



**REPÚBLICA DE CUBA**  
**MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR**  
**INSTITUTO SUPERIOR MINERO – METALÚRGICO DE MOA**  
**“DR. ANTONIO NÚÑEZ JIMÉNEZ”**  
**FACULTAD DE GEOLOGÍA – MINERÍA**  
**DEPARTAMENTO DE MINERÍA**

**TRABAJO DE DIPLOMA**  
**EN OPCIÓN AL TÍTULO DE**  
**INGENIERO DE MINAS**

**Título: Caracterización Minero Ambiental de la Industria de Materiales de la Construcción en la Provincia Guantánamo**

**Autor: Angel Luis Guindo Gamez**

**Tutores: M. Sc Alexis Monte de Oca.**

**Dra. C Mayda Ulloa Carcassés**

**Ing. Ariolvis Toirac Cobas**

**Moa, 2013**

**“AÑO 55 DE LA REVOLUCIÓN”**

**Declaración de autoridad.**

Yo **Angel Luis Guindo Gamez** autor del presente trabajo, certifico la propiedad intelectual a favor del ISMM y a la Facultad de Geología y Minería del mismo Instituto los cuales podrán hacer uso del mismo con la finalidad que estimen conveniente.

El estudiante

---

Tutor: Dra. C Mayda Ulloa Carcassés

---

Tutor: M. Sc Alexis Monte de Oca.

---

**Dedicatoria:**

Dedico este trabajo a toda mi familia en especial a mí madre quiero tanto y que siempre se ha esforzado para que este sueño se haga realidad, a mis amigos y la revolución.

**Agradecimientos:**

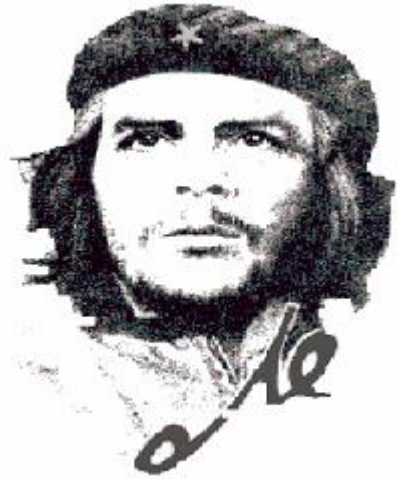
Le doy gracias a Dios por la vida que me ha dado y por la gran oportunidad de poder ingresar a esta universidad, a mis padres, hermano, familia y amigos por su apoyo incondicional que siempre me han alentado a seguir adelante a pesar de todos los obstáculos que siempre se han presentado a todo lo largo de mi carrera.

A los profesores de la facultad de Minería en especial a mis tutores quienes me han brindado todo su apoyo.

A todos aquellos que invirtieron tan siquiera un segundo de sus vidas, en mejorar la calidad de este trabajo.

**Pensamiento,**

**“El hombre debe transformarse conjuntamente con la producción que avanza no haríamos una tarea adecuada si solamente fuéramos productores artículos, materias primas y no fuéramos a la vez productores de hombres.”**



## **RESUMEN**

En este trabajo de diploma, Caracterización minero-ambiental de la industria de materiales de construcción de la provincia Guantánamo, se analizó la estructura productiva de la industria de materiales de construcción de la provincia de Guantánamo y las características geológicas y minero- técnicas de cada yacimiento en explotación; se identificaron los efectos ambientales que se manifiestan en cada cantera y las medidas generales de mitigación de los impactos ambientales negativos. En su elaboración se aplicaron métodos empíricos y teóricos de la investigación científica que permitieron cumplir adecuadamente los objetivos planificado. La caracterización minero-ambiental de la industria de materiales de la construcción de la provincia de Guantánamo demostró que todos los yacimientos producen impactos negativos y positivos significativos. Como principal conclusión del trabajo se obtuvo que la caracterización minero-ambiental de la industria de materiales de la construcción de la provincia de Guantánamo, permitió establecer los efectos ambientales negativos generados por la explotación en cada cantera y proponer medidas para desarrollar una minería responsable.

**Abstract:**

In this diploma work, miner-environmental Characterization of the industry of materials of construction in Guantánamo, was analyzed the productive structure of the industry of materials of construction of the county of Guantánamo and the geologic and mining and technical characteristics of each location in exploitation; the environmental effects were identified that are manifested in each quarry and the general measures of mitigation of the negative environmental impacts. In their elaboration empiric and theoretical methods of the scientific investigation were applied that allowed to complete the planned objectives appropriately. The mining and environmental characterization of the industry of materials of the construction of the county of Guantánamo demonstrated that all the locations produce significant negative and positive impacts. As main conclusion of the work it was obtained that the miner-environmental characterization of the industry of materials for construction in Guantánamo, allowed to establish the effects environmental negatives generated by the exploitation in each quarry and to propose measures to develop a responsible mining.

## Índice

INTRODUCCIÓN.....	1
Problema de Investigación.....	1
Objeto de estudio .....	1
Objetivo General.....	1
Campo de acción.....	2
Hipótesis .....	2
Objetivos específicos.....	2
<b>CAPITULO I. ANTECEDENTES Y TENDENCIA ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1 Antecedentes y actualidad del tema en Cuba.....</b>	<b>4</b>
1.2 Legislación minero ambiental en Cuba .....	7
<b>CAPITULO II CARACTERIZACIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO .....</b>	<b>13</b>
2 .1 Caracterización de la provincia Guantánamo .....	13
2.2 Caracterización de la industria de materiales de la construcción de Guantánamo.....	14
2.3 Caracterización minero-geológica de los principales yacimientos de la Empresa Materiales de la Construcción Guantánamo .....	17
a) Yacimiento de Caliza la Inagua .....	17
b) Yacimiento de Caliza Manantiales .....	20
c) Yacimiento de Arcilla Novaliches .....	23
Régimen de Trabajo.....	24
d) Yacimiento de Arena y Grava Cajobabo.....	25
e) Yacimiento de Arena y Grava Malabe .....	27
f) Yacimiento de Arena Tibaracón del Toa.....	29
2.4 Caracterización de la actividad minera en los yacimientos de la industria de materiales de la construcción de la provincia Guantánamo .....	32



2.4.1 Labores mineras para la explotación de yacimientos de calizas .....	33
2.4.2 Labores mineras para la explotación de yacimientos areno - gravosos.....	37
<b>CAPÍTULO III. CARACTERIZACIÓN MINERO- AMBIENTAL DE LOS</b>	
<b>YACIMIENTOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE GUANTÁNAMO.....</b>	
<b>40</b>	
3.1 Caracterización ambiental de los yacimientos La Inagua, Ampliación de La Inagua, Manantiales, Novaliche, Cajobabo, Malabé II, Malabé III Tibaracon del Toa .....	40
3.1.1 Yacimientos de caliza que se explotan con perforación y voladura: La Inagua, Ampliación de La Inagua y Manantiales .....	41
3.1.2 Yacimientos de arcilla que se explotan con perforación y voladura: Novaliche .....	42
3.1.3 Yacimientos que se explotan con medios mecánicos .....	43
3.3 Propuesta de Medidas Preventivas, Correctoras y de Mitigación .....	44
3.3.1 Para yacimientos que se explotan por perforación y voladura (Inagua Ampliación de La Inagua y Manantiales) .....	44
• Protección al suelo .....	44
• Protección de la atmósfera: ruido, calidad del aire .....	45
• Protección a la flora .....	45
• Protección a la fauna.....	46
• Protección a la Población .....	46
• Protección al paisaje .....	46
3.3.2 Para yacimientos que se explotan por medios mecánicos (Malabé II y Malabé III, Cajobabo y Tibaracón del Toa).....	47
CONCLUSIONES.....	49
RECOMENDACIONES.....	50
BIBLOGRAFIA .....	51

## **INTRODUCCIÓN**

La minería es una actividad determinante en el progreso de la sociedad humana, la misma constituyó la fase inferior del desarrollo desde tiempos remotos y está dada por los nombres de las diferentes edades en la historia antigua (edad de piedra, de bronce y de hierro). Por esto la Revolución ha dedicado grandes esfuerzos humanos y materiales en la consolidación de la educación, cultura y mejoramiento de las condiciones de vida del pueblo. La provincia Guantánamo no se excluye de estos programas, en ella se construyen grandes obras sociales entre las que se destacan: escuelas, joven club de computación, salas de rehabilitación, reparación de hospitales, entre otras. Generalmente la explotación se ejecuta sin un documento que recoja la secuencia de los trabajos que se desarrollan en la misma, esto imposibilita la planificación de las reservas que se extraen por periodos de tiempo. Anteriormente la entidad contaba con un proyecto de explotación cuyo diseño se realizó para el quinquenio 2006–2011, sin incluir la dimensión ambiental en los trabajos mineros. Hasta el momento no se cuenta con una caracterización general de la empresa que incluya, además de los aspectos minero- técnicos, la situación ambiental de las canteras que la integran, por lo cual es evidente la realización de una investigación sobre esta temática.

### **Problema de Investigación**

Necesidad de realizar una caracterización minero-ambiental de los yacimientos para materiales de construcción de la provincia Guantánamo con el fin de valorar su influencia sobre el medio ambiente proponer medidas para minimizar las afectaciones al mismo.

### **Objeto de estudio**

Procesos Minero Ambientales

### **Objetivo General**

Realizar una caracterización minero-ambiental de la Industria de Materiales de Construcción de la provincia Guantánamo para establecer sus efectos negativos.

## **Campo de acción**

Yacimientos de la Industria de Materiales de la Construcción de la Provincia Guantánamo.

## **Hipótesis**

Si se realiza una caracterización minero-ambiental de la industria de materiales de la construcción de la provincia de Guantánamo, se podrán establecer los efectos ambientales negativos generados por la explotación y proponer medidas para desarrollar una minería responsable.

## **Objetivos específicos**

- Analizar la estructura productiva de la industria de materiales de construcción de la provincia de Guantánamo.
- Analizar las características geológicas y minero- técnica de cada yacimiento en explotación en la empresa.
- Identificar los efectos ambientales que produce cada cantera.
- Proponer medidas generales de mitigación de impactos negativos

## **Métodos de Investigación**

Se emplearon métodos empíricos y teóricos de la investigación científica. Entre los métodos empíricos:

- La observación para conocer la realidad del trabajo de la empresa y las canteras, las características minero-técnicas y el estado del medio ambiente en el área de estudio.
- Criterios de expertos, para fundamentar la elección de las acciones capaces de producir impactos y los factores susceptibles a recibirlos y en la valoración de cada impacto.
- Entrevistas a los especialistas para fundamentar los resultados de las observaciones realizadas.

Entre los teóricos:

- El análisis-síntesis, para analizar documentos existentes y sintetizarlos.
- El hipotético-deductivo, para la formulación y verificación de la hipótesis.
- El método histórico-lógico para analizar la trayectoria concreta de la empresa y de las canteras.

El trabajo se desarrolló a través de las siguientes etapas metodológicas:

1. Trabajo de campo:
  - Recopilación de materiales
2. Trabajo de gabinete
  - Elaboración del informe final

## **CAPITULO I. ANTECEDENTES Y TENDENCIA ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL**

Este capítulo tiene como objetivo principal ofrecer el estado del arte del manejo del problema de la contaminación ambiental de canteras y de las estrategias para enfrentarlo, referido por la literatura especializada, de modo, que pueda servir como referencia en los esfuerzos por contrarrestar el problema presente en la provincia de Guantánamo, principalmente en la Industria extractiva de Materiales de Construcción.

