de arena cuarzosa, cuarcitas o arcillas rojas. (Batista). (Grupo I y II) .

Cianitas: Hay reportadas 11 localidades, identificadas en las metapelitas de la Fm Agua Santa, vinculadas a la parte baja de la Facie Anfibolitica. 10 de esas localidades podrían tener una variada aplicación en la industria (ladrillos refractarios de mediana alúmina -38-45%) y 1 ha sido evaluada para cerámica fina.

Los cuerpos formados sólo de cianita son raros y de poca potencia. Los cristales llegan hasta 4 cm de largo, pero comúnmente son de 0,5-0,7 mm. Presenta potentes cortezas de intemperismo con fragmentos de esquistos monocianíticos y abundante contenido de cianita como sedimento suelto, que en sí mismas forman potentes depósitos. (Grupo III)

Cuarzo: Se reportan 22 localidades referidas a la Formación Cañada, relacionadas con cuarcitas y esquistos cuarcíferos y cuarzomicaseos. Para su análisis tecnológico se toman en cuenta la pureza química y mineralogía y el grado de transparencia. Sus elementos perjudiciales son el Al, Ti, Na, K, Li, Cr y Co,. Se identificaron en la Isla de la Juventud 3 tipos, el tipo I, mas puro presenta una transparencia luego de su beneficio de 25 %, (Atanagildo) de aplicación en vidrio óptico de alta pureza. El tipo II es muy parecido al tipo I pero su transparencia es de 15% (Cristal) y el tipo III de transparencia a un mas baja, tiene en este caso alto contenido de Fe (Victoria). Sus aplicaciones mas extendidas son, como aporte de sílice en la industria del vidrio, en óptica y la electrónica (Construcción de chips y microchips, fibra de vidrio). (Grupo II).

Grafito: Se conocen 10 localidades de grafito, una de ellas con aplicación en la metalurgia y el resto con posibilidades de uso en la industria (lubricante, minas de lápiz, como pigmento de color negro.). Se encuentra como enriquecimiento en las metapelitas del Miembro Victoria de la Formación Cañada. (Grupo III)

Limonita: Se reportan 4 localidades, en la corteza de intemperismo de la Formación Agua Santa. Se trata de pequeños depósitos en capas con potencias de 0.56 cm con escasas zonas de perdigones. (Grupo I)

Mármol: Se reconocen 9 localidades, 7 de uso como áridos de trituración y 2 como roca decorativa en bloque. Se identifican como metacalizas del jurásico superior en las Sierra de San Juan, Sierra de Colombo y Sierra de Caballos (1 concesión, Grupo II)

Mica: En metapelitas de las formaciones Agua Santa y Cañada, se reportan 2 localidades con aplicación en varias industrias (Electricidad, papel, tenería, plástico, fabricación de pilas pintura, cosméticos y en la industria textil) (1 concesión, Grupo II)

Peloides: Se reconoce 1 ocurrencia que es a la vez una concesión, se trata de fangos minero medicinales de amplia aplicación en procedimientos fisioterapéuticos y cosmética, (cuando no son tan oscuro). (Grupo II)

Rocas feldespáticas: Se trata de rocas calcosilicatada y anfibolitizadas que encuentran su aplicación como fundente cerámico para sustituir al feldespato que se trae de Holguín (1 concesión, Grupo II)).

Turba: Se reportan extensas áreas en la Ciénaga de Lanier desde Mandadero –La Palma al oeste hasta La Noria al este por cerca de 30 Km de largo. Se hallan mezclados con arcillas turbáceas, limos, sapropel, arenas y otros. El subyacente es en general rocas carbonatadas carsificadas. Se utiliza principalmente en la agricultura, como mejoramiento de suelo. (Grupo II).

4.2.2.2 Estimación del Potencial Geológico Minero de los Depósitos Minerales Identificados.

Se estimó el potencial geológico minero de cada depósitos mineral (Tabla 4.2) de acuerdo al grupo en que clasifican (Tabla. 2.2) y a los coeficientes establecidos según se describió en el Capítulo II de este trabajo. En la Figura 4.3.1 se ilustra el resultado cartográfico de la estimación del geopotencial de

las ocurrencias minerales grandes, mediana, pequeñas y manifestaciones conocidas en el territorio de la Isla de la Juventud.

