



INSTITUTO SUPERIOR
MINERO METALÚRGICO DE MOA
Dr. ANTONIO NÚÑEZ JIMÉNEZ

Facultad: Geología-Minería

Ingeniería de Minas

Trabajo de Diploma

EN OPCIÓN AL TÍTULO DE

INGENIERO EN MINAS

TÍTULO:

**Caracterización Minero-Ambiental de las
Canteras en la Industria de Materiales de la
Construcción de Santiago de Cuba**

AUTOR: Arleis Pérez Salazar

**TUTORES: M.SC Alexis Montes de Oca Risco
Dra. C. Mayda Ulloa Carcassés
Ing. Hira Aylén Pinto Rodríguez**

Moa, 2015

“Año 57 de la Revolución”





INSTITUTO SUPERIOR
MINERO METALÚRGICO DE MOA
Dr. ANTONIO NÚÑEZ JIMÉNEZ

Facultad: Geología-Minería

Ingeniería de Minas

Trabajo de Diploma

EN OPCIÓN AL TÍTULO DE

INGENIERO EN MINAS

TÍTULO:

**Caracterización Minero-Ambiental de las
Canteras en la Industria de Materiales de la
Construcción de Santiago de Cuba**

AUTOR: Arleis Pérez Salazar _____

TUTORES: M.SC Alexis Montes de Oca Risco _____

Dra. C. Mayda Ulloa Carcassés _____

Moa, 2015

“Año 57 de la Revolución”

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de diploma a mis seres queridos, mis padres: Marbelis Salazar Chaveco y Juan Pérez Borrel, a mi hijo David Pérez Suarez y a mis hermanos: Alexeis Pérez Salazar y Wendy Pérez, pero el mérito de que este trabajo hoy se haya realizado es debido al esfuerzo, dedicación y sacrificio de mi amada y querida madre, por eso este trabajo es en su honor.

AGRADECIMIENTOS

Les agradezco a mis padres Marbelis y Juan, a mi hermano Alexeis, a mis primos Giorvis y Georquis, a mis tíos Caridad y Omar, al resto de mis familiares, a Rafaela Muguercia, a mis tutores el M.Sc Alexis Montes de Oca Risco, la Dra. C. Mayda Ulloa Carcassés y la Ing. Hira Aylen Pinto Rodríguez, a mis compañeros de aula, profesores, amigos y al colectivo de trabajadores de la empresa.

Gracias a todos ellos y a aquellas personas que de una forma u otra hicieron posible la realización de este trabajo.

PENSAMIENTO



“Todo lo que es importante para la Revolución hay que chequearlo todos los días, la Revolución no pide disciplina, tiene derecho a exigirla, con la Revolución no se firman contratos, se firman compromisos.”

Fidel Castro Ruz.

RESUMEN

El trabajo de diploma, Caracterización Minero–Ambiental de las Canteras en la Industria de Materiales de la Construcción de Santiago de Cuba, analiza la estructura productiva de la industria de Materiales de Construcción de la provincia de Santiago de Cuba y las características geológicas y minero-ambiental de cada yacimiento en explotación; identifica 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 planificados. La caracterización minero-ambiental de las canteras de Materiales de Construcción de la provincia Santiago de Cuba demostró que todos los yacimientos producen impactos negativos y positivos significativos y que la aplicación de la propuesta de medidas de mitigación, permitirán a la empresa desarrollar una minería responsable.

ABSTRACT

The diploma work, Miner-environmental Characterization of the Quarries in the Industry of Materials of the Construction of Santiago from Cuba, analyzes the productive structure of the industry of Materials of Construction of the county of Santiago from Cuba and the geologic and miner-environmental characteristics of each location in exploitation; it identifies the environmental effects 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 miner-environmental characterization of the quarries of Materials of Construction of the county Santiago from Cuba demonstrated that all the locations produce significant negative and positive impacts and that the application of the proposal of mitigation measures, they will allow to the company to develop a responsible mining.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES Y TENDENCIA ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL	4
1.1 Legislación minero-ambiental en Cuba	4
1.2 Legislación minera a nivel internacional.....	8
1.3 Antecedentes y actualidad del tema en Cuba.....	13
1.4 Antecedentes y actualidad del tema a nivel internacional.....	16
CAPÍTULO 2. CARACTERIZACIÓN MINERO-AMBIENTAL DE LAS CANTERAS EN LA INDUSTRIA DE MATERIALES DE LA CONSTRUCCIÓN DE SANTIAGO DE CUBA	19
2.1 Caracterización de la provincia de Santiago de Cuba.....	19
2.1.1 Economía.....	20
2.2 Caracterización de la Industria de Materiales de Construcción de Santiago de Cuba	21
2.2.1 Yacimiento Los Guaos (Porfirita)	23
2.2.2 Yacimiento Yarayabo (Caliza)	29
2.2.3 Yacimiento Mucaral (Caliza)	34
2.2.4 Yacimiento Los Siguatos (Yeso)	38
2.2.5 Yacimiento Juraguá (Arena)	42
2.2.6 Yacimiento La Gloria (Caliza)	47
2.2.7 Yacimiento Los Dorados II (Arena)	50
2.2.8 Yacimiento Siboney (Caliza).....	53
2.2.9 Yacimiento Dos Palmas (Arcilla).....	56
CAPITULO 3. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES QUE CAUSAN LAS CANTERAS DE LA INDUSTRIA DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE SANTIAGO DE CUBA	58
3.1 Caracterización de los impactos ambientales	58
3.2 Sistema de medidas preventivas, correctoras y de mitigación.....	67
3.3 Medidas correctoras para la mitigación, reducción y/o eliminación de los efectos causados por los impactos negativos en las canteras.	67

CONCLUSIONES.....	70
RECOMENDACIONES	71
BIBLIOGRAFÍA	72
ANEXO.....	75

INTRODUCCIÓN

La explotación de canteras a cielo abierto comprende una parte importante de la minería a nivel mundial, su objetivo principal es el suministro de materiales para la construcción, ya sean áridos o rocas ornamentales. Este tipo de minería se caracteriza por generar serias alteraciones medioambientales, debido a que la mayoría de las empresas, no prestan la debida atención a dicha actividad. La intensidad de las mismas, depende de varios factores, entre los que se reconocen la situación y morfología del yacimiento, así como las características del entorno. Estas influencias, van transformando el paisaje y provocan el empeoramiento cualitativo o cuantitativo, de los recursos y el origen o desarrollo de procesos dañinos o degradantes. De aquí, la necesidad de conocer los diferentes aspectos necesarios para la correcta explotación de una cantera.

En Cuba, el desarrollo de la actividad minera, se ha intensificado a partir del triunfo revolucionario, tanto en la explotación de materiales para la construcción como en la explotación de minerales metálicos, producto a la creciente demanda de nuevas obras de construcción desde el punto de vista técnico, infraestructural y social en todo el país.

La provincia Santiago de Cuba no ha estado ajena a este desarrollo minero en la industria de Materiales de la Construcción, que va aparejado con la aparición de nuevos impactos ambientales y la intensificación de los ya existentes, elementos estos que requieren de una caracterización minero-ambiental para minimizar los impactos al medio ambiente.

Problema de Investigación

Necesidad de realizar una caracterización minero-ambiental de las canteras en la industria de Materiales de Construcción de la Provincia Santiago de Cuba.

Objeto de la investigación

Procesos mineros ambientales

Objetivo General

Caracterizar desde el punto de vista minero-ambiental las canteras de la industria de Materiales de la Construcción de la provincia Santiago de Cuba para minimizar sus efectos sobre el medio ambiente.

Campo de acción

Canteras de la industria de Materiales de la Construcción de Santiago de Cuba

Hipótesis

Si se analizan las características geológicas, ambientales y minero-técnicas de las canteras, se identifican los impactos ambientales y se proponen medidas de mitigación de los impactos negativos se podrá realizar la caracterización minero-ambiental de las canteras de la industria de Materiales de la Construcción de la provincia Santiago de Cuba.

Objetivos específicos

1. Analizar las características geológicas y ambientales de cada yacimiento
2. Examinar las características minero-técnicas de las canteras.
3. Identificar los impactos ambientales que produce cada cantera.
4. Proponer medidas generales de mitigación de los impactos negativos.

Los métodos de la investigación científica que se emplearon fueron los siguientes.