### **1.1 Antecedentes y actualidad del tema en Cuba**

Milanés (1996) realiza una caracterización detallada de todos los yacimientos de materiales de la construcción de la provincia Santiago de Cuba, luego caracteriza el medio ambiente de cada uno de los yacimientos, la identificación de los sistemas ambientales alterados por minería y su área de influencia seguidamente realiza el diagnóstico de los problemas, se calcula el impacto y se propone medidas para cada yacimientos y para finalizar realiza una comparación entre estudios de morbilidad y mortalidad de las áreas de salud del municipio Santiago de Cuba.

En la tesis doctoral “Caracterización y corrección del impacto ambiental provocado por la explotación a cielo abierto de yacimiento de materiales de construcción en la región Oriental”, Romero (1998) realiza en su capítulo 2 una caracterización de los yacimientos, teniendo en cuenta solo la ubicación y materia prima que se explota, no tiene en cuenta la geología, clima, topografía, hidrografía y la descripción del medio biológico. En el capítulo 3 efectúa un diagnóstico ambiental en forma general de todos los yacimientos de materiales de la construcción de la región oriental, no lo hace particular para cada yacimiento.

Viage (2000) realizó un estudio detallado del funcionamiento de los diferentes sectores técnicos administrativos y de control de la empresa de materiales de la Construcción de Santiago de Cuba en este trabajo plasma una serie de cuestiones de vivo interés que permiten establecer parámetros técnicos económicos que ayudan al mejor funcionamiento de la empresa.

En su primera parte refleja las características físico geográficas y económicas de la provincia de Santiago de Cuba, en la segunda etapa hace unas caracterizaciones

geológicas de la provincia mencionada, en la tercera analiza los yacimientos de dicha región y en la cuarta analiza la situación ambiental de los yacimientos.

Espinoza (2001, 2007) aborda en sus libros el análisis de los principios y conceptos fundamentales de la evaluación de impacto ambiental. La información de estos libros gira en torno a las tres grandes expresiones de la evaluación de impacto ambiental: el proceso de impacto ambiental, el sistema de impacto ambiental y el estudio de impacto ambiental. El segundo libro profundiza en diversas actividades y etapas importantes dentro del proceso de impacto ambiental y presenta un análisis crítico de la aplicación de la evaluación de impacto ambiental a partir de las experiencias en diversos países.

En cada uno de los libros se exponen las metodologías de Evaluación de Impacto Ambiental, resaltando que las mismas se refieren a los enfoques desarrollados para identificar, predecir y valorar las alteraciones de una acción. Consiste en reconocer qué variables y/o procesos físicos, químicos, biológicos, socioeconómicos, culturales y paisajísticos pueden ser afectados de manera significativa. La base teórica de este trabajo se enriqueció con el estudio profundo de estos libros.

Aguilera (2003), realiza el estudio del impacto ambiental ocasionado por la explotación del yacimiento fluvial de arena y grava "Río Nibujón". En este trabajo se presenta el estudio de impacto ambiental producido por la explotación de un depósito fluvial de arena y grava, localizado en la zona de amortiguamiento del parque Alejandro de Humbolt, para ello identifica, caracteriza y valora los impactos ambientales y finalmente, elabora el plan de medidas preventivas, correctoras o de mitigación de los impactos causados junto al plan de monitoreo de las actividades de explotación.

Por otra parte, Francisco (2003), en su trabajo Evaluación del impacto ambiental que se genera durante la explotación del yacimiento la Yaya y en el proceso industrial de la calera, establece y valora los diferentes impactos que se generan en la zona de incidencia durante todo el proceso de ejecución del proyecto y las causas que están provocando las afecciones respiratorias en un gran por ciento de los habitantes de la misma. Se identificaran todos los impactos que se generan en la zona por el proceso de explotación del yacimiento, el molino y la planta de cal y se proponen las medidas

técnicas que permitan mitigar estos impactos y conlleven a un mejor desarrollo socioeconómico de la zona, protegiendo y conservando el medio ambiente y poder utilizar racionalmente los recursos naturales.

El trabajo Parra (2004) Estudio de Impacto Ambiental en la Cantera Los Guaos constituyó una investigación que permitió facilitar la Evaluación del impacto provocado por la explotación minera de la cantera sobre el medio ambiente dotando a la Empresa de Materiales de la Construcción de Santiago de Cuba de una importante herramienta para la toma de decisiones en función de mejorar su Gestión Ambiental y disminuir los efectos nocivos provocados por el cumplimiento de su objeto social.

Como resultado y con la utilización de métodos científicos se determinaron las actividades que provocan los mayores impactos negativos así como los de mayor importancia, de igual forma se presenta un plan de medidas de carácter técnico y organizativo que facilitarán la mitigación de estos impactos.

Esta evaluación de impacto ambiental y la propuesta del plan de medidas han sido elaboradas con un enfoque integrador de las metodologías más usadas en Cuba, las normas ISO 14000 y las legislaciones vigentes para la actividad ambiental con el fin de facilitar el manejo del yacimiento para el uso de los recursos naturales teniendo en cuenta el desarrollo sostenible.

Ulloa (2004) en su artículo Rehabilitación de áreas en desuso del yacimiento de rocas ornamentales “Rosado del Río” provincia Granma, explica que la explotación del yacimiento de mármol “Rosado del Río”, produce importantes impactos ambientales, producto a que la extracción y movimiento de materiales que se realizan, originan huecos y escombreras que convierten el terreno donde está enclavada el área de trabajo, en una zona de difícil reutilización, debido a que no se previó desde la fase de proyecto de explotación, la reintegración al entorno, derivándose de ello, de manera especial, la eliminación de la vegetación durante la explotación y una gran afectación de la calidad del paisaje. En este trabajo, a través de un levantamiento de campo, se realizó un diagnóstico preliminar para detectar la situación ambiental de la zona del yacimiento y se determinaron las deficiencias y violaciones que afectan el medio ambiente de la cantera derivada del proyecto de

explotación minero. La metodología empleada por la autora permitió establecer las interacciones actividad minera e impactos en esta investigación.

Gómez (2005) primeramente describe la ubicación de la provincia Santiago de Cuba y sus características generales, a continuación se caracteriza su geología, luego se realiza un análisis de los yacimientos de la provincia y se describen diferentes parámetros de cada uno de ellos como su ubicación geográfica dentro de la provincia, la geología de la zona donde se encuentran, las reservas de materia prima, tipo de roca, características minero técnicas con el equipamiento de que disponen y el que necesitan para poder cumplir su plan de producción y el estado actual de las plantas de preparación mecánica con sus características generales.

Gómez (2005) realiza una caracterización de la industria extractiva de Materiales de la Construcción de la provincia de Santiago de Cuba. Realizó un estudio de los yacimientos de la provincia desde el punto de vista técnico y se determinaron los recursos disponibles, necesarios y los factores que influyen de forma negativa en la producción de cada empresa, para lograr aumentar la producción de materiales de producción y no tiene en cuenta las afectaciones al medio ambiente de cada uno de estos yacimientos.

En el Estudio Minero Ambiental de la cantera “El Cacao” de Hasimbuli (2012), se utilizó un procedimiento metodológico que permitió identificar las acciones mineras, como son componentes impactantes del medio ambiente y los factores ambientales susceptibles a recibir impactos, y a través de su interacción se identificaron, caracterizaron, valoraron y evaluaron los impactos ambientales. Para la corrección de los impactos se elaboraron un sistema de medidas a corto mediano y largo plazo.

## **1.2 Legislación minero ambiental en Cuba**

La legislación minera y ambiental trata de marcar reglas y procedimientos que regulen las actividades extractivas del sector minero. La extracción de los recursos naturales de carácter agotable se hacía, hasta épocas recientes, bajo criterios exclusivamente técnicos y económicos, sin la consideración de los posibles impactos ambientales que se producen en los ecosistemas y consecuentemente, sin la aplicación de precauciones o medidas preventivas y correctoras para aminorarlos o eliminarlos.



La minería para la economía cubana, no constituía un renglón importante, hasta la primera mitad del siglo XX; el mayor auge en esta producción fue alcanzado poco antes de 1959, durante los periodos de confrontación bélicas, cuando comenzó a incentivarse esta actividad vinculándola a las guerras mundiales y a la de Corea. El desconocimiento sobre el potencial minero del territorio nacional y la participación de inversionistas cubanos eran nulos, así como el concepto de cierre de minas.

Con el triunfo de la Revolución en 1959, se decide implantar un programa destinado a precisar y desarrollar el potencial minero del país pero aún no se había logrado establecer las leyes y normativas para alcanzar la recuperación de estas áreas afectadas por la minería.

La minería en Cuba se reguló por primera vez con la promulgación de la Ley de Minas el 6 de julio de 1859 y el Decreto Ley de Bases Generales del 29 de diciembre de 1868, y se mantuvieron vigentes con sucesivas modificaciones hasta el 21 de diciembre de 1994.

La Ley de Minas de 6 de julio de 1859, reformada por la del 4 de marzo 1868 y su Reglamento regulaban aspectos sobre el dominio de los recursos, los permisos, las autoridades y la jurisdicción, la inscripción en el correspondiente registro, el pago del canon por la explotación de minerales, las obligaciones de los mineros, las demarcaciones, las indemnizaciones a terceros por daños y perjuicios, la caducidad de las concesiones entre otros aspectos generales.

En el Reglamento Orgánico para la Minería Cubana se previó la fianza por parte del minero para la indemnización derivada de las afectaciones de excavaciones que pudieran producirse en terrenos de terceros.

El artículo No.155, uno de los pocos que tenían un carácter protector en relación al medio ambiente, estipulaba en cuanto al desvío del curso de las aguas, por voluntad o no del concesionario, la obligación de restituirlas a su lugar, cuando esto no fuese posible el concesionario quedaba obligado a reparar los daños y perjuicios con responsabilidad civil y en su caso criminal.

En disposiciones complementarias a la ley y el Reglamento Orgánico promulgadas a partir de 1909, se regularon preceptos sobre la inspección y vigilancia de los manantiales, la obligación del concesionario de responder por todos los daños y perjuicios que ocasione con motivo de la explotación a terceros, la prohibición de

realizar trabajos sin autorización, a menos de cuarenta metros de caminos, edificios y cualquier servidumbre pública.

Las indemnizaciones estaban previstas para el simple pago a los terceros afectados por los daños y perjuicios ocasionados en la finca, pero en ningún caso se interesaba la reparación de daño provocado al medio ambiente.

El Decreto No. 67631 de 19 de Mayo de 1932 (Gaceta del 23) creaba el Fondo Especial de Minas, destinado a construcción de viveros forestales, fomentar Parques Nacionales y Reservas Forestales, Laboratorio Forestal, laboratorio químico para el estudio de rocas cubanas, siembra de árboles tropicales cuyos productos tenían un gran valor en el mercado mundial, aspectos que en su mayoría poseían un carácter puramente comercial y muy poco tenían que ver con la protección del medio ambiente.

En 1981 la **Ley No. 33**, de la Protección de Medio Ambiente y de los Recursos Naturales, dicta en su Artículo 51, la obligatoriedad de garantizar, por parte de los organismos y empresas estatales que desempeñan labores de aprovechamiento de los recursos minerales, la ejecución de las medidas preventivas, así como la eliminación de los daños o peligros que amenacen la vida o la salud de las personas, o la destrucción de los bienes de interés social, lo que constituye el primer acercamiento a la protección del medio ambiente en las zonas de interés minero.