Una revisión al resultado de los potenciales obtenidos indica que el 61 % de los depósitos considerados tienen un potencial entre 3.1 y 4, lo que los clasifica como de potencial alto, y tanto en frecuencia como en valor se ubican preferentemente en la Formaciones Agua Santa y en el Miembro Victoria de la Formación Cañada y un 25 % entre 2.1 y 3, para clasificar como de potencial medio en la Formación Cañada y algunas ocurrencias aisladas en localidades del Plioceno Superior (Fm. Guane) y Pleistoceno Medio y Superior vinculadas a ocurrencias de turba, arenas y calizas puras.

4.2.2.3 Áreas Mineras Reservadas

Producto del levantamiento de la información documental, generalización de las características mineragénicas y de las prioridades a mediano y largo plazo que se desprenden de los planes de desarrollo constructivo para el territorio. Se considero impostergable, ante la posibilidad ya manifiesta de conflictos territoriales con los intereses medioambientales la propuesta de las áreas mineras reservadas, (Figura 4.4), que deberán responder a los requerimientos futuros de la región y del país.

Teniendo en cuenta su grado de estudio, volumen de sus componentes útiles y riesgo de ocupar áreas que puedan quedar restringidas por su interés para otras actividades que no sean las mineras, se propone iniciar las compatibilizaciones de rigor y elevar para su aprobación al Comité Ejecutivo del Consejo de Ministro 22 nuevas áreas mineras reservadas, (16 de prospectos no metálico y 6 de prospectos metálicos) Tabla 4.3.

Tabla 4.3 Características generales de las Áreas Mineras Reservadas propuestas.

CODIGO	NOMBRE	M.PRIMA/Asociac	RECURSOSX 10³	AREA (ha)	PGM(u)
ARFE1	LOS COLONOS II	Arcilla Cerámica	261	19.91	2.95
AQ8	LOS INDIOS SUR	Arena cuarzosa	458	24	2.80
AQ40	EL MIJIAL	Arena	583	381.87	3.65
AQ41	SIGUANEA	Arena Constr.	943	45.32	3.25
MR5	LA FE	Piedra Constr.	1416	13.7	3.15
MR4	GUANABANA I- II	Mármol	753	11.25	3.90
ARCN23	GERONA BEACH	Arcilla caolinítica	2135	330	3.90
ARCN19	SIGUANEA	Arcilla caolinítica	33	76.8	3.30
CI1	LAS NUEVAS	Cianita	1583	35	3.70
AQ37	EL SOLDADO	Arena	260	77.53	2.75
AQ14	SIGUANEA	Arena cuarzosa	3417		3.40
AQ34	INDIOS NORTE	Arena	3213	472	3.25
Q2	ROSARIO	Cuarzo	3.548	36	3.35
Q4	ATANAGILDO	Cuarzo	0.138	7.47	4.10
Q6	CRISTAL	Cuarzo	0.423	40.25	4.25
Q1	VICTORIA	Cuarzo	1.411	34.89	3.20
AMRM6	LELA	Mo-Bi-W-As-Au-Cu		500	3.40
AMRM5	ITABO NORTE	Mo-Bi-W-As-Au-Cu		940	3.75
AMRM4	LOS INDIOS	As-Au-Cu-Pb-Zn-Ag		2451	3.93
AMRM3	SUR DELITA	As-Au-Cu-Pb-Zn-Ag		400	4.00
AMRM2	SABANA GRANDE	Cu-Pb-Zn-Au-Ag-Sb		400	2.70
AMRM1	LAS NUEVAS	Cu-Pb-Zn-Au-Ag-Sb		500	2.70

4.2.2.4 Superficie que ocupan los recursos minerales.

La Tabla 4.4 relaciona las superficies ocupadas por las materias primas y los recursos estimados para ellas en el corto mediano y largo plazo, actualizadas al año en curso.

Tabla No. 4.4 Superficie ocupada por las Materias Primas y los Recursos estimados para los diferentes estadios de ordenamiento en la Isla de la Juventud (Año 2006).