Métodos empíricos

- La observación facilitó un acercamiento a la realidad mediante la percepción directa del fenómeno a través de la participación en las canteras para conocer la realidad del trabajo, las características minero-técnicas y el estado del medio ambiente en el área de estudio.
- Entrevistas permitió recoger opiniones y valoraciones de los especialistas para fundamentar los resultados de las observaciones realizadas

Métodos teóricos

- El análisis-síntesis, permitió realizar una adecuada fundamentación teórica precisando informaciones diversas de fuentes documentales estudiadas y luego arribar a conclusiones certeras en el tema de investigación.
- El método histórico-lógico permitió conocer el desarrollo y evolución de la explotación en las canteras, así como la trayectoria de la industria en general.
- El inductivo-deductivo se asumió para la realización de razonamientos lógicos acerca de la explotación en las canteras para la formulación y verificación de la hipótesis.

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

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES Y TENDENCIA ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

Tiene como objetivo principal, ofrecer el estado del arte del manejo del problema de la contaminación ambiental 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 en la Industria de Materiales de Construcción de Santiago de Cuba.

1.1 Legislación minero-ambiental en Cuba

En su primer postulado, la Ley 81, Ley del Medio Ambiente, aprobada el 11 de julio de 1997 por el Parlamento Cubano, refleja el reconocido esfuerzo del estado, respecto a la protección del medio ambiente, en el marco de una política de desarrollo consagrada a lo largo de cuatro décadas de transformaciones revolucionarias, tanto políticas como socioeconómicas, en estrecha correspondencia con el artículo 27 de la Constitución de la República, al establecer que: “el estado protege el medio ambiente y los recursos naturales del país, reconoce su estrecha vinculación con el desarrollo económico y social sostenible para hacer más racional la vida humana y asegurar la supervivencia, el bienestar y la seguridad de las generaciones actuales y futuras”.

En el artículo 28 inciso e), de la mencionada Ley 81, Ley del Medio Ambiente, queda establecido que la minería se encuentra dentro de las actividades sujetas al proceso de evaluación de impacto ambiental. El proceso de evaluación de impacto ambiental en las actividades de la minería requerirá en casi todos los casos de un estudio de impacto ambiental, para proceder con el otorgamiento de la licencia ambiental correspondiente conforme al artículo 120 inciso a) de la Ley 81. Esta actividad, siempre estará condicionada a que se ejecute causando las menores alteraciones directas o indirectas a las locaciones bajo el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, a las aguas terrestres o marinas, la capa vegetal, la flora, la fauna silvestre y al paisaje, en general a todo el medio ambiente.

El interés ambiental en brindar protección a los recursos mineros, en la actualidad, está enfocado en dos direcciones: la primera, es evitar la extracción irrestricta y poco adecuada que puede conducir al agotamiento prematuro de las reservas y la segunda, a los efectos que causa la exploración y explotación de los yacimientos sobre el medio ambiente. En este sentido el Programa Nacional de Medio Ambiente y Desarrollo dedica su Capítulo 14 a la protección de los recursos mineros, estableciendo como objetivos a alcanzar entre otros los siguientes:

- Protección y manejo adecuado de los recursos minerales, a fin de lograr su máximo aprovechamiento sobre la base que garanticen el desarrollo sostenible de la actividad.
- Fortalecer el trabajo de rehabilitación y recultivación, en los casos que proceda, en las áreas explotadas por la minería.
- Elaborar o promover la promulgación de la legislación y regulaciones normativas de carácter técnico y organizativo, que permitan el control eficiente sobre estas actividades.

En los últimos años se han obtenido algunos logros en cuanto al cumplimiento de los mencionados objetivos entre los que se destacan:

- El desarrollo de la base legislativa de la rama, la Ley de Minas y su Reglamento, que consideran en su articulado importantes exigencias ambientales.
- La obligatoriedad de estudios de línea base ambiental, para el otorgamiento de las concesiones mineras y la exigencia de Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental, han permitido una reducción significativa de los efectos ambientales adversos de la actividad minera.
- El establecimiento, como norma, de la rehabilitación de las canteras y la reforestación de las áreas mineras una vez concluida la explotación.
- La actividad de la Oficina Nacional de Recursos Minerales, que ejerce la inspección estatal sobre el uso racional de los recursos, la adopción de los programas de preservación del medio ambiente y su control.

El fundamento legal de los trabajos de rehabilitación, lo constituyen: la Ley No 76 Ley de Minas, el Decreto 222 Reglamento de la Ley de Minas, la Ley 81 del Medio

Ambiente, la Resolución 77/99 del CITMA y el Reglamento del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental.

La Ley No 76 de Minas promulgada en 1994, constituye el instrumento jurídico más importante en cuanto a la gestión de los recursos minerales. A continuación, se analizará brevemente su articulado relacionado con la rehabilitación.

Especial importancia reviste para la protección de los recursos naturales, la norma del Artículo 34 de la Ley de Minas, sobre el contenido del instrumento mediante el cual el Consejo de Ministros o su Comité Ejecutivo otorgan una concesión minera, donde queda dispuesta la cuantía de los fondos financieros para restaurar el medio ambiente.

En su Capítulo VIII, sección segunda plantea “Sobre las obligaciones generales de los concesionarios” que:

Artículo 41. Todos los concesionarios están obligados a:

c) Preservar adecuadamente el medio ambiente y las condiciones ecológicas del área objeto de la concesión, elaborando estudios de impacto ambiental y planes para prevenir, mitigar, controlar, rehabilitar y compensar dicho impacto derivado de sus actividades, tanto en dicha área, como en las áreas y ecosistemas vinculados a aquellos que puedan ser afectados.

En la Sección Cuarta “De la explotación y el procesamiento”, del mismo capítulo, recoge que:

g) Planificar los trabajos necesarios para la restauración o acondicionamiento de las áreas explotadas, en los términos que se establezcan por el órgano local del Poder Popular y la autoridad minera competente, según el caso, creando los fondos financieros necesarios para estos fines.

En su Capítulo XI “De cierre de minas” considera de manera especial los aspectos ambientales:

Artículo 62. -El cierre temporal de una mina puede tener lugar debido a razones técnicas, económicas, minero-geológicas, hidrogeológicas, incendios, daños al medio ambiente u otras, que no permitan continuar la explotación del yacimiento.

Artículo 65.-Autorizado el cierre total o parcial con carácter temporal, el concesionario garantiza durante todo el período de cierre y hasta la extinción de la concesión:

c) Las medidas de restauración y rehabilitación del entorno.

Artículo 66. Para el cierre de mina total o parcial el concesionario presenta al Ministerio de la Industria Básica, hoy Ministerio de Energía y Minas, a través de la Autoridad Minera, las argumentaciones técnico-económicas y el programa de cierre que contenga:

g) El programa de restauración de la superficie afectada y un informe sobre las afectaciones provocadas al medio ambiente.

Como anteriormente se mencionó, el Artículo 34 de la Ley 76, dispone que se determinen los fondos de las reservas financieras, que cada concesionario debe tener para los gastos derivados de la protección del medio ambiente. Los fondos según el Artículo 87 del Decreto 222, tienen que ser de una cuantía suficiente para cubrir los gastos derivados de las labores de restauración del área de la concesión y de las áreas devueltas, el plan de control de los indicadores ambientales y los trabajos de mitigación de los impactos directos e indirectos ocasionados por la actividad minera.

Según las Guías para la Realización de las Solicitudes de Licencia Ambiental y los Estudios de Impacto Ambiental, del Centro de Inspección y Control Ambiental (CICA), en el acápite 5.3: Guías Específicas para los Estudios de Impacto Ambiental en la Industria Minera; para realizar estudios de impacto ambiental correspondientes a proyectos de obras o actividades de minería, se utilizarán la Guía General y los indicadores definidos en esta Guía Específica. Dicho estudio debe abarcar los impactos causados por las acciones propias del proyecto y su relación con las infraestructuras ubicadas dentro del área de impacto.

1.2 Legislación minera a nivel internacional

La recuperación de áreas degradadas ha sido implementada en diferentes países como importante instrumento de política pública en el área ambiental. Los enfoques son variados, pero generalmente persiguen un objetivo común de asegurar la corrección de los impactos ambientales considerados negativos e importantes.

La mayoría de los países del mundo tienen regulaciones ambientales y leyes de participación comunitaria en los proyectos de desarrollo. Pero hay grandes distancias entre las leyes y normativas de un país y otro.

Por ejemplo en Brasil, ninguna de las minas presenta una gestión ambiental implementada o sea, una estructura organizacional y de funcionamiento que articule todas las medidas ambientales tomadas en el ámbito de la obra. No hay una aproximación con vistas a la búsqueda de una adecuación de las normas técnicas, sea nacional o internacional, como por ejemplo, la serie de normas de calidad ambiental denominada ISO 14000, no obstante, algunas minas ya presentan programas ambientales, que podrán evolucionar rápidamente, para la formulación e implementación, de algún tipo de sistema de gestión normalizado y reconocido por el medio técnico externo y aceptado por la comunidad.