Posteriormente la **Ley 76 de Minas** aprobada el 23 de enero 1995 ya tiene como objetivo establecer la política minera y las regulaciones jurídicas de dicha actividad de manera tal que garanticen la protección, el desarrollo y el aprovechamiento racional de los recursos minerales en función de los intereses de la nación, y traza directivas obligatorias, controladas por los funcionarios de gobierno vinculados con la actividad. Establece en su artículo 41 que todos los concesionarios están obligados a preservar adecuadamente el medio ambiente y las condiciones ecológicas del área, elaborando estudios de impactos y planes para prevenir, mitigar, controlar, rehabilitar y compensar el impacto derivado de la actividad minera en los términos que establece la legislación. En el artículo 57 señala que los concesionarios pueden perder esta condición si no cumplen con el programa de ejecución de las medidas de mitigación y en el 65 señala la obligación de restaurar con el cierre de la mina.

Más adelante la **Ley 81 de Medio ambiente** promulgada el 11 de julio de 1997, complementada con el decreto Ley No. 220, de las Contravenciones en Materia de

Medio ambiente en su artículo 13 establece que los Organismos que tienen a su cargo el uso y administración de recursos naturales, en cumplimiento de sus deberes, atribuciones y funciones específicas relativas a la protección del medio ambiente, deben incorporar y evaluar los requerimientos de la protección del medio ambiente en sus políticas, planes y programas de desarrollo y ejecutar proyectos con vista a garantizar la sostenibilidad de su gestión y contribuir al desarrollo de la vida en un medio ambiente adecuado, valorando científicamente los factores ambientales. Los artículos 67 y 70 recogen el régimen de sanciones administrativas en materia de protección del medio ambiente que incluye a las personas naturales y jurídicas que incurran en las contravenciones establecidas en la legislación complementaria a la Ley y asevera que toda persona natural o jurídica que por su acción u omisión dañe el medio ambiente está obligada a cesar en su conducta y a reparar los daños y perjuicios que ocasione. El artículo 92 expone la obligación de todas las personas naturales y jurídicas en la protección y conservación de las aguas y de los ecosistemas acuáticos en condiciones que permitan atender de forma óptima a la diversidad de usos requeridos para satisfacer las necesidades humanas y mantener una equilibrada interrelación con los demás recursos naturales asegurando un adecuado desarrollo del ciclo hidrológico y de los elementos que intervienen en él, prestando especial atención a los suelos, áreas boscosas, formaciones geológicas y a la capacidad de recarga de los acuíferos. Sobre las personas naturales o jurídicas que tienen a su cargo el uso o explotación de los suelos, el artículo 106 refleja que se ajustarán a hacer su actividad compatible con las condiciones naturales de estos y con la exigencia de mantener su integridad física y su capacidad productiva y no alterar el equilibrio de los ecosistemas, añade que adoptarán las medidas que correspondan, tendientes a evitar y corregir las acciones que favorezcan la erosión, salinización y otras formas de degradación o modificación de sus características topográficas y geomorfológicas y que deben realizar las prácticas de conservación y rehabilitación que se determinen de acuerdo con las características de los suelos y sus usos actuales y perspectivas. Además amplía que deben cumplir las disposiciones establecidas en la legislación básica de suelos del país y otras que a su amparo dicten los organismos competentes. En los artículos 120, 122 y 137 se refieren a que toda actividad minera estará sujeta al proceso de evaluación de impacto ambiental, por lo que el concesionario solicitará la licencia ambiental para

ejecutar la fase de explotación. Las personas naturales o jurídicas que desarrollan actividades de aprovechamiento de recursos minerales, estarán en la obligación de rehabilitar las áreas degradadas por su actividad, así como las áreas y ecosistemas vinculados a éstas que puedan resultar dañados, de conformidad con lo dispuesto en la Ley de Minas y en la presente Ley, o en su defecto, a realizar otras actividades destinadas a la protección del medio ambiente, en los términos y condiciones que establezcan el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, el Ministerio de la Agricultura y el Ministerio de la Industria Básica. Las medidas correctivas estarán destinadas a remediar los daños causados al paisaje y, en la medida de lo posible, a recuperarlos o rehabilitarlos y se aplicarán de conformidad con lo dispuesto en la presente Ley y su legislación complementaria. También en esta Ley el artículo 160 se refiere a que todo inversionista está obligado a asegurar condiciones ambientales que no afecten o pongan en riesgo la salud o la vida de los trabajadores, así como desarrollar las actividades laborales en armonía con el medio ambiente, garantizando además los medios de protección adecuados. El inversionista queda obligado a reparar los daños o perjuicios provocados por el incumplimiento de las obligaciones anteriores.

Otra de las leyes relacionadas con la rehabilitación minera es la Ley No. 85 Ley Forestal con fecha 31 de agosto de 1998 que en su artículo 35 inciso (a), plantea que la forestación o reforestación será de carácter obligatorio en los terrenos donde se haya realizado extracción de minerales a cielo abierto.

Dentro de los Decretos leyes y Resoluciones relacionados con la protección minero-ambiental podemos mencionar el Decreto-Ley 222 “Reglamento de la Ley de Minas” del 2 de octubre de 1997 y la Resolución 77/99 del CITMA “Reglamento del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental” del 6 de agosto de 1999.

**Normas cubanas:** A partir de la década de los años 80, el Estado cubano dictaminó la realización del Sistema de Normas Cubanas dirigidas en el orden geográfico, al óptimo ordenamiento territorial del país en consonancia con el necesario equilibrio entre el uso racional de los recursos naturales, la protección y conservación de la naturaleza y la calidad del hábitat humano. El Centro de Inspección y Control Ambiental (CICA), emitió las Guías para la Realización de las solicitudes de Licencia Ambiental y los Estudios de Impacto Ambiental, para los diferentes tipos de

proyectos, a partir de 2001, para la realización de este trabajo se pudo disponer de la guía del CICA de 2009, la que constituyó una herramienta de extraordinario valor.

Las principales normas cubanas del medio ambiente a tener en cuenta para el proyecto, sin detrimento de otras, son las siguientes:

NC.28 de 1999. Calidad del suelo. Clasificación de las tierras afectadas para la restauración.

NC.93-03-301, 1987. Vigente a partir de Junio 1988. Suelos forestales, clasificación y utilización.

NC 39 de 1999. Calidad del aire. Requisitos higiénicos – sanitarios.

NC 23:1999. Franjas forestales de las zonas de protección a embalses y cauces fluviales.

NC 29:1999. Calidad del suelo. Restauración de las tierras. Términos y definiciones.

NC 31:1999. Calidad del suelo. Requisitos para la protección de la capa fértil del suelo al realizar trabajos de movimiento de tierra.

NC-93-02-104, 1986- Vigente a partir de Julio 1987. Reglas para la vigilancia de la calidad del aire.

NC-26:1999. Ruidos en zonas habitables. Requisitos higiénicos sanitarios.

NC-27.1999. Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado.

## **CAPITULO II CARACTERIZACIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO**

### **2.1 Caracterización de la provincia Guantánamo**

Guantánamo, vocablo de procedencia aborigen, en su lengua significa “Tierra entre ríos”. A raíz de la división político-administrativa de 1976 surgió la provincia de Guantánamo, que adquiere su nombre del municipio cabecera, el cual fuera nombrado así por los autóctonos del lugar.

- **Ubicación geográfica**

Al Norte limita con la provincia de Holguín y el océano Atlántico; al Este con el canal Paso de Los Vientos; al Sur con el mar Caribe; al Oeste con la provincia de Santiago de Cuba. Esta provincia está situada en la región más oriental de la isla de Cuba, entre los 19°54', 20°30' lat. Norte y los 74°08', 75°30' longitud Oeste.

Los municipios de la provincia son: El Salvador, Guantánamo, Yateras, Baracoa, Maisí, Imías, San Antonio del Sur, Manuel Tames, Caimanera y Niceto Pérez.

- **Geografía de la provincia Guantánamo**

Prepredomina el relieve con elevaciones, hacia el N y al ENE las montañas de Nipe-Sagua-Baracoa con la altura predominante en la sierra del Plurial, pico El Gato (1 184 m); al SO parte de la sierra Maestra que se alterna con valles como son los de Guantánamo, Central, de Caujerí y los llanos de Maisí, típicas terrazas marinas. La precipitación media anual es de 1 010 mm. Este territorio se encuentra adornado con las aguas transparentes de más de 600 ríos, arroyos y afluentes, distribuidos a todo lo largo y ancho de sus 6 186,2 km<sup>2</sup>, los cuales muestran una de las más peculiares geografías del territorio nacional, al estar conformado irregularmente por pintorescos valles (24 %) y montañas (75 %). Los suelos son pardos con carbonatos, fersialíticos e hidromórficos en las zonas bajas y pantanosas. Posee yacimientos de sal. Los ríos en la vertiente N son caudalosos y extensos como el Toa, Duaba y Yumurí. En la vertiente S, son menos caudalosos como el Guantánamo, Guaso y Sabanalamar. La principal laguna es la Salada. Los mayores embalses son La Yaya y Jaibo. Una característica muy peculiar del territorio, es que en ellos se puede observar la zona más húmeda del país: el macizo montañoso Sagua-Baracoa y la zona más seca: localizada en la franja costera sur desde Maisí hasta Guantánamo. En su región sur

se encuentra la bahía de Guantánamo la cual tiene muy poca utilidad real para el territorio porque, a ambos lados de su entrada, se encuentra enclavada de manera ilegal una Base Naval de los Estados Unidos de América.

- **Economía**

Guantánamo es la provincia más montañosa del país, sólo el 23 % de su territorio es llano, el 40 % del cual se considera como fondo de tierra para su uso agrícola y de ella sólo el 19,3 % es cultivada actualmente, en lo fundamental de café, cacao, caña de azúcar y cultivos varios, además de otros cultivos de gran importancia como forestales y coco.

Se puede considerar una provincia agrícola, donde se producen alimentos a partir de productos agrícolas propios de la región. Agricultura y ganadería: 40 % de tierras agrícolas, 90,4 % de tierras forestales, 18,3 % de pastos, respecto a la superficie no agrícola. Se cosecha café 5,62 %, caña de azúcar 3,1 % y cacao 1,15 %. Se explota el ganado vacuno, fundamentalmente, y se crían aves. Industrias: alimentaria, azucarera y artesanal.

## **2.2 Caracterización de la industria de materiales de la construcción de Guantánamo**

La Empresa de Materiales de Construcción de Guantánamo se fundó en junio de 1966. En su estructura cuenta con 8 Unidades Empresariales de Base; 6 dedicadas a la producción y 2 Unidades Básicas dedicadas a la actividad de Equipos, Aseguramientos, Mantenimientos e Inversiones.

La Empresa posee 9 concesiones mineras (Mapa 1) las cuales se explotan con la finalidad de obtener la materia prima para satisfacer la demanda de sus clientes e insumos para sus producciones. En la tabla 1 se representan solo 8 yacimientos, porque se decidió no tener en cuenta el yacimiento Río Las Minas por la falta de información de la parte geológica.

Tabla 1. Concesiones mineras de la Empresa de Materiales de Construcción de Guantánamo.

<b>CONCESIÓN MINERA</b>	<b>MINERAL</b>	<b>SUPERFICIE (Ha)</b>	<b>ESTADO</b>
La Inagua	Caliza	22.42	Explotación
Ampliación La Inagua	Caliza	12.15	Explotación
Manantiales	Caliza	17.55	Explotación
Novaliche	Arcilla	5.0	Explotación
Cajobabo	Arena y grava	6.0	Explotación
Malabé II	Arena y grava	18.43	Paralizado
Malabé III	Arena y Grava	22.27	Paralizado
Tibaracón del Toa	Arena	0.6	Explotación

Para la caracterización de la actividad minera en las canteras de materiales de construcción de Guantánamo, se dividieron las 8 concesiones en dos grupos atendiendo el método de arranque empleado en la extracción del mineral útil, los cuales son:

- a) La extracción por métodos de arranque mecánicos
- b) La extracción por perforación y voladura.