Categoría Del Área	Materia Prima	Superficie Que ocupa (há)	Recurso Estimado (x10 ³)	
			Medidos e Indicados	Inferidos
EXPLOTACION	Arena Cuarzosa	39.61	2048.22	814.50
	Arcilla Caolínica		20199.01	13475.14
	Arcilla Ferruginosa		109.56	2859.00
	Água Mineral Natural	Ø 100m Ø 1000m		
	Caliza (Cal)	7.94	117.19	-
	Caliza Marmolizada		212.62	239.20
	Caolín		5787.00	797.00
	Fango Minero Méd.		2979.00	-
	Mármol	17.22	5219.93	604.18
	Mica Moscovita	18.00	538.60	-
	Roca Feldespática	2.00	15.49	12.74
AREA MINERA RESERVADA	Arcilla Ferruginosa	19.91	-	261.00
	Arena	1008.20	-	4999.00
	Arena Cuarzosa	69.32	-	(UE) 3417.00
				(Const) 458.00
	Cianita	35.00	-	1.58
	Mármol	11.25	-	753.00
PROSPECTOS	Arena Cuarzosa	324.98	-	> 624.00
	Arcilla Caolínica	9.00	-	138.50
	Caliza (Cal)	33.75	-	93.00
	Limonita	696.99	-	
	Turba	4451.2	-	48.00

4.2.3 Biodiversidad.

Las prioridades territoriales medioambientales del territorio quedan determinadas por las superficies ocupadas por las Áreas Protegidas decretadas por el CITMA, (Figura 4.5) . Se trata de 11 áreas con definición de sus diferentes categorías de manejo: Recurso Florístico Manejable (RFM), Área Protegida de Recurso Manejable (APRM); Reserva Ecológica (RE); Elemento Natural Destacado (END); y Parque Nacional (PN). Tabla 4.5

Tabla No. 4.5 Áreas Protegidas y Categoría de Manejo en la Isla de la Juventud.

No.	Área Protegida	Categoría				
		RFM	APRM	PN	END	RE
1	Sierra de las Casas	X				
2	Sierra de Caballos	X				
3	Sierra de Cañada		X			
4	Cerro Daguilla				X	
5	Cerro Sta. Isabel	X				
6	Cerro San Juan	X				
7	Pinar Calizo				X	
8	Punta del Este					X
9	Los Indios					X
10	Punta Francés			X		
11	Cerro Cristal	X				

4.2.4 Minería

Los recursos en explotación actual, concesiones de explotación y explotación y procesamiento (Figura 4.6), cubren un surtido amplio dentro de los minerales no metálicos. Se explotan o están en plan de explotación inmediata las arenas, arcillas ferruginosas y caoliniticas, arenas polimícticas, arenas cuarzosas, mármol, calizas, mica, peloides y agua mineral natural. En total 15 concesiones de explotación y 4 de explotación y procesamiento. Tabla 4.6

Tabla 4.6 Relación de concesiones mineras atendiendo al tipo de concesión.

CodigoConces	Nombre	Ta_TiposZOT.codigo
14902	Buena Vista Bloque 1	CE
8902	Buena Vista Bloque II	CE
3602	Buena Vista Bloque 2	CE
23201	Caolín Revolución	CE
24601	Cayo Piedra	CEP
2901	Delita	CEP
18501	El Soldado	CE
31401	Km 13	CE
	La Cotorra	CE
25902	Loma Daguilla	CE
34702	Mc Kinley Norte	CE
39001	Mica El Alemán	CE
24501	Punta Colombo	CEP
31501	Río del Callejón	CE
21501	Río del Callejón BB I	CE
21401	Río del Callejón Mina Vieja	CE
21601	Sabana Grande	CE
28701	Sierra de las Casas	CEP
25801	West Port	CE

4.2.5 Factores de los subsistemas de infraestructura.

La cartografía temática de los factores del sistema económico productivo en sentido amplio, se derivó en sus aspectos más generales del Mapa Topográfico Digital de GeoCuba a escala 1:100 000. Contemplo hidrografía, relieve, viales y asentamientos humanos, todas ellas separadas en capas informáticas independientes.