Un análisis comparativo de los aspectos legales relacionados con el aprovechamiento de agregados en diferentes regiones del mundo, revela que la recuperación de áreas degradadas es obligatoria en varios países industrializados, como Estados Unidos de América, Francia, Italia, Rusia y Canadá. Los procedimientos generalmente prevén la participación de la comunidad y son instruidos mediante planes de recuperación, previamente sometidos a la aprobación de los órganos públicos locales o regionales. En los países de América del Sur, la obligatoriedad de la recuperación ha sido contemplada de manera creciente en normas legales de varios países, como Brasil, Argentina, Perú, Colombia y Uruguay, pero es aún muy poco exigida en la aplicación de la legislación. (Yazle, 2006), Vadillo (2008) en su publicación “Restauración de canteras de piedra natural”, perteneciente al Instituto Geológico y Minero de España (IGME) hace un análisis de las diferentes leyes, regulaciones y legislaciones relacionadas con la restauración de zonas degradadas por la minería.

En Brasil, en 1988, la Constitución Federal, en su Artículo 225, dispone la obligatoriedad de los que explotan los recursos minerales, de reponer el medio ambiente degradado, de acuerdo a la solución técnica exigida por el órgano competente y las sanciones penales y administrativas, a que serán sometidos los infractores que manifiesten conductas y/o actividades, que afecten al medio ambiente, independientemente de la obligación de reparar el daño ocasionado. En el año 1989, en esta misma Constitución, se dispone en el Decreto 97.632, la obligación de presentar un plan de recuperación de áreas degradadas, que debe considerar la solución técnica rentable para rehabilitar el suelo degradado por la actividad minera; sin este plan, no se otorga la licencia ambiental, que constituye requisito fundamental, para que el departamento nacional de producción minera conceda los derechos mineros.

Desde 1989 hasta el presente, se ha evolucionado mucho en materia de programas de recuperación, principalmente, dentro de las grandes empresas mineras. En la actualidad en Brasil, como fue citado, se exige a todos los proyectos de minería la presentación, durante el proceso de concesión de la licencia, al órgano ambiental competente, del Plan de Recuperación de Áreas Degradadas (PRAD). También, fue elaborado por el gobierno, un manual técnico para la recuperación de áreas degradadas por la minería, sin embargo, no ha sido establecido ningún tipo de seguro o garantía financiera para la ejecución del PRAD.

La responsabilidad por los daños ambientales corresponde al operador minero, de acuerdo con la legislación ambiental brasileña, que incorporó un Principio de Responsabilidad (donde: el que contamina paga). En 1988, la Asociación Minera de Canadá, abogó porque los planeamientos de rehabilitación y el aseguramiento financiero, sean requeridos para la nueva minería, y que el gobierno debe definir reglas claras, consistentes y al mismo tiempo flexibles, para tratar con la variedad de problemas en cada minería, logrando el desarrollo de los recursos minerales, así como minimizar los efectos adversos en el ambiente, a través de la rehabilitación de las tierras minadas.

En Ontario, en 1989, se confeccionó la primera guía para la rehabilitación de sitios mineros, desarrollada por el *Ministry of Northern Development and Mining*. Según la Ley

Minera, los objetivos son minimizar el impacto de las actividades mineras en la salud, seguridad pública y el medio ambiente, a través de la rehabilitación del suelo alterado por la minería. En 1991, los principales requerimientos de la legislación, incluyen la creación de un Director de Rehabilitación Minera. En 1996, los objetivos son incorporar al sector privado, junto al gobierno, en igualdad de responsabilidades, la rehabilitación minera, regulados por inspecciones y auditorías.

Chile, es el principal país minero de la región; a partir del año 1992, las empresas mineras comienzan a presentar, en forma voluntaria, Estudios de Impacto Ambiental para sus nuevos proyectos. En 1994, entró en vigencia la Ley No. 19.300, sobre bases del medio ambiente, este fue un primer paso dado con el objetivo de crear instrumentos para una eficiente gestión del problema ambiental, el más importante de estos, fue el Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental, en el cual se aborda el tema de la rehabilitación de los proyectos mineros, y establece que la planificación de la rehabilitación debe estar contenida en los estudios de impacto ambiental. Desde abril de 1997, se hace obligatorio, para cualquier proyecto minero, su presentación al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

Argentina, a partir de la década de los 90, ha experimentado un auge, en cuanto a protección del medio ambiente, en noviembre de 1995, fue reformado el Código de Minería de Argentina, agregando el título de la protección ambiental para la actividad minera. Este país, ha promovido el crecimiento y fortalecimiento de la industria minera nacional, y ha adoptado una serie de medidas tendientes al logro de ese objetivo.

Otras leyes significativas dictadas dentro de este proceso fueron: la Ley de Inversiones Mineras, Ley de Reordenamiento Minero, el Acuerdo Federal Minero y Ley de Actualización Minera. El título de la protección ambiental de la actividad minera, agregado al Código de minería, en su artículo 1, relativo al ámbito de aplicación y alcances dispone: “La protección del ambiente y la conservación del patrimonio natural y cultural, que pueda ser afectado por la actividad minera, se regirán por las disposiciones de este título”. De esta manera se plantea que los objetivos de la rehabilitación, que incluyen en el informe de impacto ambiental que trata ese título, son la protección del ambiente y la conservación del patrimonio natural y cultural, que pueda

ser afectado por la actividad minera. Aunque la legislación Argentina, al igual que las demás estudiadas, no contempla la imposición de un sistema de garantía del cumplimiento con el plan de rehabilitación, el artículo 23 de la Ley de Inversiones Mineras, obliga a las empresas a destinar un monto anual, a un fondo de reserva destinado a financiar tareas de prevención o remediación de alteraciones al medio ambiente. El monto de esta reserva es dejado a decisión de la empresa, y es deducible del impuesto a la renta de la empresa, con un límite del 5 % de los costos operativos de extracción y beneficio. Si este fondo no es utilizado para remediar impactos ambientales provenientes de la actividad, se transforma en tributable al finalizar el ciclo productivo.

En 1997, Bolivia, comenzó a regir el Reglamento Ambiental para Actividades Mineras (RAAM), el cual en el Artículo 65, obliga al concesionario u operador minero a rehabilitar el área de sus actividades mineras dentro y fuera del perímetro de su concesión, cuando concluye parcial o totalmente, sus actividades mineras en conformidad a lo establecido en su respectiva licencia ambiental, o abandona por más de tres años sus operaciones o actividades mineras. El RAAM, también fomenta la implementación de las medidas de rehabilitación durante la operación de la mina.

También en este mismo año, en Ecuador, entró en vigencia el Reglamento Ambiental para Actividades Mineras, dictado con el objetivo de permitir la adecuación de las normas ambientales contenidas en la ley de minería, el cual, en su Artículo 79, dispone que los titulares de concesiones mineras y de plantas de beneficio, fundición y refinación, deberán efectuar estudios de impacto ambiental, para prevenir, mitigar, controlar, rehabilitar y compensar.

Según (González, 1999), tanto en Bolivia, Brasil, Argentina, Chile, Ecuador, México y Perú, las normativas vigentes, incorporan referencias a la etapa de rehabilitación en la regulación de los sistemas de evaluación de impacto ambiental, que en muchos casos no ha llegado a implementarse. El sistema más avanzado, en cuanto a exigir una planificación, es el boliviano, que especifica objetivos y contenidos de los planes, los períodos de prescripción, sin embargo, no contempla una garantía financiera, que constituye el elemento fundamental para asegurar la efectividad de estos sistemas.

Los Estados Unidos, es un claro ejemplo de país concienciado tempranamente con la problemática asociada a la minería abandonada. Prueba de esto es que en el título IV de la ley sobre restauración de terrenos alterados por minería de carbón (*Surface Mining Control and Reclamation Act*), aprobada en el año 1977, ya se ordena la creación de un fondo para la rehabilitación de terrenos mineros abandonados y la resolución de problemas asociados a la descarga de aguas ácidas. Posteriormente han surgido diversas iniciativas orientadas a recuperar o remediar terrenos alterados por minería abandonada.

Según Guerrero (2002), los objetivos del programa de rehabilitación de minas de Colorado y de su legislación específica, sobre materiales de construcción: son fomentar el desarrollo de la industria minera y rehabilitar las tierras afectadas por las actividades mineras, para que puedan tener un uso beneficioso para los ciudadanos del estado.