Los yacimientos: La Inagua, Ampliación La Inagua, y Manantiales emplean para el arranque perforación y voladura y la primera actividad que realizan es el desbroce. Con posterioridad se realizan los trabajos de destape, que se pueden ejecutar por medios mecánicos o con perforación y voladura. Luego todo el material estéril que se extrae es depositado en escombreras. De igual forma en la apertura se realiza el laboreo de las trincheras y semitrincheras de acceso al nivel requerido, en las cuales se construyen una serie de excavaciones que pueden ser auxiliares o permanentes, esto permitirá disponer de las reservas listas una vez concluidos estos trabajos.





Mapa 1: la ubicación de los yacimientos La Inagua, Manantiales, Novaliche, Cajobabo, Malabé, Tibaracón del Toa.

El arranque se realiza después de concluida la etapa de desarrollo, para ello se contratan los servicios de barrenación y voladura a EXPLOMAT, que es la Empresa diseñada para estas funciones en el Grupo Empresarial de la Construcción (GEICON), para estas actividades se utilizan los siguientes equipos: Carretilla perforadora Rock - 460 PC y Compresor XACH-416. Para la voladura se utiliza la sustancia explosiva Senatel de diámetro 100 mm, 85 mm con un 10% de la carga total y la carga de columna que se usa es ANFO con un 90% de la carga. Como medios iniciadores se emplean detonadores no eléctricos con micro retardo del 1 al 5 y el circuito se realiza con cordón detonante de 3g/m, el mismo se inicia con dos

detonadores eléctricos instantáneos, los cuales son activados por una línea maestra eléctrica desde el refugio para artilleros R-1 con una máquina explosora. Para la carga de la roca útil a los medios de transporte se utiliza un cargador o una excavadora, dependiendo del yacimiento. Generalmente los camiones dedicados a al traslado del mineral útil son camiones de volteo Kraz 6510 y Belaz 540 con capacidad de la cama de 15 m<sup>3</sup> que trasladan la roca ya sea a las tolvas de recepción para su entrada al proceso de preparación mecánica o a las escombreras. Los yacimientos que emplean para el arranque medios mecánicos son **Novaliche, Tibaracón del Toa, Malabé y Cajobabo**. Estos yacimientos son horizontales y de poco buzamiento. En los trabajos de desbroce se emplea el buldócer, el mismo se utiliza para eliminar los pequeños arbustos que aparecen en los yacimientos. El estéril es reapilado con el propio buldócer y trasladado a las escombreras con ayuda de un cargador frontal y camiones Volteos.

La extracción del mineral útil se realiza por el método de la previa fracturación de las rocas con el escarificador del buldócer y su posterior arrastre mediante la cuchilla de mismo para formar pilas de hasta 5 m, para ser cargados por un cargador frontal hacia el camión de volteo rígido, para su transportación hasta el depósito de mineral útil o hacia la planta procesadora. Debido al poco volumen de capa vegetal que aparece y la ausencia de estéril, no es necesaria la construcción de escombreras en estos yacimientos. En el caso del yacimiento de arena natural Tibaracón del Toa, el cargador carga directamente a los camiones en el propio frente de explotación

Para la caracterización minero-geológica de los principales yacimientos de la Empresa Materiales de la Construcción Guantánamo se agruparon en dos grupos, los Yacimientos de Caliza y los Yacimientos de Arcilla, Arena y Grava.

## **2.3 Caracterización minero-geológica de los principales yacimientos de la Empresa Materiales de la Construcción Guantánamo**

### **a) Yacimiento de Caliza la Inagua**

- **Ubicación geográfica**

El yacimiento la Inagua está situado en el municipio de Niceto Pérez, en la provincia de Guantánamo, en el flanco sur de la Sierra Canasta, a 3km al Norte de la carretera Santiago-Guantánamo y a unos 7km antes de llegar a la ciudad de Guantánamo.

Las coordenadas geográficas de la parte central del yacimiento son las siguientes:

- 20° 08' 30'' de latitud Norte
- 75° 17' 30'' de longitud Oeste

Según Lambert:

- X= 659600 – 661200
- Y= 165500 – 166500

- **Relieve**

El relieve de la región es relativamente plano (valles de Guantánamo) con presencia de llanuras marinas antiguas, con elaboración fluvial, por lo que se encuentra relativamente diseccionado. Se observan sistemas de colinas de bordes de pendientes, en lo general suaves y aislados. Las cotas predominantes oscilan entre (40–80 m), con cotas máximas de 439 m (al Noreste del yacimiento).

- **Vías de comunicación**

La principal vía de comunicación la constituye la carretera Santiago- Guantánamo. La red de carreteras y caminos para la zona del yacimiento es muy buena, con carretera, caminos y terraplenes, en general en buen estado.

- **Geología del yacimiento**

La geología regional para la estructura donde se inserta el yacimiento está enmarcada dentro de la cuenca de Guantánamo, y en las cercanías del límite del Sinclinorio Central.

El esquema estratigráfico es el siguiente, considerando un orden normal de sucesión:

- Fm. San Luís: La constituyen conglomerados y areniscas calcáreas, margas entre otras. Esta formación se ubica en la zona proyectada.
- Fm. Camarones: La forman conglomerados y areniscas.
- Fm. Charco Redondo: Está constituida por calizas compactas y órganos detríticas. A esta formación corresponden las calizas que serán extraídas.

- Fm. Puerto Boniato: La forman calizas compactas, estratificadas, con alternancia de calizas órgano- detríticas y aporcelanadas.
- Fm. Bacuey: La constituyen tobas, lavas y conglomerados.

En esencia en la zona están presentes tres grupos de rocas:

- Rocas que forman el basamento.
- Rocas que forman el horizonte útil (calizas).
- Rocas que forman la cubierta del yacimiento y las directamente relacionadas con el relleno de cavernas, grietas y arcillas con fragmento de calizas.

Rocas encajantes y estériles.

Las rocas encajantes están formadas por depósitos vulcanógenas sedimentarios y efusivos, además encontramos tufitas, areniscas tobáceas y lavas, con alto grado de alteración, lo que dificulta su definición, pero predominan las tobas de composición básicas. La yacencia de estas rocas oscila entre los 10<sup>0</sup> y los 12<sup>0</sup>.

Estas rocas presentan una carsificación alta, con presencia del cuarzo superficial interno, el mismo está representado por escapes, lapiez, dolinas, así como por la presencia de una capa discontinua formadas por arcillas de color pardo rojizo, con fragmentos alterados de calizas de variados tipos, correspondiente esto a la lixiviación de las calizas.

Este cuarzo en su mayoría relleno, y está formado por cavernas, grietas subverticales y oquedades, en las cuales las arcillas de color rojizo forma el relleno, en ocasiones con fragmentos pequeños de calizas.

Es necesario destacar que estratigráficamente por encima de las calizas se ubican las rocas terrígenas carbonatadas, de la Fm. San Luís, pero que en el área proyectada las calizas afloran en toda el área.

- **Características y categorías de las rocas que se explotan en el yacimiento.**

Estos resultados fueron obtenidos según laboratorio donde se sometieron a pruebas las muestras tomadas en el campo:

- Peso volumétrico en el macizo : 2.66 t/m<sup>3</sup>

- Coeficiente de fortaleza según M.M. Protodiaconov: 8.
- Resistencia a la compresión: 800 kg/cm<sup>2</sup>.
- Coeficiente de esponjamiento (ke): 1.5

## **b) Yacimiento de Caliza Manantiales**

- **Ubicación geográfica**

El área de los trabajos en el yacimiento de calizas Manantiales se encuentra situado en la parte Oriental de Cuba en la provincia Guantánamo, al Noroeste de la Sierra de Limones y al Noroeste del Central de Costa Rica a unos 3,5 km del mismo, cerca de la cantera de dicho nombre (Sur y Sureste). El yacimiento a estudiar ocupa una franja estrecha de unos 800m de largo de Este a Oeste y 400m de ancho de Norte a Sur, cuyos límites en coordenadas Lambert son:

X=651000 – 651600

X=172350 – 173000

El yacimiento se encuentra situado en la ladera Norte de la Sierra Limones por lo que la superficie del mismo es inclinada de Sur a Norte.

- **Relieve**

El relieve regional está representado por pequeñas alturas estructurales-tectónicas en específico por estructuras del tipo anticlinales. La inclinación del yacimiento es bastante suave no siendo esta homogénea ya que en la parte Sur es mucho más pronunciada que en el Norte. En el yacimiento la altura relativa es de 60m las cotas oscilan entre +200 y + 600 m encontrándose la parte más baja en la cantera.

- **Condiciones climáticas**

El clima imperante es de tipo tropical oceánico con una temperatura media anual en un periodo de 21 años de 29,9°C. La estación de lluvia comprende los meses de Abril a Octubre con precipitaciones medias anuales entre 67,9 mm en el mes de Julio y 159,3 mm en Marzo y una evaporación media entre 153 mm en el mes de Octubre y 222 mm en Julio.

- **Constitución geológica yacimiento:**

La geología regional de la estructura donde se encuentra el yacimiento está enmarcada dentro de la cuenca Guantánamo y en las cercanías del límite con el

sinclinario central. El yacimiento Manantiales estratigráficamente es poco complejo, presentándose una secuencia de calizas generalmente pocas alteradas, predominando las calizas organógenas, fundamentalmente con matriz microcristalina. Como intercalaciones se presentan areniscas tobáceas con variables potencia. Las rocas que componen el yacimiento – (calizas y areniscas tobáceas) pertenecen a la formación Charco Redondo.

En el yacimiento se encuentra principalmente tres grupos de rocas:

- 1- Rocas de cubierto de relleno de Carso, este grupo está constituido por la capa vegetal, arcilla con fragmentos de calizas ó areniscas tobáceas. La capa vegetal tiene color gris oscuro, negro y contiene restos de raíces y potencia variable que oscila entre 0,30 – 0,90 m. La potencia de destape en el yacimiento es bastante variable, oscilando dentro de 0,0 – 11,7 m con un promedio de 2,05 m para el yacimiento. Dentro de la cubierta o destape se incluyen rocas muy alteradas en la superficie por la meteorización y el alto contenido de arcilla.
- 2- Calizas de la formación Charco Redondo, en este yacimiento las calizas se encuentran como una sucesión de capas grandes con yacencia monoclinial con intercalaciones de calizas tobáceas, y areniscas tobáceas. La potencia total de las calizas no fue determinar, pero se supone que sea mayor de 100mm. Las calizas son microcristalinas, organodetríticas, organógenas con matriz predominante microcristalino o en algunos casos medio grueso ó relativamente más poroso. La yacencia es sub.- horizontal, el buzamiento es suave (8- 10) y el rumbo es E-W, considerando la existencia de fallas dentro del yacimiento, existe una inclinación de las capas de 15-20. Generalmente las yacencia de las capas se corresponde con la inclinación de la ladera (aproximadamente 10).

En la parte Sur del yacimiento el relieve se hace más abrupto producto del resultado del desarrollo geomorfológico y que no depende de la yacencia de las rocas. Las calizas son generalmente de color claro, blanco, gris, rojizo con abundante fósiles que varían por su contenido en las diferentes capas, las capas de calizas tienen potencias de 0,3 – 6m.