Mapa Hidrográfico: Figura 4.7, muestra una extensa red fluvial dispuesta de forma radial del centro hacia la costa, con numerosos embalses. El río mayor es Río Las Casas con 31 Km de largo, entre los embalses más importantes se encuentra el del Río del Medio-Las nuevas. El abasto de agua a instalaciones mineras y de procesamiento no constituye una dificultad.

Mapa Altitudinal: Figura 4.8, muestra un relieve preferentemente llano con elevaciones aisladas que clasifican como llanuras medias y altas y con una zona de elevaciones pequeñas catalogadas como submontañas (altura máxima

de 310 m).. Estas características orográficas permiten el fácil acceso a todos los objetivos mineros y depósitos estudiados.

Mapa de Viales: Figura.4.9, muestra una amplia red de carreteras de primer y segundo orden, terraplenes y caminos en buen estado que hacen accesible, desde el punto de vista de la vialidad, cada localidad de la Isla, por lo que este es un factor positivo en la evaluación del potencial geólogo minero.

Mapa de Asentamiento Humanos: Figura 4.10, Se consideró el área de ubicación de la Ciudad Capital, y pueblos más importantes, así como casas dispersas por todo el territorio. Se evidencia una distribución regular de la población, lo que facilitar la mano de obra próximo a los objetivos mineros.

4.3 Diagnóstico territorial.

El manejo de la información que permitió la creación de los mapas temáticos de referencia y la gestión sobre ellos mediante operaciones de superposición condujo a la obtención de los mapas que resumen el diagnóstico en función de las potencialidades, retos y conflictos de la actividad geólogo minera de la Isla de la Juventud:

- Mapa del Geopotencial Minero: Figura 4.11 . Este mapa considera solo aquellos depósitos cuyo potencial geólogo minero, con independencia de su valor, no tienen objeciones que limiten el propósito minero si fuera necesario iniciar operaciones luego de aprobada su factibilidad económica.
- Mapa de Valor Natural y compromiso del territorio actual : Figura 4.12 Que muestra en este caso los holotipos de las unidades estratigráficas, las áreas protegidas y áreas que con independencia de su protección legal tienen una trascendencia temporalizada para el territorio (Ej. Concesiones).
- Mapa de Conflictos de Uso del suelo: Figura 4.13, que permitió visualizar el conflicto territorial que se crea entre parte del área protegida Río los Indios con 4 áreas donde concurren intereses mineros para la producción de arena y entre una pequeña área del área protegida Sierra

de la Cañada con parte de un prospecto de cuarzo propuesto como área minera reservada.

Esta situación alerta sobre la necesidad de un análisis consensuado sobre el tipo de manejo que ha de proyectarse para esas áreas, que permita llevar a cabo operaciones mineras sin perjuicio para las condiciones ambientales.

El resultado cartográfico y tabular logrado expone las características y grado de conocimiento mas actual de las materias primas minerales de la unidad territorial Isla de la Juventud.

4.4 Mapa de Ordenamiento Territorial de los Recursos Geólogo Mineros.

El Mapa de Ordenamiento Territorial de los Recursos Minerales, Figura 4.14, expresado en su variante básica y más general, muestra el grado de favorabilidad a la explotación minera de diferentes áreas de su territorio. Es esta la condición primaria, sobre la que se pueden obtener además otros resultados monotemáticos, complejos y/o personalizados según el interés y objetivo de los decisores en la administración del territorio sobre la base de la información y conocimiento que proporciona el resultado del diagnóstico obtenido.

En el se reconocen 4 zonas:

ZONA I - Se trata de las áreas que pueden ser explotables de acuerdo a su carga mineral y que se encuentran libres de restricciones que pudieran invalidar el uso minero del territorio. Dentro de esta zona se distinguen 2 áreas, una muy productiva, ocupando los flancos oeste de la Sinforma Nueva Gerona y de la Antiforma Río Los Indios, en áreas de exposición de la Formación Agua Santa y del miembro Victoria de la formación Cañada respectivamente y otra menos productiva, de mayor especificidad mineragénica dentro de la Formación Cañada, al este de la Antiforma Río Los Indios y en la Antiforma Guayabo. Completa esta área, las superficies ocupadas por los sedimentos pleistocénicos de la Formación Guane

ZONA II - Aquí reconocemos las áreas que admiten operaciones mineras, pero condicionadas por alguna restricción y debe analizarse un plan de manejo para

ellas consensuado con el organismo que impone la restricción. En el mapa, la franja que ocupa la Formación Siguanea, donde se encuentran prácticamente todos los depósitos de mayor interés para la explotación de las arenas y que tiene áreas en conflicto con las áreas protegidas (RFM Río Los Indios) .