En México, de conformidad con la Ley Federal de Minería, los concesionarios son obligados a cumplir con la normativa sobre protección ambiental y seguridad. El desarrollo de actividad minera requiere una evaluación del impacto ambiental, a través de la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental, en forma previa al inicio de las actividades mineras y de exploración. No obstante lo anterior, la ley prevé la posibilidad de que un reglamento pueda identificar algunas obras o actividades, que a causa de su ubicación, tamaño, características o alcance, no puedan causar impactos ambientales significativos ni exceder los límites y condiciones establecidas en las normas legales, acerca de preservación del equilibrio ecológico y la protección del medio ambiente, y por lo tanto, no necesiten sujetarse a la evaluación de impacto ambiental.

1.3 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 caracterización 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 proponen medidas para cada yacimiento, para finalizar, realiza una comparación entre estudios de morbilidad y mortalidad de las áreas de salud del municipio Santiago de Cuba. A este trabajo, le falta una mejor perspectiva económica en su diseño, sin embargo, aborda muy bien la parte medio ambiental de la región comprendida por el mismo.

La situación y perspectiva de la industria extractiva de materiales de la construcción de las provincias orientales se abordan por Romero (1998). Este autor expone los factores que han acelerado la contaminación ambiental, provocados por la explotación a cielo abierto de yacimiento de materiales usados para la construcción, realizando una identificación de los impactos ambientales, pero no tiene en cuenta la geología, clima, topografía, hidrografía ni la descripción del medio biológico. Además, efectúa un diagnóstico ambiental en forma general, de todos los yacimientos de materiales de la construcción de la región oriental, aunque no lo hace particular para cada yacimiento.

Los fundamentos del trabajo de Romero sirven de base a la investigación actual, y se considera que se deben hacer más investigaciones relacionadas con esta temática, para obtener detalladamente la caracterización minero-ambiental de todos los yacimientos de este tipo, en todo el país.

Se han desarrollado numerosas investigaciones que abordan caracterizaciones de la industria de materiales de construcción de las provincias orientales; entre ellos, Viage (2000), Gómez (2005), Alcaide (2010), Montes de Oca (2012), García (2013), Guindo (2013), Almenares (2014).

Viage (2000), realiza un análisis del funcionamiento de los diferentes sectores técnicos administrativos y de control de la Empresa de Materiales de la Construcción de Santiago de Cuba, dejando plasmada, una serie de cuestiones que resultan de gran interés, ya que permiten establecer, parámetros técnicos económicos que ayudan al

mejor funcionamiento de la empresa. La investigación se efectuó en cuatro etapas que arrojaron los siguientes resultados:

- I. Características físico-geográficas y económicas de la provincia de Santiago de Cuba.
- II. Caracterizaciones geológicas de la provincia mencionada.
- III. Análisis de los yacimientos de dicha región.
- IV. Situación ambiental de los yacimientos.

Gómez(2005), realiza una caracterización de la industria extractiva de Materiales de la Construcción de la provincia de Santiago de Cuba, describe los diferentes parámetros de cada yacimiento: 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-ambientales con el equipamiento que disponen y el que necesitan para poder cumplir su plan de producción así como, el estado actual de las plantas de preparación mecánica, con sus características generales.

Alcaide (2010) tomó como base los proyectos de explotación, informes geológicos, visitas a las canteras de Santiago de Cuba, balance de reservas de enero del 2009, opiniones de especialistas, entre otras. El objetivo principal de este trabajo, fue caracterizar la explotación de los yacimientos de materiales de construcción, con vista al descubrimiento de sus potencialidades para el logro de un incremento en las capacidades de producción, así como, las necesidades y deficiencias que existan.

Como principales resultados de este trabajo se revelan las potencialidades, deficiencias y necesidades, para dar una respuesta efectiva a la demanda de materiales, por lo que, constituye un documento valioso para la toma de decisiones.

Montes de Oca (2012), caracterizó las canteras de materiales de construcción de Santiago de Cuba, que permitió lograr una minería responsable en la misma. Aplicó métodos científicos, para analizar los factores que influyen en la elección de los usos de recuperación de áreas minadas, en la zona de estudio y elaboró el procedimiento, que consta de cinco etapas principales con una aplicación práctica en la Cantera los Guaos. Demostrando, que se puede mejorar la calidad ambiental, social y económica en las zonas afectadas por la actividad minera y lograr una minería responsable.

García (2013), analizó la estructura productiva de la industria de materiales de construcción de la provincia de Holguín y las características geológicas y minero-técnicas de cada yacimiento en explotación. Como principales resultados, se identificaron los efectos ambientales que se manifiestan en cada cantera y la propuesta de medidas generales para la mitigación de los impactos ambientales negativos.

La caracterización minero-ambiental de la Industria de Materiales de la Construcción de la provincia Guantánamo, de Guindo (2013), analiza la estructura productiva de la industria de materiales de construcción de esta provincia y las características geológicas y minero-técnicas de cada yacimiento en explotación; identificó además, los efectos ambientales que se manifiestan en cada cantera y dejó reflejadas las medidas generales de mitigación de los impactos ambientales negativos, de la explotación a cielo abierto, de esa cantera de materiales de la construcción.

Y por último Almenares (2014), investiga la provincia Granma, realizó el análisis de las características geológicas y minero-técnica de cada yacimiento en explotación, identificó además, los impactos ambientales que se manifiestan en cada Cantera y dejó plasmadas las medidas generales de reducción de los impactos ambientales negativos y positivos, de la explotación a cielo abierto, de esas Canteras de Materiales de la Construcción.

Estos trabajos apoyan las investigaciones del Departamento de Minería del ISMM de Moa y se han desarrollado con diferentes niveles de profundidad y estructura. Todos han sido fundamentales para la elaboración de este trabajo de diploma.

1.4 Antecedentes y actualidad del tema a nivel internacional

Ramírez (2008), realizó una caracterización minero–ambiental de las explotaciones de los materiales de la construcción del Valle de Aburrá. Presentando los tipos de explotaciones típicas en el Valle de Aburrá, su distribución espacial y las unidades geológicas explotadas, en las cuales se desarrolla la actividad minera. Esta investigación, aborda el tema de la sostenibilidad de la minería de materiales de construcción en el Valle de Aburrá y se plantea, desde las perspectivas ambiental, económica y social. El objetivo principal de este trabajo, fue evaluar la sostenibilidad de la extracción de materiales de construcción, para lo cual se planearon varios objetivos específicos basados en una estimación de las reservas mineras existentes en el Valle de Aburrá, un estimativo de la demanda y tendencias de consumo de materiales de construcción, lo anterior se usó para conocer los posibles años de agotamiento de los materiales de construcción en el mencionado Valle. Al concluir el trabajo, se encontró que las actividades mineras en el Valle de Aburrá, se realizan bajo parámetros de insostenibilidad, dejando graves daños de difícil y costosa reparación, tanto en lo físico, como en lo económico y social. La insostenibilidad está relacionada con empresas mineras pequeñas, artesanales, con procesos poco tecnificados y con problemas de contratación de sus trabajadores, en muchos casos, estas empresas se consolidan como empresas de subsistencia, las cuales tienen poca inversión en todos procesos básicos de una mina.

Martínez (2009) caracteriza el sector de los áridos, el cual se ha consolidado como el mayor sector extractivo no energético de la Unión Europea, llegando a alcanzar, en España, el 85,8 % de la producción minera para el año 2006. Los altos niveles de producción, han provocado una metamorfosis de las empresas y una excepcional evolución de sus medios técnicos y humanos. Además, han aumentado las exigencias medioambientales, de seguridad, de calidad de los productos, así como, la presión social sobre las canteras, reflejo de la competencia por el uso del suelo. Con este trabajo de investigación se elaboró un sistema de evaluación del nivel tecnológico del sector de los áridos, con una valoración, que tuvo en cuenta, todos los aspectos que afectan a las canteras y que pueda ser aplicado a una explotación, o a un conjunto de ellas, pertenecientes a un territorio concreto. La metodología se ha puesto a punto

mediante el estudio de 50 canteras, que representan más del 90% de las explotaciones activas de áridos de la Región de Murcia, lo que ha permitido, hacer una síntesis de los principales parámetros que definen a una cantera y su planta de tratamiento.

Ocampo (2011), caracterizó el estado ambiental actual de las canteras de áridos, ubicadas dentro del ejido de la ciudad de Comodoro Rivadavia, teniendo especial interés en las que se observan residuos sólidos urbanos. Se levantaron 20 canteras cuyos sedimentos explotables son de origen fluvial. Los sitios, se posicionaron geográficamente con GPS y los datos obtenidos, fueron ingresados a un visualizador de imágenes satelitales y a un SIG, ambos de licencia libre.