- 3- Intercalaciones de las areniscas tobáceas de la formación Charco redondo, Las intercalaciones en el yacimiento representa areniscas tobáceas que

tienen variable potencia. Son generalmente claras, gris verdosa con grano medio y grueso. La potencia de arenisca tobaceas varía desde 0,4 – 5,9m aumentando en la parte sureste del yacimiento donde adquiere la potencia máxima (5,9) en el pozo P-48 y en esta dirección dicha capa aflora. El Carso está poco desarrollado y en pocos casos posee potencia de 1m. La carsificación no sobrepasa el 2%, cavernas son rellenas por arcilla y fragmentos de calizas, existen también cavernas vacías.

- **Tectónica**

La tectónica en general tiene carácter disyuntivo, en el yacimiento se supone dos sistemas de falla uno con rumbo NE-SW y otro de ENE-WSW. Las fallas presentadas en el yacimiento no tienen influencia principal en la calidad de la materia prima y para la extracción y se consideran como locales, influyendo a partir del agrietamiento de la materia prima y presencia del Carso.

- **Propiedades físico-mecánico del mineral útil y las rocas estériles**

Tabla 2: Propiedades físico-mecánico del mineral útil (Esta tabla se obtuvo de la Actualización del Proyecto de Explotación de la Cantera de Materiales de la Construcción)

<b>Mineral Útil</b>					
<b>Categoría</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>		<b>%</b>		<b>Marca</b>
	<b>Masa Volumétrica Seca</b>	<b>Masa Volumétrica Saturada</b>	<b>Absorción</b>	<b>Triturab.</b>	
<b>Yacimiento</b>	2.44	2.52	3.55	17.01	600

Tabla 3: Propiedades físico-mecánico las rocas estériles (Esta tabla se obtuvo de la Actualización del Proyecto de Explotación de la Cantera de Materiales de la Construcción)

<b>Rocas estériles</b>					
<b>Categoría</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>		<b>%</b>		<b>Marca</b>
	<b>Masa Volumétrica</b>	<b>Masa Volumétrica</b>	<b>Absorción</b>	<b>Triturab.</b>	

	<b>Seca</b>	<b>Saturada</b>			
<b>Areniscas Tobaceas</b>	2.22	2.40	10.90	37.30	300

### **c) Yacimiento de Arcilla Novaliches**

- **Ubicación geográfica**

El yacimiento de arcilla Novaliches se encuentra constituido por dos sectores (Norte-Sur) se encuentra ubicado en la provincia Guantánamo a unos 10km aproximadamente de la ciudad de el mismo nombre.

- **Relieve**

El relieve de la región es de tipo pleniplanizado. Las elevaciones son aisladas con cotas hasta 21m.

- **Hidrografía**

La red hidrográfica es pobre, las precipitaciones anuales oxidan alrededor de los 13.4mm aproximadamente.

- **Condiciones litológicas**

Litológicamente en el yacimiento podemos destacar las siguientes variedades litológicas; arcilla, arcilla finamente arenosa, arcilla arenosa mezclada con muchos fragmentos de areniscas compacta y en la base del corte aparecen areniscas de grano fino compacto.

La secuencia de rocas útil está compuesta por las dos primeras variedades de arcillas, una de color carmelita con un variable grado de plasticidad, la otra es una arcilla de color amarillo verdoso que en profundidad aparece mezclada con fragmento de arenisca y algunas partículas de carbonato.

Los ensayos industriales demostraron que los tipos de arcillas del yacimiento Novaliche presentan tan poca diferencia entre sí que pueden considerarse como un único tipo tecnológico pues se obtienen resultados similares tanto por separado como mezclado. La prueba demostró la aptitud de la materia prima para la producción de elementos aligerados.



## **Régimen de Trabajo**

De acuerdo a las últimas actas de acuerdo y visitas técnicas al yacimiento se determinó el siguiente régimen de trabajo para la cantera de arcilla:

- 48 Días de trabajo
- 1 turno
- 8 Horas
- **Trabajos de extracción y carga**

Por los datos aportados en el informe geológico no existe capa vegetal ni material de cubierta, motivo por el cual no es necesario realizar destape.

El mineral útil se disgregará y apilara mediante Buldócer KOMATSU D-85 y se cargará con el cargador DEEWOD de 2.5 m<sup>3</sup>.

- **Transporte**

En la explotación del yacimiento arcilla Novaliche se utilizará el transporte automotor por ser el más racional, atendiendo a los volúmenes de transportación. Se emplearán camiones volteos SINOTRUCK de 13 m<sup>3</sup>.

- **Escombreras**

No se prevén la formación de escombrera ya que el yacimiento no cuenta con material de cubierta.

- **Sistema de Laboreo**

Tomando en cuenta que el yacimiento se clasifica como isométrico por tener cuerpo desarrollado más o menos igual en todos los sentidos se utilizará el sistema continuo longitudinal de un borde en combinación con el transversal de un borde.

#### **d) Yacimiento de Arena y Grava Cajobabo**

- **Ubicación geográfica**

Está ubicado en el municipio Imias, actual, provincia de Guantánamo. Está limitado al Norte, este y Oeste por las elevaciones que constituye la Sierra del Purial, mientras que al Sur lo limitan las aguas del Mar Caribe.

Las coordenadas del yacimiento según el sistema Lambert son las siguientes:

X= 743 330 - 744 200

Y= 159 420 - 160 980

- **Relieve**

En el sector de trabajo se aprecia un relieve suave, prácticamente llano, con una pequeña pendiente hacia el Sur, con desniveles de algunos metros, formando los valles y llanuras de inundación, por lo que en época de lluvias intensas corren las aguas de escurrimiento superficial que componen el Río Cajobabo, arrastrando consigo los aluviones de fragmento. En época de seca esta agua se infiltra varios metros por debajo de los sedimentos aluviales y aparecen nuevamente en superficie, cercanos a su desembocadura.

- **Constitución geológica del yacimiento:**

En la región la geología aparece con considerable desarrollo en todos los alrededores del yacimiento, de la asociación metamorfogénica, estando representada por la formación Farola K (1-2) perteneciente al complejo de esquisto verdes, esta serie se extiende en el extremo Norte del yacimiento, en la Sierra del Purial.

En las rocas presentes participan rocas con bajo grado de metamorfismo, de color gris verdoso a gris, estructura micro granular raramente algo porfírica y textura masiva, algo esquistosa, raramente bandeada y estratificada, son esquistos verdes, esquistos cloríticos, sericíticos, esquistos cuarzo cloríticos aparecen rocas volcánicas de composición media y básicas las cuales se sometieron a débil metamorfismo regional.

Aparecen también un segundo grupo, pero con una distribución limitada, es el grupo el Cobre, representadas por areniscas tobáceas de color gris verdoso y tobas vitroclástica de composición ácida y color gris claro.

En el litoral meridional al este del Río Cajobabo aflora la Formación San Luís perteneciente al sistema paleógeno. Esta está constituida por areniscas de color gris claro verdoso, en menores cantidades conglomerados, gravelitas y margas.

También se encuentra en el extremo Norte la Formación. San Ignacio representadas por brechas masivas con material fragmentado, entre los fragmento que la componen se encuentran esquistos verdes predominantes y fragmento de serpentinitas.

Dentro la geología de la región el yacimiento se encuentra localizado en la Formación Río Macío perteneciente al sub-complejo Aluvial – Diluvial, aluvial hasta Aluvio – Deltáico. Esta la forman bloques, cantos rodados, gravas, aleurolitas y arcillas derivadas de la erosión fluvial.

Este no es un yacimiento de arena propiamente dicho, es un valle aluvial gravo-arenoso- arcilloso.

Todo el material en el yacimiento es de composición polimictica, apareciendo redondeando o sobredondeado de forma caótica, estando mezclado el material fino del grueso, con una cubierta que en todo yacimiento no alcanza más de 0,3 m.

La variedad selección de la carga transportada y acumulada, nos indica que los procesos erosivos fueron intensos y rápidos. Toda la red de drenaje del río Cajobabo atraviesa por zonas de altos valores de disección vertical, síntomas de un predominio de la erosión de fondo, la cual en estos momentos continúan depositándose gran parte de su carga en el valle del río Cajobabo.

EL yacimiento en cuanto a su composición geológica no presenta complejidad, ya que no aparecen intercalaciones arcillosas, ni bloques o afloramientos que compliquen la explotación.

Tecnológicamente existe un solo tipo, arena gruesa, no existen en el yacimiento zonas de nocivos que afecten el material y el nivel freático ha sido determinado con exactitud, garantizándose reservas secas e inundadas.

- **Propiedades físico mecánicas del material útil.**

- Peso Volumétrico: 2.76 t/m<sup>3</sup>
- Absorción: 1.2 %
- Modulo Finura: 3.1 %

- Marca: 1000-1200kg/cm<sup>2</sup>

## **e) Yacimiento de Arena y Grava Malabe**

- **Ubicación geográfica**

El Yacimiento Malabe se encuentra ubicado en la parte Sur-Oeste de la provincia Guantánamo, por la carretera que une a la ciudad de Guantánamo con el poblado de Caimanera, separado de esta unos 14 km aproximadamente.

Las coordenadas geográficas del centro del yacimiento son:

X=20 3' 00'' Latitud Norte

Y=75 17' 18'' Longitud Oeste

Las coordenadas Lamber para el límite del yacimiento son:

X= 661000-662100

Y=156300-156800

Población, red de comunicación, agricultura y establecimientos industriales.

Los principales núcleos urbanos son: Guantánamo, Baracoa, Caimanera y varios pueblos y caseríos de menor importancia.

Las principales redes de comunicación con las que cuenta la provincia de Guantánamo son las carreteras que unen la ciudad de Guantánamo con Santiago de Cuba, Baracoa, Caimanera y en construcción la Autopista Nacional, además existe el ferrocarril que enlaza a Guantánamo con el poblado de San Luis, el aeropuerto civil con vuelo a la Habana.

El sector de la agricultura más desarrollado es la caña de azúcar.

La ganadería también cuenta con un desarrollo creciente y con grandes áreas dedicadas a los pastos y forrajes, se cultivan cereales, frutas, viandas, café y cacao.

La parte industrial de la economías de la provincia está representada por cinco centrales azucareros, Varias salinas, Empresa Materiales de la Construcción.

- **Relieve, orografía, hidrografía y clima.**

Esta zona cuenta con relieve relativamente llano, con pequeñas colinas que raramente sobre pasan los 100 metros de altura. La red hidrográfica de la región es bastante amplia, formada por numerosos ríos y arroyos (La mayoría de estos intermitentes) algunos ríos en época de gran sequía también cesan de correr.

Presenta un clima semi-árido, donde se registran precipitaciones y con una evaporación intensa.

- **Temperatura y lluvia anuales**

La temperatura media anual es de 25.5 °C, teniendo como promedio mínimo anual 18 °C y promedio máximo anual de 33 °C. La precipitaciones medias anuales registradas es de 1141, 7 mm.

- **Características geológicas de la región**

La geología de la región está asociada al extremo oriental del Sinclinatorium del este de Cuba.

En esta región se observan rocas de distintas edades, que van desde el Cretácico Superior hasta el Cuaternario encontrándose distintas litologías tales como: Tobas, Areniscas Tobáceas, Brechas, Aglomerados Tobáceos, Tufitas, calizas, Areniscas Calcáreas, Margas, Conglomerados, Arena, Arena arcillosa, Arcilla, Arcilla arenosa, Grava y otros.

- **Estratigrafía y litología del yacimiento y de sus rocas encajantes**

La estratigrafía y Litología del yacimiento es muy simple, pues se trata de sedimentos aluviales depositados por los ríos Guantánamo e Iguanabana en diferentes periodos de crecidas.

El Yacimiento está constituido por arenas y Gravas de diferentes granulometrías, arenas arcillosas y arcilla arenosa.