ZONA III - Área donde no se puede explotar. Esta área se corresponde con el área de veto medioambiental en conflicto con las AMR Sur Delita, Los Indios, e Itabo - Norte-Aeropuerto y que por el momento no admite la posibilidad de manejo común en labores de operaciones mineras para la minería metálica. Se corresponde con afloramientos del Miembro Victoria de la Formación Cañada

ZONA IV - Corresponde con áreas de muy bajo potencial minero o completamente estériles en recursos minerales hasta lo hoy conocido. Se trata de las secuencias del pleistoceno y holoceno al sur de la falla de Lanier.

Para estas zonas se establecen tres categorías de ordenamiento dentro del propósito minero actual, la concesión de explotación activa hoy día, las áreas mineras reservadas con evaluación de su potencial geólogo minero que permite el análisis de opciones a corto y mediano plazo y los depósitos reconocidos pero no estudiados profundamente como una posibilidad de análisis a más largo plazo.

4.5 Proyecciones del Sector Minero:

La Isla de la Juventud posee el geopotencial minero adecuado a sus necesidades constructivas actuales y futuras y para hacerlo efectivo se recomienda mantener las áreas mineras reservadas recomendadas.

La calidad del agua natural mineral de La Cotorra, hoy día con permiso de explotación, podría potencial no solo el mercado local sino incluso de la zona sur del Caribe, con amplio desarrollo turístico (Ej. Islas Caimán).

El depósito de Oro Delita se encuentra listo a la entrada de inversión extranjera en asociación con Geominera S.A.

Para las materias primas no metálicas las unidades estratigráficas mas productivas son la Formación Cañada con dos pequeñas áreas restringidas a la

actividad minera por ser las Sierra de las Casas y Sierra de Caballos Reserva Flogística Manejable y la Formación Agua Santa.

Se distinguió dentro de las Zonas I y II dos niveles primarios de ordenamiento: Los yacimientos en explotación y los depósitos que conforman las Áreas Mineras Reservadas.

Los prospectos y ocurrencias conocidas constituyen un nivel de ordenamiento a más largo plazo, necesitan completar su estudio y no constituyen un nivel de prioridad por el momento. En todo caso su nivel de prioridad y opción de ejecución queda determinado por los valores de su potencial geológico y el análisis costo beneficio de los decisores en el momento de tomar acción.

La organización territorial propuesta se fundamenta en la factibilidad ambiental y minera. Esta organización, al considerar los diferentes niveles de potencial geólogo minero de cada depósito, pone a disposición de los decisores múltiples opciones de ubicación de la materia prima que fuera necesario explotar considerando la factibilidad de tamaño, calidad, perspectiva, acceso y condiciones técnico mineras.

CONCLUSIONES

- 1- El estudio y análisis de la bibliografía puso en evidencia que no existía un ordenamiento dinámico de los recursos geólogo mineros y que la conceptualización del Ordenamiento Territorial de los Recursos Geólogo Mineros en Cuba debía ser reconsiderada para lograr tal fin.
- 2- Sin la determinación previa de las áreas mineras reservadas y sin la evaluación del potencial geólogo minero de los depósitos identificados no se puede garantizar el ordenamiento territorial de los recursos minerales sin comprometer la sostenibilidad de las actividades mineras.
- 3- El modelo conceptual del ordenamiento territorial geólogo minero diseñado permitió implementar un procedimiento sobre plataforma SIG para la sistematización, análisis de la información técnica y legal de los recursos minerales e infraestructura afín y gestión del Mapa de Ordenamiento Territorial de los Recursos Geólogo-Mineros, sobre la base de la favorabilidad para la actividad minera.
- 4- Los resultados obtenidos con la aplicación de la metodología diseñada en la Isla de la Juventud, satisfacen los resultados esperados de esta investigación y se resumen en:
 - Caracterización de la mineragénea del territorio de la Isla de la Juventud vinculada al proceso de metamorfismo de sus secuencias rocosas.
 - Caracterización geólogo tecnológica y económica de las materias primas minerales y su distribución en relación con las unidades formacionales presentes.
 - La estimación del PGM de todos los depósitos reportado con suficientes información para este propósito, sobre la base de la carga mineral y características socioeconómicas del territorio.
 - Obtener el Mapa del Geopotencial Minero. Este mapa ofrece una visual de las perspectivas de ordenamiento local y regional para cada materia prima.
 - Caracterización de la distribución territorial del volumen de recursos por materias primas actual y potencial.