De las canteras levantadas, actualmente 5 se encuentran en explotación, las 15 restantes están abandonadas sin un plan de restauración, de las cuales 5 se han convertido en vertederos de residuos sólidos urbanos domiciliarios con voluminosos (chatarras y escombros). Las canteras cercanas a las viviendas, son las que evidencian acumulación de residuos sólidos urbanos, ya que poseen un acceso libre, mientras que las de acceso restringido, por la presencia de tranqueras o cercados preliminares, carecen de ellos. La topografía resultante de estas explotaciones, con cortes abruptos del terreno, sumado que algunas posteriormente es utilizada, como basurales clandestinos, constituye un peligro para personas y animales.

Al no existir una restauración del espacio degradado, se aceleran los procesos de erosión sobre los suelos sin cubierta vegetal, generando un impacto visual en el paisaje. Todas estas consecuencias, conllevan a un fuerte impacto negativo tanto en el ambiente, como en la calidad de vida de los ciudadanos, que podría ser revertido si se efectuara una restauración adecuada del área afectada.

Villa (2012), abordar la extracción de recursos minerales en el Oriente antioqueño, la sostenibilidad y su repercusión en el medio ambiente, planteándolo desde la perspectiva económica y ambiental. Durante el proceso de evaluación del desarrollo de las actividades mineras, realizado mediante 49 visitas técnicas a proyectos mineros, fue posible evaluar el desarrollo de la minería y la sostenibilidad de la extracción de los materiales explotados, con base en el aprovechamiento y administración de los recursos naturales, medio de progreso y desarrollo para la minería, estimando así, la

demanda y la tendencia del consumo de éstos materiales en los municipios del Oriente de Antioquia.

Debido a los pocos estudios que evalúan los procesos mineros y la sostenibilidad de extracción minera en esta región, se realizó un análisis, que permitió brindar información acerca de dichos procesos, conocer la condición de explotación de estos materiales y ampliar el conocimiento, en cuanto a los conflictos generados por esta actividad y la dinámica general de la extracción y comercialización de ellos.

CAPÍTULO 2. CARACTERIZACIÓN MINERO-AMBIENTAL DE LAS CANTERAS EN LA INDUSTRIA DE MATERIALES DE LA CONSTRUCCIÓN DE SANTIAGO DE CUBA

Tiene como objetivo principal dar a conocer las características de la provincia Santiago de Cuba y la caracterización minero-ambiental de los yacimientos de Materiales de Construcción, teniendo en cuenta varios aspectos, como ubicación geográfica, economía regional, clima, relieve, hidrografía, constitución geológica de los yacimientos, sistema de explotación, entre otros. Lo cual permitirá solucionar las principales afectaciones ambientales que provoca la Industria de Materiales de Construcción.

2.1 Caracterización de la provincia de Santiago de Cuba

La provincia Santiago de Cuba se encuentra ubicada en la parte Sur central de la región más oriental de nuestro país, limita al Norte con la provincia de Holguín, al Sur con el mar Caribe, al Este con la provincia de Guantánamo y al Oeste con la provincia de Granma.

La provincia está dividida en 9 municipios: Santiago de Cuba, Palma Soriano, San Luis, Contramaestre, Il Frente, Songo la Maya, Mella, III Frente y Guamá.

Estos municipios desarrollan en su conjunto la economía real de la provincia cada uno con sus particularidades y es a partir de esta integración que se logra la mayor diversificación de las producciones y los servicios que permite un crecimiento efectivo y progresivo en cada uno de los rubros económicos que son evaluados en cada etapa.

Orografía.

Geográficamente este territorio forma parte de la denominada región del Este en la cual se localizan 3 sub-regiones:

1. La Sierra Maestra.
2. El valle Central.
3. La llanura Cauto-Guacanayabo.

Santiago de Cuba es la provincia más montañosa de Cuba. El territorio se caracteriza por tener una topografía accidentada, destacándose la principal cordillera, la Sierra Maestra situada en el extremo Sureste de la isla, es la mayor y más alta cordillera montañosa de Cuba, forma un bastión a lo largo y paralelamente a la costa Sur desde Cabo Cruz hasta la punta de Maisí con una longitud de 260km y entre 15 y 60km de anchura. La conforman la Sierra Maestra propiamente, la Sierra del Cristal en las inmediaciones de la punta de Maisí y la Sierra del Nipe en su porción Noreste.

La altitud media en esta región fluctúa entre los 300 y 2000 metros alcanzándose las máximas elevaciones del país: el Pico Turquino (1974m) y el Pico Cuba (1872m), los dos puntos más elevados de Cuba, así como el Pico Suecia (1734 m), y la Gran Piedra(1214m) .En esta región son frecuentes los valles que forman los ríos, entre los que se encuentran el de Sevilla, Macío y Guama que es de relieve abrupto, de exuberante vegetación donde son frecuentes las crestas y picos agudos.

Al norte de la Sierra Maestra, una alineación casi litoral, se abre el Valle Central, principal zona llana y de ocupación humana de la provincia, el cual constituye una larga depresión elevada, además de ocupar la parte central de provincia, su relieve es ondulado y sus suelos son fértiles. En este valle nacen ríos importantes como el Baconao, Guaninicún y los Indios.

La llanura cauto Guacanayabo es la más extensa del país. Abarca el sistema fluvial del Cauto.

2.1.1 Economía

La provincia de Santiago de Cuba cuenta con un desarrollo diversificado, la actividad agraria está representada por el cultivo de café, cítricos, frutas, cañas y hortalizas. De igual manera se desarrolla el ganado vacuno, principalmente para producción de carne.

La actividad industrial es importante, donde se destaca la transformación de productos agrarios (centrales y refinería de azúcar), astilleros, industria química, industria pesquera, refinería de petróleo, fábrica de conformación de metales, de equipos médicos, textileras, fábrica de ron, cerveza, la presencia del sector turístico, así como la industria minera que ha explotado en diferentes etapas yacimientos de hierro, manganeso, plata, oro, zinc, mármoles y materiales de construcción.

En estos momentos la industria de materiales de la construcción juega un papel muy importante ya que tiene que cumplir con un amplio programa de obras que acomete la Revolución con énfasis, lo que requiere de su rehabilitación para poder disponer de una producción eficiente y tecnología que agilicen los trabajos y garanticen la calidad de los productos.

2.2 Caracterización de la Industria de Materiales de Construcción de Santiago de Cuba

La empresa de Materiales de Construcción de la provincia de Santiago de Cuba es la encargada de producir materiales de la construcción, para satisfacer las necesidades del mercado nacional, con una elevada calidad, eficiencia y agilidad, sustentado en recursos humanos experimentados y altamente calificados con la administración más efectiva de los recursos y la innovación tecnológica en plena armonía con el medio ambiente.

Este estudio referido exclusivamente a la industria extractiva de materiales de la construcción, es tratado únicamente en la rama cantera.

La Empresa de Materiales de Construcción (EMC) de Santiago de Cuba posee 12 de yacimientos los cuales se explotan con la finalidad de obtener materia prima para la construcción (tabla 2.1).

Tabla 2.1. Concesiones mineras de la EMC-Santiago de Cuba.

No	Yacimientos	Municipios	Minerales
1	Los Guaos	Santiago de Cuba	Porfirita
2	Yarayabo	Palma	Caliza
3	Mucaral	La Maya	Caliza
4	Siguatos II	Guantánamo	Yeso
5	Juraguá	Santiago de Cuba	Arena
6	La Gloria	Contramaestre	Caliza
7	Los Dorados II	Palma	Arena y Grava
8	Siboney	Santiago de Cuba	Caliza
9	Dos Palma	Palma	Arcilla
10	Maceira Vaquería	El Cristo	Arcilla
11	El Oasis	Santiago de Cuba	Arena
12	Caliza Siboney	Santiago de Cuba	Caliza

De las 12 concesiones mineras de la EMC-Santiago de Cuba mencionadas se hace referencia solamente a 9 de ellas que son las que están en explotación. Las que no se caracterizan es porque presentan los siguientes problemas; Maceira Vaquería está en proceso de devolución, Caliza Siboney no tiene camino de acceso y El Oasis está esperando el proceso de inicio de su explotación, por esta razón dichas concesiones no serán mencionadas en la caracterización que se realizará a continuación.

2.2.1 Yacimiento Los Guaos (Porfirita)

Ubicación geográfica

El yacimiento se encuentra ubicado en la provincia de Santiago de Cuba (Fig. 2.1) a 5 km al oeste de la ciudad de Santiago. El área se encuentra en explotación desde enero de 1978(34 años), cuyas plantas constituyen las principales abastecedoras de áridos en la provincia Santiago de Cuba.