- **Morfología, estructura y tectónica del yacimiento**

La morfología del yacimiento es muy sencilla, pues se trata de zonas de relieve prácticamente llano, en donde el río Guantánamo ha sido el principal agente modelador de la superficie.

La pendiente que desarrolla el río en su recorrido por el área del yacimiento es poca pronunciada.

Cubriendo los sedimentos de arena y grava, nos vamos encontrar capas de arcillas y arcillas arenosas de potencia variable.

- **Génesis del yacimiento**

La génesis del yacimiento está determinada por la obra de los ríos Guantánamo e Iguanabana, los cuales en distintas etapas de su desarrollo han ido creando meandros de irregular tamaño y que juntos grandes crecidas en diferentes periodos de tiempo fueron acumulando depósitos de arena, gravas y arcillas por lo que estos sedimentos tienen un origen fluvial por las condiciones de deposición.

- **Características hidrogeológicas del yacimiento**

Las características hidrogeológicas del yacimiento están determinadas por las particularidades que presenta la litología, la cual constituye en su mayor por ciento la materia útil a explotar y la cercanía de los diferentes sectores perspectivas al río Guantánamo e Iguanabana.

Dicho Yacimiento cuenta con un manto Freático establecido donde su nivel estático yace a una profundidad promedio de 4.0mts y la profundidad promedio de los pozos es de 7mts.

- **Características cualitativas del material útil (Tabla 4)**

Según los datos del análisis granulométrico las arenas son de granos gruesos. Los valores del peso específico consisten en % de Grava, arena, arcilla, observación y módulo de finura, aparecen reflejados en la tabla siguiente.

Tabla 4: Características del material útil (esta tabla se obtuvo del Proyecto de procesamiento del yacimiento de Malabe)

Sector	G/cm <sup>3</sup> Peso esp. corriente	% Grava	% Arena	% Arcilla	% Absorción	Módulo de Finura
Malabé III	2.61	49.72	41.75	8.53	0.92	3.51

#### **f) Yacimiento de Arena Tibaracón del Toa**

- **Ubicación geográfica**

El yacimiento se encuentra en el municipio Baracoa, provincia Guantánamo.

El Tibaracón del río Toa (anexo2) se localiza geográficamente en la desembocadura del Río Toa, en una llanura abrasivo acumulativa de origen fluvio-marino y tiene como, límites físicos los siguientes:

- N y E Océano Atlántico.
- S Centro de alevinaje “Combate de Pino de Duaba”
- W Cauce del río Toa.

- **Geología**

Geológicamente el yacimiento se ubica en la región Cuchillas –Moa, al NW de la ciudad de Baracoa, específicamente en la desembocadura del río Toa desde playa Cane hasta la Playa del Río Toa. Representada por una sedimentación terrígena, fluvio-marina (arenas, gravas, Areniscas y calizas) que caracteriza las fases del desarrollo estructural.

Según mapa geológico de oriente se destacan tres formaciones geológicas que se describen a continuación:

Formación Varadero: Se extiende de forma discontinua en la zona litoral, constituida por extensos depósitos de arena sueltas, biogénicas con granos medios y finos. De edad cuaternario.

Formación Jutía: ocupa parte del litoral costero, predominan depósitos aluvio-marinos del cuaternario con arcillas limosas y con intercalaciones de limo. Arena y grava. Edad Holoceno.

Formación Río Macío: Se extiende en el cauce, orillas y desembocadura del río Toa, constituida por bloques, cantos rodados. Gravas, arenas, aleurolitas y arcillas, posee distintos tipos de sorteo, yacencia y redondeo de los fragmentos. Edad Holoceno.

- **Geomorfología y relieve**

En la formación del relieve del área ha sido significativa la acción de los procesos endógenos como, la sucesión de los plegamientos andinos en combinación con importantes transgresiones marinas y la modelación progresiva de los procesos exógenos como:

1. Abrasivo-denudativos: se manifiestan en dos formas. La primera relacionada con la abrasión marina originada durante el rompimiento del oleaje en la zona costera y la que corresponde con la erosión de las zonas pendientes, donde el agua pluvial es el principal agente denudativo.
2. Acumulativos: consisten en la acumulación del material suelto procedente de la erosión marina y fluvial, dando lugar a la acumulación de sedimentos en las superficies de inundación y desembocadura del Río Toa.

El relieve predominante es de llanura baja acumulativa, de origen fluvio-marino. Esta llanura posee 2500 m de largo y 2000 m de ancho, morfológicamente se levanta desde los 0 a 5 m sobre el nivel del mar, perpendicularmente a la costa. Hacia la parte inferior se torna plana y parcialmente inundada hacia el NE del Río Toa.

Resulta muy típico el delta línea que se forma frente a la desembocadura, este constituye un importante banco arenoso de origen fluvial conocido como “Tibaracón”, clasificado como una formación natural, que separa las aguas marinas de las fluviales como consecuencia de la acción de las corrientes marinas, las mareas y el oleaje actuante contra la corriente fluvial. Posee una altura que oscila entre los 0 – 2 m snm, la pendiente más suave se presenta en la horilla del mar, la margen fluvial derecha constituye la de erosión del río y forma una concavidad hacia él. En la formación han influido factores como el régimen climático tropical de fuertes lluvias, alternadas con periodos de seca; permitiendo sucesivamente el predominio de los agentes marinos y fluviales.

- **Suelo**

Según clasificación genética de los suelos cubanos, segunda versión realizada por el Instituto Nacional de suelo (1994), se determinó la existencia de un suelo aluvial, caracterizado por tener una profundidad variable, carece de horizontes genéticos diferenciados. Las propiedades como el PH, saturación, carbonatación, capacidad de cambio de base y cationes así como otras propiedades son variables entre amplios límites, principalmente con el material de su origen. Se diferencia un horizonte húmico que contiene no menos del 3 % de materia orgánica, con una profundidad de 15 cm o más. La composición química y las propiedades físicas son inestables, se destacan una estructura loam arcilla-arenosa. Los factores limitantes son la profundidad y la erosión.

- **Clima**

Las manifestaciones climáticas se le ven a gran medida a la interacción entre las características físico-geográficas y la acción de los vientos alisios, dicha relación provoca que en la zona las condiciones sean muy especiales, diferenciándolas en toda el país. Según la clasificación de Köppen modificado al clima se cataloga como tropical Lluvioso.



Precipitaciones: el régimen de precipitaciones depende principalmente de factores meteorológicos y geográficos, destacándose el relieve como barrera orográfica sobre las masas de aire, lo que provoca una lámina de lluvia elevada con promedio anual por encima de los 2 000 mm. Las características físico- geográficas, en combinación con la incidencia de los vientos alisios que fluyen con alta humedad absoluta y relativa, facilita la localización de la mayor pluviometría del territorio nacional, con acumulados en el periodo lluvioso de 1585 mm (63 %) y el poco lluvioso con 933 mm (37%) del total anual. La precipitación media anual es de 1 259 mm.

Temperatura: este factor como componente significativo en las condiciones climáticas reflejan en la zona los siguientes datos:

- Temperatura media anual: 25.8 °C
- Temperatura media en verano: 28 °C
- Temperatura media en invierno: 24 °C
- Temperatura media diaria: 25.06 °C

En comparación con otras zonas costeras de la provincia, la temperatura media en la zona es relativamente baja, en los meses de julio y agosto oscilan entre 27 °C y 27.8 °C, mientras que los meses más frescos suelen ser, enero y diciembre con registros medios diarios de 23 °C y 24 °C.

Vientos: se observan una influencia significativa de los alisios del NE, que tienden a inclinarse al E en el verano y al N en el invierno. En esta zona el viento es de poca velocidad; durante el día es mayor debido al esfuerzo que recibe de la brisa del mar, y en la noche sigue predominando del NE pero debilitado por el terral.

En el tramo de costa el viento presenta una velocidad media anual de 11.9km/h, su comportamiento es bastante estable durante todo el año, los meses con mayor velocidad son los correspondientes al periodo invernal, debido a que los frentes fríos ejercen un efecto de refuerzo sobre los vientos.

#### **2.4 Caracterización de la actividad minera en los yacimientos de la industria de materiales de la construcción de la provincia Guantánamo**

Para la caracterización de la actividad minera en las canteras de materiales de construcción de Guantánamo, se dividieron las 8 concesiones en dos grupos

atendiendo el método de arranque empleado en la extracción del mineral útil, los que realizan la extracción por perforación y voladura y los que realizan la extracción por métodos de arranque mecánicos.

#### **2.4.1 Labores mineras para la explotación de yacimientos de calizas**

- **Sistema de explotación.**

Para la explotación de todos los yacimientos de caliza de la provincia se utiliza el método a cielo abierto continuo longitudinal, con la variante de dos bordes con transporte automotor y escombreras interiores.

Dadas las características de nuestros yacimientos, el material útil a extraer aflora prácticamente en la superficie, ya que la capa de destape que es necesaria mover a las escombreras varía de 1 – 2 metros, debido al bajo costo de los materiales de construcción, requiere optimizar el proceso de extracción, lo que trae como consecuencia la necesidad de alcanzar una alta productividad y garantizar una producción continua.

En la canteras se trabaja un turno por día, el mismo tiene una duración de 8 horas, las capacidades de la producción anual de las plantas se encuentran como promedio 100 000 m<sup>3</sup> / año.

- **Descripción de los procesos tecnológicos a realizar, para la explotación de los bloques**

Entiéndase por procesos tecnológicos, el conjunto de operaciones que se realizan en la cantera para garantizar la explotación continua de las reservas minerales existentes en un tiempo determinado.

Estos procesos se pueden dividir en dos tipos fundamentales, los principales y los auxiliares, dentro de los primeros tenemos: el desbroce, destape, extracción y transportación de la materia prima mineral, así como la formación de escombreras, mientras que los trabajos auxiliares constituyen el resto de las actividades que complementan el desarrollo de los procesos venideros.

- **Destape**

El destape consiste en arrancar la capa de material estéril. Esta operación, denominada también el escombreo, comienza una vez que exista un adelanto del

desbroce, en nuestros yacimientos después que se termina de realizar el desbroce del sector de la zona se considera terminado una vez que se alcanza la cota del techo del material útil.

- **Extracción del componente útil**

Esta operación consiste en extraer el componente útil para su posterior transportación a las plantas donde se procesa el material útil, el volumen del componente útil promedio es de 100 000 m<sup>3</sup>/año.

- **Perforación y voladura**

Los trabajos de perforación y voladura los realiza una brigada creada al efecto y contratada con la Empresa de Servicios Minero Geológicos (EXPLOMAT), para lo cual se dispone de los siguientes equipos: carretillas barrenadoras del tipo Rock - 115, para la fragmentación secundaria se utiliza el martillo rompedor, el cual se aplica en rocas de diámetro superior a los 1000 mm. La carretilla barrenadora es accionada por el compresor Atlas Copco XAHS- 285.

La realización de voladuras primarias de las rocas se realiza en el escalón por bloque de explotación, con taladros cargados.

Los taladros se perforaran paralelos al talud del escalón (inclinados a 75<sup>0</sup> respecto al plano horizontal) a fin de optimizar la trituración de las rocas y disminuir la resistencia en la parte inferior del escalón, mejorando el estado del piso; y disminuyendo tanto el efecto sísmico de la voladura, así como el gasto de sustancia explosiva (en comparación con el método de las cargas verticales).

Las sustancias explosivas utilizadas son:

- Senatel (sustancia Iniciadora): Con cartuchos de 100 mm de diámetro, longitud del cartucho 460 mm como carga de fondo. (10% de la sustancia explosiva total)
- Anfo: Suelta, como carga de columna. (90% de la sustancia explosiva total)

Sus principales características se dan en la tabla 4.