- La delimitación y propuesta de 21 Áreas Mineras Reservadas de materias primas no metálicas y metálicas
- Determinar las áreas de conflicto territorial.

5- Mapa de Ordenamiento Territorial de los Recursos Geólogo - Mineros de la Isla de la Juventud. donde se refleja la zonación territorial de los diferentes niveles de favorabilidad para la actividad minera, con una referencia al potencial geólogo minero de cada una de los depositos registrado.

RECOMENDACIONES

1. Extender la metodología propuesta para el resto de las unidades territoriales.
2. Recomendar a la Dirección General de la ONRM la inclusión en el Manual de Procedimiento Minero, de los modelos que recojan la información sobre la geometría de las canteras y minas en operaciones y datos técnicos de su infraestructura ambiental en la información anual.
3. Desarrollar un sistema de experto para el estudio y evaluación del potencial geólogo minero.
4. Contrastar el nivel de ordenamiento alcanzado por otros sectores de la economía vinculados al ENOT para lograr niveles de compatibilización adecuados e ir estructurando las salidas del ENOT

BIBLIOGRAFIA

- Anuario de la Republica de Cuba, 2005. ONE. La Habana. Cuba.
- Batista González,R, J. Martínez,2005, Depósitos de rocas y minerales industriales en Cuba. Sus principales regularidades estructuro – formacionales y perspectivas. *VI Congreso de Geología (GEOLOGIA,2005) Geología y Prospección de Minerales No-Metalicos GEO 15-2* .
- , J. Martínez S. et.al., 2000. Sistema Informativo para los Recursos Minerales de Cuba.
- , et.al. “INFOYAC”. (Actualizado hasta 2004). IGP. Ciudad de la Habana.
- Balance Nacional de Recursos y Reservas.,2005. Republica de Cuba. ONRM. La Habana.
- Colectivo de Autores, 1989, Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba.
- Colectivo de Autores, 2003, SIGEOL. IGP. La Habana.
- De Los Santos, E. Et. Al. 1998. Mapa de Yacimientos Minerales de la República de Cuba. Escala 1:500 000.
- Díaz J:L., Portela H.A., Blanco P. y Magaz A., 1986. Los principios básicos de la clasificación morfoestructural del relieve cubano y su aplicación en la región Centro-Oriental de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba. Instituto de Geografía.
- ENOT. Diseño de Investigación. Sintético. IPF. La Habana, diciembre del 2002.
- Fernandez S, M. A., Pardo, M., 2000. TTP Reprocesamiento de la Información geológica de las áreas revertidas por la A:E: Matlock Delita S.A.
- Garea J.,2003 Sistema Automatizado de Información de Suelos, PhD Tesis, Universidad de la Habana, 104p
- Pal B., 2000 Implementation of a GIS, nuts and bolts, <http://www.gisdevelopment.net/technology/gis>
- Grosso,P. .2004., Desde el diagnóstico territorial participativo hasta la mesa de negociación: orientaciones metodológicas. Oficial de análisis de sistemas de tenencia de la tierra, Servicio de Tenencia de la Tierra de la FAO. (<http://www.fao.org/sd/LTdirect/LR972/w6728t03.htm>).
- Iturralde-Vinet M.A. 1998. Sinopsis de la Constitución Geológica de Cuba. En Eds. Melgarejo. J.C. y Proenza. J.A. Acta Geológica Hispanica. V.33 (1998).nº 1-4. p. 9-56.
- Lavandero R. et al. 1988. Mapa de yacimientos y manifestaciones minerales metálicos y aguas minerales República de Cuba 1:500 000.
- Ley Sobre la protección del medio ambiente, No 81 1997.
- Ley de Protección del Medio Ambiente y Uso Racional de los Recursos Naturales, No 33, 1981.
- Ley de Minas. No 76, 1995.
- Ley para la Inversión Extranjera, No 77. 1995.
- Mendoza, 2006. Ficha al Programa Ramal de Ordenamiento Territorial (PROT). IPF. La Habana.