Las coordenadas Lambert son las siguientes:

X=600 340–600 800

Y=155 400–156 800

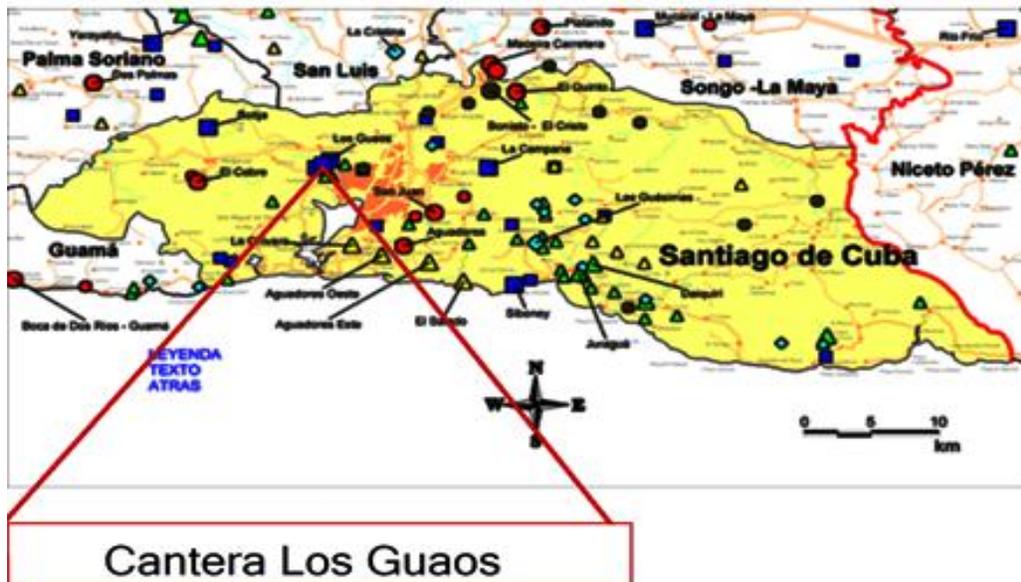


Fig. 2.1. Ubicación geográfica de la Cantera Los Guaos

Relieve

El relieve en la región se puede clasificar como semi-montañoso cuyo origen se relaciona con procesos tectónicos y erosivos. Al este del yacimiento se presentan las cotas más altas con valores de 231 m sobre el nivel del mar. Las cotas mínimas son de 50 m, esto es apreciable al oeste donde el relieve es más ondulado. Hacia el Este las elevaciones presentan pendientes suaves hacia el norte y abrupta Hacia el Sur.

Comunicación

A la Cantera de Porfirita los Guaos, se accede desde la ciudad de Santiago de Cuba por el camino viejo de El Cobre y desde el resto del país por la carretera central. Distancia (2km) del puerto Guillermón Moncada que utiliza como vía para la exportación de su producción, además tiene comunicación telefónica y por planta de radio con el resto del país.

Economía de la región

La ciudad de Santiago de Cuba es el centro político administrativo de la región, encontrándose en el la mayor parte de población. Al norte de la región se encuentra la carretera central la cual sirve de entada a Santiago de Cuba con el resto del país, al sur pasa la carretera (camino viejo del Cobre). La agricultura se encuentra poco desarrollada ya que la vegetación es arbustiva y los suelos presentan baja fertilidad, lo que no impide la presencia de pequeños agricultores y ganaderos.

Las fábricas principales están en la periferia de Santiago de Cuba, Textileras, Empacadora, Cemento, Refinería, etc. En los últimos años el turismo ha tenido un importante desarrollo. Aproximadamente a los 12km al oeste, se encuentra el yacimiento el Cobre, donde se realizaron trabajos mineros, actualmente esta mina se encuentra en explotación

Condiciones Climáticas

El clima es tropical y seco, la temperatura media más alta en el periodo es de 31 °C, en agosto, enero y febrero la media más baja es de 26 °C. La humedad relativa entre un 70 y un 75%. Los vientos predominantes durante el día son las brisas marinas de hasta 12 km/h. La precipitación media anual es de entre los 800 a1000 mm de lluvia

Hidrografía

La red hidrográfica la forman los ríos Guaos, Gascón y algunos arroyos. Estos ríos con una dirección norte-sur, siendo de carácter intermitente en época de estiaje. El río Gascón pasa al Este del yacimiento, nace al Norte del área en las inmediaciones de la Sierra Puerto Pelado y desemboca en la bahía de Santiago atravesando en su recorrido

rocas de la formación "El Cobre". El río Guaos nace al Norte atraviesa el yacimiento y desemboca en la bahía de Santiago.

Características geológicas del yacimiento

El área del yacimiento forma parte del flanco del anticlinorium Sierra Maestra el cual se extiende a lo largo de 200 km con dirección sub-latitudinal con cierta desviación hacia el suroeste. En la región afloran las rocas de la formación "El Cobre", la que se encuentra dividida en tres miembros: Miembro Caney, Miembro Hongolosongo y Miembro Yarayabo:

Miembro Caney

Su parte superior aflora al suroeste de la región. En él predominan las rocas piroclásticas de composición básica y media, de diferente granulometría, rocas con numerosas intercalaciones de poco espesor lentes de calizas, masillas y brechosas.

Miembro Hongolosongo

Este miembro está formado por tres series:

- 1- La inferior, representada por fragmentos gruesos y medios, de composición media a ácida, tufitas y tobas.
- 2- La serie media representada por conglomerados tobáceos, areniscas tobáceas y tufitas, etc.
- 3- La superior, en esta se encuentran las cabezas macizas y brechosas con fragmentos de rocas tobáceas. En este miembro se encuentra el cuerpo subvolcánico de porfiritas andasíticas–dacíticas, a la cual corresponde el yacimiento Los Guaos.

Miembro Yarayabo

Yace concordantemente sobre el miembro anterior predominando en su parte inferior las lavas, brochas y tobas de composición media y ácida y areniscas tobáceas.

Tectónica y Agrietamiento

Las rocas de esta formación se encuentran afectadas por tectónicas disyuntiva, presentándose la yacencia de la roca muy alterada, siendo los buzamientos abruptos o invertidos en algunas partes.

El área de estudio presenta gran desarrollo de las estructuras disyuntivas. Sobre todo el agrietamiento en parte superior del macizo con buzamiento de 70° al suroeste, cuyo agrietamiento se afectado grandemente en las partes de explotación, debido a la acción de los explosivos.

Las estructuras aplicativas no están muy desarrolladas en el área, existiendo pequeños pliegues de carácter local sobre todo en la parte encajante. Según el informe geológico de la Empresa de Geología de 1976, fueron denominadas algunas fallas por medio geofísico y fotografía aérea, las cuales no fueron comprobadas en el área. El macizo de porfiritas es atravesado por falla transversal la cual presenta una dirección aproximadamente NE-SO, esta falla puede observarse al oeste del río Los Guaos, donde aparecen los buzamientos invertidos. En la perforación se observa el agrietamiento, cuyo ángulo promedio con respecto al eje del testigo es entre $60-70^\circ$, en muchos casos aparecen llenos de zeolita y con oxidación en los planos de fractura.

Morfología

La morfología de los cuerpos minerales es algo compleja, ya que existe una irregular mineralización en las distintas direcciones. La yacencia de la roca se presenta muy alterada producto a que las rocas de esta formación se encuentran afectadas por la tectónica disyuntiva.

Características hidrogeológicas del yacimiento

El cálculo de afluencia de agua subterránea a la cantera de Los Guaos se realizó mediante el cálculo de los parámetros hidrogeológicos determinados mediante la realización de un bombeo experimental. La afluencia de agua subterránea a la cantera es de $2\,490\text{ m}^3/\text{día}$, la mayor afluencia de agua subterránea hacia la cantera se realiza en los primeros 5m de profundidad debido a que es en esta potencia donde se localiza el agrietamiento de roca mientras que a mayor profundidad prácticamente el

agrietamiento es nulo, lo que fue verificado durante el cubeteo ya que el abatimiento durante el mismo fue total. En el proyecto anterior se recomendaba utilizar para la parte central de la cantera bombas que garantizaran un gasto de 2 510 m³/día, actualmente esta parte se encuentra inundada y los trabajos se están realizando en horizontes superiores.

Calidad de la roca útil y su uso industrial

En Guaos II, el espesor de cubierta en los casos que aparecen corresponde mayormente a arcilla con fragmento de porfirita alterada, los valores de resistencia a compresión que presenta esta porfirita permite su tratamiento en las plantas. La porfirita fresca es procesada en las plantas con tecnologías China y Sueca que antes eran llamadas las plantas Alemana y Española para la obtención de piedra triturada y arena, utilizadas en la producción de hormigón de alta resistencia, hormigones para carreteras, elementos pre-fabricados, baldosas, tanques y mosaicos. También es exportada parte de la piedra triturada.