- **Cálculo del consumo de materiales explosivos**

Como medios para la explosión se emplean los detonadores no eléctricos con micro retardo (Exel Handidet 16-22 m de longitud del tubo de choque y 25-700ms y Detonadores eléctricos instantáneo de 3.0m de longitud de los conductores de salida.

Tabla 5: Características de las sustancias explosivas.

<b>Características de las sustancias explosivas</b>	<b>ANFO</b>	<b>SENATEL</b>
Densidad de carga; g/cm <sup>3</sup>	0.82	1.15
Velocidad de detonación; m/s	4100	6200
Potencia relativa en peso	--	107
Potencia relativa en volumen	--	158
Trabajo ideal (energía) Kcal./Kg.	912	740
Calor del explosión	--	--
Volumen de los gases ; m <sup>3</sup> /Kg.	--	0.78
Resistencia del agua	Pobre	Excelente
Balance de oxígeno	--	0
Coeficiente de conversión	--	--
Diámetro del cartucho : mm	Granulada	100
Gasto específico ; Kg/ m <sup>3</sup>	--	0.62
Long. Del Cartucho; mm	--	460
Masa de la sustancia explosiva; g	--	4167
Peso por cartucho; g	--	4167

Para los procesos de perforación y voladura se tienen en cuenta las siguientes características minero-tecnológicas:

- Coeficiente de dureza de las rocas según M.M.Protodiaconov.
- Las categorías de los bloques pertenecen al grupo.
- La dificultad de excavación.

Por lo expresado anteriormente, las rocas serán fragmentadas preliminarmente por voladura, por el método de la carga de barrenos. La fragmentación de las piedras sobre medidas se realizará por el método de la carga de tacos y utilización de martillo rompedor.

- **Carga de la roca**

La carga de la roca fragmentada se realiza con cargadores de modelo ZL-50G y una capacidad de carga de 4.6 m<sup>3</sup>.

- **Transporte del componente útil**

El transporte constituye uno de las operaciones fundamentales en los procesos productivos en nuestras canteras y se utilizan generalmente camiones Belaz 540-A, con una capacidad de carga de 15 m<sup>3</sup> (27 t).

- **Diseño y formación de la escombrera.**

Las labores de formación de escombreras representan un proceso tecnológico importante; esto es muy significativo en la explotación de un yacimiento, debido a que en la misma se colocan los volúmenes de material estéril. Las canteras de la Empresa de Materiales de la Construcción poseen escombreras son pequeñas debido a que los volúmenes a depositar en las mismas es relativamente pequeño.

- **Parámetros de los caminos**

Producto a las propias características de los relieves de las zonas de explotación se han construido dos caminos de acceso durante los primeros años de explotación de las canteras con el objetivo de dar acceso a los equipos de extracción, carga y de transporte hacia los horizontes de extracción superiores. Estos caminos tienen una pendiente entre 1% y 3.8 %.

- **Desagüe de las canteras**

Según los informes geológicos de la canteras presentan condiciones hidrogeológicas muy simples, durante las actividades de laboreo no se tiene presencia de agua, además el agua subterránea se encuentra por debajo de la cota +80, y la cotas mínimas de la canteras se encuentran por encima de la cota +166, por lo que no se espera dificultades con las aguas subterráneas, ni tampoco con las precipitaciones atmosféricas, porque estas drenan con facilidad hacia las cotas más bajas de la misma por gravedad, además el régimen de lluvias para la región está por debajo de la media nacional.

Por lo anterior para facilitar el drenaje de las canteras, producto de la lluvia se previó en los proyectos de explotación la construcción de los pisos de la cantera con una inclinación en dirección contraria a los frentes de trabajo de mayor o igual a 2%, para lograr el desagüe por gravedad hacia las cotas inferiores, de esta forma las aguas no dificultaran la explotación de la misma.

#### **2.4.2 Labores mineras para la explotación de yacimientos areno - gravosos**

Para el caso de los yacimientos que emplean para el arranque medios mecánicos Novaliche, Tibaracón del Toa, Malabé, Cajobabo, generalmente estos yacimientos son horizontales y de poco buzamiento. En los trabajos de desbroce se emplea el buldócer, el mismo se utiliza para eliminar los pequeños arbustos que aparecen en los yacimientos, el estéril es reapilado con el propio buldócer y trasladado a las escombreras con ayuda de un cargador frontal y camiones Volteos.

La extracción de la materia prima útil se realiza por el método de la previa fracturación de las rocas con el escarificador del buldócer y su posterior arrastre mediante la cuchilla del mismo para formar pilas de hasta 5 m, para ser cargados por un cargador frontal hacia el camión de volteo rígido, para su transportación hasta el depósito de mineral útil o hacia la planta procesadora. Debido al poco volumen de capa vegetal que aparece, no es necesaria la construcción de escombreras en estos yacimientos. En el caso del yacimiento de arena Natural Tibaracón del Toa, el cargador carga directamente los camiones en el propio frente de explotación.

- **Régimen de Trabajo**

De acuerdo a las condiciones reales que presenta la Empresa se determinó como régimen de trabajo:

- 264 Días de trabajo
- 1 turno
- 8 Horas

La productividad anual de la Plantas Procesadoras se encuentran alrededor de 90 000 m<sup>3</sup>/año.

- **Equipos de Arranque y Carga**

Para la explotación en estos yacimientos cuenta con los siguientes equipos:

- Buldócer sobre estera Komatsu D-85
- Cargador sobre Neumático Daewood de 2.5 m<sup>3</sup> de capacidad.
- Equipos de transporte

Se utilizará para la transportación del material que se extraiga de la cantera:

- Camión Volteo KP3 de 10 m<sup>3</sup>.
- Camión Sinotruck de 13 m<sup>3</sup>.

- **Camino de accesos**

Durante los primeros años de explotación se previeron la construcción de caminos mineros los que permiten el acceso al frente de los equipos de extracción carga y transporte.

- **Escombreras**

Como el volumen de capa vegetal que aparece en la explotación del yacimiento es poco no será necesario la construcción de una escombrera solo que el mismo se depositará en una zona cercana al yacimiento para su futura utilización en la rehabilitación de las áreas minadas.

- **Desagüe de las Canteras**

De manera general los yacimientos se encuentran ubicados en las cercanías a los márgenes de ríos, teniendo en cuenta las cotas predominantes del terreno se construyeron zanjas de desagüe que descargan directamente al río.



### **CAPÍTULO III. CARACTERIZACIÓN MINERO- AMBIENTAL DE LOS YACIMIENTOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE GUANTÁNAMO**

Para la identificación y caracterización de los impactos fue necesario estudiar previamente las particularidades del medio donde se desarrolla el proyecto, haciendo énfasis en cada uno de los componentes ambientales, por tratarse de la región que rodea esta cantera, de un medio especialmente frágil, lo cual se deriva de la multitud de interrelaciones existentes entre los elementos ambientales implicados y las acciones derivadas de las fases de explotación y la preparación mecánica del mineral, capaces de producir impactos sobre dichos componentes.

Para la caracterización minero ambiental de los yacimientos de la empresa de materiales de construcción de Guantánamo, se agruparon estos en dos, los que explotan el yacimiento por medio de perforación y voladura (Inagua y Manantiales) y los que extraen la materia prima por medios mecánicos (Malabé, Novaliche, Tibaracón del Toa, Cajobabo)

#### **3.1 Caracterización ambiental de los yacimientos La Inagua, Ampliación La Inagua, Manantiales, Novaliche, Cajobabo, Malabé II, Malabé III Tibaracon del Toa**

- Yacimientos que se explotan con perforación y voladura son (La Inagua, Ampliación La Inagua, Manantiales):
- Yacimientos que se explotan con medios mecánicos

La caracterización ambiental se realizó a través del estudio de los trabajos ambientales realizados por GeoCuba a la empresa y comprobado en las vistas a las canteras. Además, se realizaron entrevistas y consultas especialistas de la materia.

Los resultados finales se muestran en las tablas siguientes donde se relacionan las principales actividades mineras con los impactos más significativos que provocan en cada yacimiento.

### 3.1.1 Yacimientos de caliza que se explotan con perforación y voladura: La Inagua, Ampliación de La Inagua y Manantiales

Tabla 6: Principales efectos ambientales de la explotación del yacimiento Inagua (Anexo 1) Ampliación de La Inagua y Manantiales (Elaboración propia)

Yacimiento	Act. Minera	Impacto
La Inagua Ampliación de La Inagua y Manantiales	Desbroce	Remoción de la vegetación y deforestación. Remoción de la vegetación y deforestación. Alteraciones de la calidad visual. Alteración del hábitat natural y desplazamiento de la fauna.
	Destape	Aumento de los procesos erosivos. Remoción de la vegetación y deforestación. Alteración del hábitat natural y desplazamiento de la fauna.
	Perforación y voladura	Emisión de ruidos y vibraciones. Alteraciones de la calidad visual. Emisión de gases y polvo a la atmósfera. Alteración de la calidad del agua por deposición de sólidos, Remoción de la vegetación y deforestación. Alteración del hábitat natural y desplazamiento de la fauna.
	Carga y transporte	Alteraciones de la calidad visual. Emisión de gases y polvo a la atmósfera. Emisión de ruidos y vibraciones. Alteración del hábitat natural y desplazamiento de la fauna.
	Formación de escombrera	Aumento de los procesos erosivos. Alteraciones de la calidad visual. Emisión de polvo a la atmósfera.

### 3.1.2 Yacimientos que se explotan con medios mecánicos de arcilla (Novaliche)

Tabla 7: Principales efectos ambientales de la explotación del yacimiento Novaliche

Yacimiento	Actividad Minera	Impacto
Novaliche	Desbroce	<p>Afectación en el hábitat de especies faunísticas.</p> <p>Eliminación de la capa vegetal</p> <p>Cambio en el comportamiento de la fauna producto al paso de los camiones y equipos pesados.</p>
	Destape	<p>Erosión</p> <p>Afectación a las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo por acumulación de desechos sólidos en áreas aledañas.</p>
	Carga y transporte	<p>Contaminación por emisión de gases.</p> <p>Contaminación sonora</p> <p>Afectación a las propiedades físicas por movimiento de equipos pesados.</p> <p>Derramen de combustible y lubricantes</p>
	Preparación Mecánica	<p>Contaminación sonora</p> <p>Contaminación de zonas aledañas por deposición de rechazos del proceso cerámico.</p>

### 3.1.3 Yacimientos que se explotan con medios mecánicos (Cajobabo y Malabe)

Tabla 8: Principales efectos ambientales de la explotación del yacimiento Cajobabo y Malabe

Yacimiento	Actividad Minera	Impacto
Cajobabo y Malabe	Desbroce	<p>Perdida del suelo aluvial.</p> <p>Afectación en el hábitat de especies faunísticas.</p> <p>Eliminación de la capa vegetal.</p> <p>Cambio en el comportamiento de la fauna producto al paso de los camiones y equipos pesados.</p>
	Destape	<p>Erosión.</p> <p>Afectación a las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo por acumulación de desechos sólidos en áreas aledañas.</p>
	Carga y transporte	<p>Contaminación por gases.</p> <p>Emisión de polvo.</p> <p>Contaminación sonora.</p> <p>Afectación a las propiedades físicas del suelo por movimiento de equipos pesados.</p> <p>Derramen de combustible y lubricantes.</p> <p>Contaminación de los acuíferos producto del lavado de las maquinarias.</p>
	Preparación Mecánica	<p>Emisión de polvo.</p> <p>Contaminación sonora.</p> <p>Contaminación de zonas aledañas por deposición de rechazos del proceso de trituración mecánica.</p>
	Formación de Escombreras	<p>Contaminación por emisión de polvo y gases.</p> <p>Contaminación sonora.</p> <p>Alteración de drenajes superficiales.</p> <p>Alteración del paisaje.</p>

Tabla 9: Yacimiento Tibaracon del Toa (Anexo 2)

Yacimiento	Actividad Minera	Impacto
Tibaracon del Toa	Carga y transporte	Contaminación por gases Contaminación sonora Afectación a las propiedades físicas del suelo por movimiento de equipos pesados. Derrames de combustible y lubricantes Afectación en el hábitat de especies faunísticas. Cambio en el comportamiento de la fauna producto al paso de los camiones y equipos pesados.