Millan, G. L. Peñalver, 2003. Mapa Geológico de la Isla de la Juventud a Esc. 1: 100 000. (Imagen Digital). IGP. Archivo Tecnico ONRM. La Habana, Cuba.

Molina E, Jorge, 2002, Los recursos Minerales y la Minería como Componentes del Medio Físico en la Planificación Territorial en Colombia. En La Minería en el Contexto de la ordenación del territorio. Editores Roberto C. Villas-Bôas, Roberto Page. Río de Janeiro. CNP/CYTED

ONE, 2006. Anuario Estadístico.

O T.C, 2003 <http://reliot.ine.gob.mx/cuba/regulaciones.html>

Pardo, M.E., 1986. La Constitución Geológica y la Metalogenia Endógena del Macizo de la Isla de la Juventud. Tesis al grado de Doctor. CUJAE. La Habana.

Resolución 215. Clasificación de Recursos y Reservas. Gaceta oficial de la República.

Sánchez, M.E., J. Feman Cárdenas, 2002 . Lineamientos de Ordenamiento Ambiental Territorial y La Minería. Caso de estudio Parque Minero Mochuelo Bogota Colombia. En La Minería en el Contexto de la ordenación del territorio. Editores Roberto C. Villas-Bôas, Roberto Page. Río de Janeiro. CNP/CYTED.

Somin M, G. Millan., 1981. Geología del Macizo Metamórfico Isla de la Juventud..

Torres, J.L., M. Rodríguez. 2005, Distribución de los Depósitos Metálicos en Cuba. Trabajo de Curso de Metalogenia, en Maestría Geología. IGP-UPR

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Bonham–Carter G.F., 1994. Geographic Information Systems for geoscientists. Modelling with GIS

Documentos del Archivo Técnico ONRM

Cabrera J., 2002 Introducción al Catastro Ingeniero Geológico y Geoambiental de la Provincia de Pinar del Río, aplicando tecnologías SIG, PhD Tesis, Universidad de Pinar del Río, 101p

Coutin Correa D.P et al. 1988 . Mapa de yacimientos y manifestaciones minerales no metálicos y combustibles de la República Cuba 1:500 000.

Coutin Correa D.P et al. 1992 . Mapa Mineragenico y Pronóstico de Cuba 1:500 000. (inédito).

Biblioteca Digital, 1999. <http://w3.mor.itesm.mx/~geomatic/>

- De Marchi, R. y Altissimo, R. 1996. Método de evaluación medioambiental para un desarrollo sostenible de las áreas rurales. *Reforma agraria, colonización y cooperativas*. Roma. (<http://www.fao.org/sd/LTdirect/LR96/demarchi.htm>).
- DIPRES, 2004; en www.dipres.cl, Publicaciones, Control de Gestión Pública.
- Franco, R., 2004. Análise espacial: Álgebra de Mapas, Análise espacial exploratória e Modelação Espacial. <http://gasa.deca.fct.unl.pt>
- Grosso, P. y Toselli, P. 1997. Desde la ciudad al territorio: la nueva problemática periurbana. *Reforma agraria, colonización y cooperativas*, 1997/2. Roma. (<http://www.fao.org/sd/LTdirect/LR972/w6728t03.htm>).la FAO.
- Guardado, R., 2002 Experiencia del programa de Ordenamiento Minero Ambiental en las actividades geomineras en Cuba. Editores Roberto C. Villas-Bôas, Roberto Page. Río de Janeiro. CNP/CYTED.
- Traub K. M., 1998 The Four Dimensions of a GIS,