Propiedades físico – mecánicas de la roca útil

Tabla 2.2. Propiedades físico-mecánicas de las rocas.

Propiedades	valores
Resistencia a la compresión(mínimo)	800 kg/cm ²
Resistencia a la compresión(máximo)	1200 kg/cm ²
Peso volumétrico	2.55 y 2.61 g/cm ³
Absorción	2. 8 %
Porosidad	4.46
Coeficiente de esponjamiento	1.5 a 1.8
Peso específico	2.66 g/cm ³

Sistema de explotación

Según lo expuesto el sistema de laboreo que se aplica en la cantera es de la siguiente forma, el arranque del material es con perforación y voladura, la carga del material se realiza con dos retroexcavadora XCMG–XE-700 con capacidad de carga en la cuchara de 3,5 m³ el transporte hasta la planta será realizado por los camiones de volteo CFC (Camiones fuera de Camino) Howo volvo de 25 m³ de capacidad, el buldócer Shantuy SD - 32 se encargará del acarreo y reapile del material cuando sea necesario, así como la separación de los pedazos de rocas sobre dimensionadas para luego ser sometida a la fragmentación secundaria con un martillo rompedor contratado a la empresa de EXPLOMAT perteneciente a Santiago de Cuba, las alturas de los nuevos frentes de trabajo serán de 10 y 15m respectivamente con un ángulo del talud de 70°.

Escombrera

El estéril se está depositando en dos escombreras situadas fuera de los límites de las reservas geológicas, el levantamiento topográfico de las mismas no se ha realizado, no obstante se sabe que el volumen total depositado en las escombreras hasta el momento es de 48 056 m³. Los trabajos de extracción del estéril podrán realizarse con el mismo equipamiento que posee la cantera.

Desagüe de la cantera

Teniendo en cuenta que la zona correspondiente a la cantera Los Guaos pertenece a un yacimiento montañoso, se ha venido utilizando en la cantera el drenaje por gravedad, que será desde el horizonte +60 hasta la cota +24 (fondo de la cantera) en este nivel que está por debajo del manto freático se ha realizado una caída que permite evacuar el agua hacia la zona de cotas inferiores, fuera de los límites de la cantera donde se encuentra el río Los Guaos. El piso de cada horizonte se construye con una inclinación del 2%, lo que permite su drenaje.

2.2.2 Yacimiento Yarayabo (Caliza)

Ubicación geográfica

El yacimiento de calizas Yarayabo se encuentra ubicado en el municipio de Palma Soriano, en la provincia Santiago de Cuba (Fig. 2.2). Está aproximadamente a unos 6 km al sur de la ciudad de Palma Soriano.

Las coordenadas dadas por el sistema Lambert del yacimiento son:

X: 588 400 - 589 700

Y: 166 000 - 166 800



Fig. 2.2. Ubicación geográfica de la Cantera Yarayabo

Relieve

El relieve del área está constituido por colinas de gradientes suaves que alcanzan alturas entre 200 y 300 m sobre el nivel del mar. Las mayores alturas se encuentran localizadas en la parte sur del yacimiento y las menores en la parte norte.

Clima

La temperatura media anual está entre 22 y 24 °C. Las precipitaciones medias anuales son de 600mm.

Comunicación

Las comunicaciones se realizan por la carretera central importante arteria asfaltada que une en estos casos la Ciudad de Santiago de Cuba y Palma Soriano, la autopista que une ambas Ciudades, la carretera de Palma a Cueto y otros de menos importancia como la que une a Palma Soriano y San Luis. Por la Ciudad de Palma Soriano pasa la vía férrea del circuito Sur del Oriente. El yacimiento se comunica con la carretera central mediante un terraplén semi-asfaltado.

Economía de la Región

La importancia económica de la región radica en la agricultura. Ésta se extiende a grandes plantaciones de café, caña y en menos cantidad frutos menores. Además se señala la ubicación de tres centrales azucareros, dos importantes centrales de población, Palma Soriano Y Palmarito de Cauto además se encuentran pequeños poblados (Hatillo, Yarayabo y Perú, etc.)

Geología del yacimiento

El yacimiento se encuentra ubicado en la región oriental en la subregión Llanura del Cauto al Sureste de Palma Soriano. Las rocas que conforman el yacimiento corresponden a la formación Puerto Boniato del complejo de cuencas superpuestas del arco volcánico Paleógeno, constituida por calizas fragmentarias órgano-detriticas y calizas pelitomórficas abundantes en SiO₃ (pedernal) en forma de nódulos que constituyen la materia prima fundamental del yacimiento. La edad de esta formación es del Eoceno Medio.

Tectónica

En el yacimiento existen elementos estructurales poco desarrollados y frecuentes, limitándose a representar un pliegue artificial post sedimentario en la zona 1. Este pliegue es un fenómeno local, generalmente las capas buzcan hacia el NO. Observamos el mayor desarrollo en las estructuras aplicativas comprándolo con los disyuntivos estos

son post sedimentarios, generalmente presentan buzamiento vertical o subvertical representados éstos por grietas cuyo rumbo es caótico (en todas las direcciones), son de pequeña magnitud y se encuentran en ocasiones rellenas fundamentalmente de un material de origen tobáceo. Los elementos tectónicos están poco desarrollados en el yacimiento como se menciona anteriormente. Los dos sectores del yacimiento (zona I y zona II) están separados por una zona en la cual existe gran acumulación de materia arcillosa con fragmentos de roca y que constituye un límite natural entre dos zonas; ésta geomorfológicamente es una cañada.

Mineralización

La mineralización se encuentra representada por una secuencia de calizas fragmentarias y calizas silíceas. Las areniscas tobáceas, tobas, etc., se encuentran formando las intercalaciones del yacimiento, las cuales no pueden utilizarse como áridos para la construcción, por presentar una marca promedio de 300, así como una abrasión muy alta, mayor del 5%, los aglomerados que constituyen al basamento del yacimiento, presentan las mismas propiedades físico-mecánicas que las intercalaciones, además poseen una abrasión muy alta, mayor del 35%. Debemos destacar que la materia prima está constituida por las calizas silíceas y las calizas fragmentarias, en las cuales la marca promedio de 600 y el índice de absorción es de 2.08%, destacamos que algunas intercalaciones cumplen con los parámetros físico-mecánicos y se incluyen como materia prima útil para su uso en la construcción.

Características hidrogeológicas del yacimiento

El área del yacimiento está comprendida dentro de la región hidrogeológica XVIII Cauto, siendo ésta una de las más extensas de Cuba. El río más cercano al yacimiento es el Yarayabo, pero no afecta directamente al mismo, se encuentra a 2.5 km de distancia, este es un afluente del río Cauto, la arteria principal que drena la región. Específicamente en el área que abarca al yacimiento se presentan unas cañadas las cuales se mantienen secas todo el año, por lo que no son un peligro para la explotación del mismo.

El caudal de agua subterránea en el yacimiento es bastante pobre, ya que durante los cubeteos se abatieron con facilidad los pozos, la recuperación fue lenta. El gasto mayor obtenido fue de 0.4 l/s por lo que damos este dato como la afluencia subterránea al yacimiento. Por las características hidrogeológicas del yacimiento podemos concluir que este yacimiento es simple desde este punto de vista y entendemos que no existen complicaciones para su explotación.

Tabla 2.3. Propiedades físico – mecánicas de la roca útil y rocas encajantes

Tipo de Roca	Masa Volumétrica		% Absorción	Coeficiente Trituración	Marca
	Seca g/cm^3	Saturada g/cm^3			
Intercalaciones	2.33	2.46	5.78	44.0	200
Subyacentes	2.39	2.57	4.79	33.59	300
Roca Útil	2.54	2.59	2.08	16.12	600

Principales exigencias a las condiciones minero-técnico

Atendiendo a los resultados de los ensayos realizados a la materia prima compuesta por calizas de las diferentes variedades se define que:

La masa volumétrica seca oscila entre $2,53 - 2,57 g/cm^3$, con un valor promedio de $2,54 g/cm^3$ y la masa volumétrica saturada oscila de $2,59-2,61$ y su valor promedio es de $2,59 g/cm^3$.

La absorción es de 1,57%-2,40% siendo la media de 2.08%, la roca presenta una gran estabilidad, pero es afectada por el por ciento de intercalaciones blandas.