### 3.3 Propuesta de Medidas Preventivas, Correctoras y de Mitigación

La propuesta de las medidas correctoras fue concebida, a partir de los aspectos significativos negativos. Una vez identificado y evaluados, va encaminada a la necesaria mitigación o erradicación, en los casos que sea posible, de los efectos derivados de las actividades valoradas.

#### 3.3.1 Para yacimientos que se explotan por perforación y voladura (Inagua Ampliación de La Inagua y Manantiales)

- **Protección al suelo**
  - Extraer la capa de suelo antes de realizar el destape en las zonas con una capa superficial de escombros y darle un uso apropiado.
  - Construcción de un solo tráfico desde la planta de procesamiento hasta las orillas de la cantera para minimizar la compactación del suelo fértil.
  - Realizar la conformación de los suelos afectados por la minería al concluir la explotación en cada uno de los sectores.
  - Sembrar cobertura herbácea en los taludes, con la ayuda de mallas, para disminuir la erosión hidráulica y eólica.
- **Protección del agua (superficial y subterránea)**
  - Evitar la contaminación de las aguas del arroyo con los residuos de los talleres, con posibles derrames de aceites y combustible, manteniendo la limpieza del decantador y trampas de grasas.

- Disminuir las pendientes con el objetivo de amortiguar la velocidad del agua y lograr la sedimentación de los sólidos en suspensión.
  - Rellenar las cavidades que se originan durante la explotación.
  - Dejar una franja de seguridad entre la zona de explotación y los objetos hídricos importantes de la zona.
- **Protección de la atmósfera: ruido, calidad del aire**
    - Modificar en la medida de las posibilidades el proceso de preparación mecánica y utilizar la vía húmeda que genera menor cantidad de polvo.
    - Mantenimiento correcto de la maquinaria, para lograr el uso efectivo del combustible.
    - Mejoramiento de las vías de acceso principales al yacimiento y cumplimiento del régimen de velocidad de circulación establecido para los vehículos.
    - Regar periódicamente los caminos para reducir la suspensión de las partículas de polvo sedimentadas.
    - Controlar la calidad del aire a través de análisis y monitoreos hechos al menos una vez al año dentro de los yacimientos y zonas aledañas.
    - Emplear explosiones microretardadas para disminuir la actividad sísmica.
    - Reducir al mínimo las áreas a desbrozar.
    - Revisar el estado técnico del colector de polvo de la carretilla barrenadora para así disminuir la emisión de polvo en la barrenación y exigir que se use dicho aditamento.
- **Protección a la flora**
    - Promover la revegetación entre las organizaciones sociales y de masas de los pobladores de la zona, con ayuda de la empresa minera y de sus trabajadores e impulsar un movimiento de recuperación de plantas endémicas.
    - Construcción de viveros para la revegetación y reforestación
    - Recubrir las zonas denudadas con cobertura herbácea para amortiguar la erosión e impedir que el agua se lleve las posturas.

- Reforestar las zonas dañadas con plantas endémicas de la región y fundamentalmente con árboles frutales.
- **Protección a la fauna**
  - Propiciar con medidas complementarias el retorno de los representantes de la fauna del territorio.
  - Mantener vedadas aquellas especies sobre las cuales existen evidencia de peligro de extinción.
  - Dar prioridad a investigaciones dirigidas a evaluar el estado y la tendencia de la población de los animales presentes en los yacimientos.
  - Aplicar métodos de cuidado y vigilancia con el fin de minimizar las alteraciones sobre la vida animal en las distintas fases del sistema de explotación.
- **Protección a la Población**
  - Reparación, mejoramiento y mantenimiento de las vías de acceso al yacimiento con el fin de evitar accidentes.
  - Establecer un canal de negociación y diálogo con la comunidad afectada por los impactos negativos, resultantes de la actividad en los yacimientos.
  - Ubicar la toma de agua para uso y consumo de la población, fuera de la zona de influencia de la extracción y facilitar a la comunidad afectada los medios para la instalación y acopio de agua potable.
  - Implementar un programa de educación para la salud respecto al agua de consumo.
  - Los trabajadores deben usar la ropa de trabajo y accesorios de protección suministrados por la empresa por el desarrollo su trabajo.
- **Protección al paisaje**
  - Buscar un uso alternativo de los estériles y materiales no aprovechables
  - Construir pantallas naturales de ocultación y enmascaramiento para disminuir el impacto visual.
  - Crear un vivero con plantas que posean un alto valor estético para lograr una mejor armonía paisajista.

- Para reducir la visibilidad de las instalaciones modificar la vía de acceso a la planta.
- Tratar de devolverle al paisaje sus cualidades iniciales, sin romper la estructura paisajista de la zona.

### **3.3.2 Para yacimientos que se explotan por medios mecánicos (Malabé II y Malabé I, Nobaliche, Cajobabo y Tibaracón del Toa)**

- **Protección al suelo y orillas del río**
  - Realizar con antelación los proyectos de rehabilitación de las áreas en explotación.
  - Elaborar un plan de manejo para el yacimiento teniendo en cuenta la legislación vigente.
  - Emplear gaviones en los lugares más críticos para evitar la erosión y el derrumbe de las riberas.
- **Protección al agua superficial y subterránea**
  - Realizar análisis de las aguas residuales para evaluar el impacto producido en los ríos y tomar las medidas pertinentes de acuerdo con la afectación.
  - No permitir el lavado de equipos de transporte y maquinarias en el río y luchar contra el derrame de sustancias combustibles y lubricantes.
- **Protección de la atmósfera: ruido, calidad del aire.**
  - Instalación de dispositivos adecuados de eliminación de la contaminación (filtros) en todo el equipamiento que funciona con diesel y gasolina, plantas de preparación mecánica y cerciorarse de que estos funcionan correctamente.
    - Mejoramiento de las vías de acceso principales al yacimiento y cumplimiento del régimen de velocidad de circulación establecido para los vehículos.
  - Regar periódicamente los caminos para reducir la suspensión de las partículas de polvo sedimentadas.
  - Racionalización de las áreas de excavación.



- **Protección a la vegetación**
  - Reducir al mínimo las áreas de explotación.
  - Promover la revegetación entre las organizaciones sociales y de masas de los pobladores de la zona, con ayuda de la empresa minera y de sus trabajadores e impulsar un movimiento de recuperación de plantas endémicas.
  
- **Protección a la fauna**
  - Propiciar con medidas complementarias el retorno de los representantes de la fauna del territorio.
  - Mantener vedadas aquellas especies sobre las cuales existen evidencia de peligro de extinción.
  - Dar prioridad a investigaciones dirigidas a evaluar el estado y la tendencia de la población de los animales presentes en los yacimientos.
  - Aplicar métodos de cuidado y vigilancia con el fin de minimizar las alteraciones sobre la vida animal en las distintas fases del sistema de explotación.
  
- **Protección a la Población**
  - Ubicar la toma de agua para uso y consumo de la población, fuera de la zona de influencia de la extracción y facilitar a la comunidad afectada los medios para la instalación y acopio de agua potable.
  - Apoyar la implementación de un programa de educación para la salud respecto al agua de consumo.
  
- **Protección al paisaje y morfología**
  - Utilizar cortinas vegetales para evitar al máximo algunos visuales desagradables.
  - Implementar medidas con el objeto de reducir la visibilidad de las instalaciones.
  - Buscar un uso alternativo de los materiales no aprovechables.

## **CONCLUSIONES**

- Se realizó una caracterización desde el punto de vista minero-ambiental, los yacimientos de la industria de materiales de construcción de Guantánamo.
- La caracterización minero-ambiental de la industria de materiales de la construcción de la provincia de Guantánamo demostró que todos los yacimientos producen impactos negativos y positivos significativos
- La caracterización minero-ambiental de la industria de materiales de la construcción de la provincia de Guantánamo, permitió establecer los efectos ambientales negativos generados por la explotación en cada cantera y proponer medidas para desarrollar una minería responsable.

## RECOMENDACIONES

- Continuar realizando evaluaciones ambientales de cada yacimiento de la provincia para lograr introducir la dimensión ambiental en los trabajos mineros y minimizar los efectos negativos lograr una minería más segura.
- Utilizar este trabajo como guía de estudio para los estudiantes de la carrera de ingeniería de minas.

## BIBLOGRAFIA

1. Aguilera I. Estudio del impacto ambiental ocasionado por la explotación del yacimiento fluvial de arena y grava “Río Nibujón”, 2003.
2. Alcaide; “Caracterización de la industria extractiva de materiales de la construcción en la provincia Santiago de Cuba” ; 2010
3. Canter W, Methods for effective environmental information; 1998.
4. Ulloa M. Rehabilitación de áreas en desuso del yacimiento de rocas ornamentales “Rosado del Río” provincia Granma 2008.
5. CICA. Licencia ambiental. Tiberación del Toa, 2011.
6. Colectivo de autores. Informe geológico “Cajobabo” .Geominera Oriente, 1980.
7. Colectivo de autores. Informe geológico “Novaliche”. Geominera Oriente, 1987
8. Escribano, La Minería y el Medio Ambiente; 2007.
9. Explomat, Proyecto de Explotación “Cajobabo”,2004.
10. Fernández A. 1998; Caracterización y corrección del impacto ambiental provocado por la explotación a cielo abierto de yacimiento de materiales de construcción en la región Oriental; 1998.
11. Florián E. Actualización del Proyecto de Explotación de la Inagua, 2012.
12. Francisco C, Evaluación del impacto ambiental; 2003.
13. Ley 76. Ley de Minas. 1994. La Habana.
14. Ley 81. Ley de Medio Ambiente. 1997. La Habana.
15. Monte de Ocas A. Recuperación de áreas minadas de canteras de materiales de la construcción de Santiago de Cuba; 2012
16. Palacio, I. Proyecto de explotación “La inagua”.Explomat UEB. Oriente. 2008.

17. Palacio, J. Proyecto de explotación de manantiales. Explomat, 2011.
18. Parra J, Estudio de Impacto Ambiental en la Cantera Los Guaos. Tesis de diploma; 2004.
19. Proyecto de explotación 2007-2011 del Grupo Empresarial de la Construcción del MICONS
20. Vidal, P. Informe de explotación de falladas “La Inagua”, 1986.
21. Vidal, P; Explotación detallada. Malabe I, II, III, IV, 1983.
22. Gómez L. Caracterización de la industria extractiva de Materiales de la Construcción de la provincia de Santiago de Cuba
23. Hasimbuli J, 2012; Estudio Minero Ambiental de la cantera “El Cacao”
24. Romero A. 1998. Caracterización y corrección del impacto ambiental provocado por la explotación a cielo abierto de yacimiento de materiales de construcción en la región Oriental
25. Espinoza G. (2007) gestión y fundamentos de evaluación de impacto ambiental. Santiago de Chile.

## Anexos



Anexo 1. Impacto ambiental de la planta de preparación mecánica del yacimiento La Inagua.



Anexo 2 Yacimiento Tibaracón del río Toa