La dureza de la roca según la escala de perforabilidad está ubicada entre 3 y 7.

La explotación se realiza de este a oeste mediante escalones de 10-12 m.

Sistema de explotación

El sistema de explotación que se utiliza es el arranque con perforación y voladura, el reapile se realiza mediante el uso del buldócer Chetra T-20, la carga se efectúa con el cargador frontal XCMG – LW-800K con capacidad de carga de $5 m^3$ y el transporte en camiones de volteo Kraz con una capacidad de carga de $8 m^3$.

Escombrera

En el yacimiento existen dos escombreras, las cuales están situadas fuera de los límites de las reservas geológicas y dentro del área concesionada, aprovechando también el relieve de la zona. La escombrera No. 1 está ubicada al SW, en la cual se está depositando el estéril que se está extrayendo del área donde se está realizando el destape. A medida que avanza el desarrollo hacia la parte norte, es necesario ubicar otra escombrera, ya que la distancia de tiro se hace mayor, por lo que la escombrera No.2 se encuentra al NW del yacimiento.

Desagüe de la cantera

Según el Informe Geológico del yacimiento se realizaron los trabajos hidrogeológicos con el objetivo de esclarecer las condiciones hidrogeológicas en el área de estudio. Con los datos recogidos de estos trabajos se calculó la afluencia subterránea al yacimiento, la cual es bastante pobre, ya que los pozos necesitaron bastante tiempo para su recuperación. Además las precipitaciones no constituyen dificultades porque estos 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 la cantera producto de la lluvia se prevé en el proyecto la construcción de los pisos de la cantera con una inclinación en dirección contraria al frente de trabajo de $>2 \%$, para lograr el desagüe por gravedad hacia las cotas inferiores, de esta forma las aguas no dificultarán la explotación de la misma.

2.2.3 Yacimiento Mucaral (Caliza)

El yacimiento se ubica a unos 1.5 km al SE del poblado de La Maya y a unos 30 km de la ciudad de Santiago de Cuba. La elevación donde se sitúa el yacimiento es conocida como Mucaral.

Las coordenadas Lambert son las siguientes:

X=624 569–624 569

Y=166 925–167 925

Comunicación y fuentes energéticas

La red de comunicación a escala regional es muy buena en ella se destaca la carretera Santiago-Guantánamo con cruce a uno 2km del yacimiento. Al yacimiento llega un terraplén en buen estado. Hasta el mismo existió un ferrocarril el cual actualmente se encuentra abandonado y desmontado la vía férrea es la mayor parte del mismo.

La región se abastece de energía eléctrica de Santiago de Cuba a través de una línea de 110 kW.

Relieve

El yacimiento forma un relieve positivo, con un desnivel relativamente alto por lo cual se supone que el agua de infiltración en las calizas se drene a un nivel más bajo de la cota +170m, por lo cual no se esperan complicaciones hidrogeológicas.

Economía de la región

La economía de la región es eminentemente agrícola, teniendo como renglón fundamental el cultivo y procesamiento de la caña de azúcar, existiendo dos centrales azucareros. En menor grado el cultivo de cítricos, café y cacao poseen importancia, así como algunos cultivos de viandas y la ganadería extensiva, también en el poblado de La Maya existe una planta para la producción de piensos para aves.

Condiciones climáticas

Las condiciones climáticas del área donde se desarrolla la extracción está caracterizada por una temperatura anual entre 20 y 22 °C. Los rangos de precipitación media anual van desde los 1200 a los 1400mm. La evaporación media anual es de 1300 a 1500 mm y los vientos que predominan son los del Este Noreste de 2 a 10 km/h durante el día.

Hidrografía

La red hidrográfica de la región es relativamente pobre con drenaje hacia el NE, a través de los ríos Ponupo y Barrancas los cuales confluyen localmente y toman el nombre más al Este del Río Guantánamo. Las aguas subterráneas de la región se relacionan con las aguas de estratos fisurales correspondiente a las rocas terrígenas y carbonatadas del Eoceno.

Características geológicas del yacimiento

El yacimiento se ubica a 1.5Km al SE del poblado de La Maya con acceso al mismo por un terraplén (terraplén a la antigua mina de manganeso Ponupo). La elevación donde se ubica el yacimiento se conoce localmente como Mucaral. El relieve de la región se ubica en el tipo de llanura denudativa anulativa y direccional con colina residuales y alturas entre 100y 250m, hacia el sur comienzan las estribaciones de la cordillera de la Gran Piedra con altura máxima de 1214m. La zona del yacimiento se presenta como una pequeña elevación algo alargada en dirección NS-SE y con cota máxima de 266m. En las partes más elevadas la vegetación es menos densa, mientras que en las partes más llanas, la misma, adquiere mayor desarrollo, estando representadas por cultivos de caña y frutas menores, en algunas zonas se cultiva el café. Según algunas informaciones extraídas de trabajos anteriores se presenta un corte litológico que típicamente se pudiera resumir del siguiente modo.

Cubierta arcillosa (0 a 5 m) compuesta en general por arcilla de color pardo gris con fragmentos de calizas alteradas. Calizas (0.60 m), compactas, estratificadas groseramente por lo que aparenta ser masivas de color blanco-rosáceo, duras en general estas rocas forman el horizonte productivo, las mismas pertenecen a la formación Puerto Boniato según aparece en el plano geológico regional pero por su carácter masivo parecen corresponder a la formación Charco Redondo.

Morfología, estructura y tectónica del yacimiento

El yacimiento presenta una morfología típica para una estructura anticlinal en forma de elevación alargada con eje mayor en dirección NW-SE y desnivel relativo inferior a los 100m, (la cota máxima local es el punto Mucaral de cota 268m). La elevación formada posee las pendientes en su flanco Sur con valores entre 10 y 15 grados como regla, si bien en algunos puntos esta alcanza hasta los 25 grados.

El anticlinal se encuentra relativamente dislocado en bloques, con fallas de tensión, la cual ha condicionado la mayor potencia de las calizas en su borde Sur y la correspondiente elevación del bloque Centro-Norte del anticlinal con la disminución de la potencia de las calizas en esta porción y el afloramiento de las rocas vulcanógenas – sedimentarias que forman las bases del yacimiento en gran parte de esta zona.

Características hidrogeológicas del yacimiento

La hidrogeología de la región considerando las condiciones generales de formación, alimentación, acumulación y distribución de las aguas subterráneas que se presentan en la misma se le distingue como una región hidrogeológica independiente. Las aguas en la misma son del tipo de estrato fisurales y relacionadas a las rocas terrígeno - carbonatadas del eoceno.

Tabla 2.4. Propiedades físico – mecánicas de la roca útil

Tipo	Litología Típica	Marca	Masa volumétrica (g/cm^3)	Absorción
1	Calizas organógenas micro cristalizadas de color blanco, rosadas, con recristalización parcial	1000	2.68	0.58
2	Calizas fragmentarias detríticas de color blanco-crema.	600	2.62	1.61

Principales exigencias a las condiciones minero-técnico

En el yacimiento existen dos variedades de calizas consideradas materia prima. El tipo 1 está formado por caliza organógenas, micro cristalinas con peso volumétrico promedio de $2.68g/cm^3$ con dureza que se ubica en el grupo 6 según la escala de perforabilidad.

La absorción promedio es de 0.58%

La resistencia a la compresión está entre $406.25Kg/cm^2$ y $1\ 066Kg/cm^2$.

El tipo 2 está formado por calizas fragmentarias detríticas con proporción tobácea. El peso volumétrico promedio es de $2.62g/cm^3$, la dureza promedio es 5 y la absorción media de 1.51%.

Sistema de explotación

Para la explotación del material útil se emplearan los trabajos de perforación y voladura (los mismos se contratan a EXPLOMAT). La perforación se realiza con la carretilla perforadora ROCK 480-PC con diámetro de 115mm. La carga del material se realiza con el cargador XCMG – LW-800K con capacidad de $5\ m^3$ y la excavadora frente pala EO-5124 con capacidad en la cuchara de $3\ m^3$, la transportación hasta la planta de

beneficio se lleva a cabo con los camiones de volteo KRAZ de $8 m^3$ de capacidad y para el acarreo del material se usa el buldócer TY-220.

Desagüe de la cantera

Según el informe geológico el yacimiento es hidrológicamente muy simple, considerando la no existencia de agua en las perforaciones realizadas. El yacimiento presenta un carácter positivo, presenta gran cantidad de grietas y carsificación que permiten que las aguas drenen en profundidad. No obstante a lo planteado anteriormente y con el objetivo de garantizar un mayor escurrimiento de las aguas producto de las precipitaciones se plantea dejar en el piso de los escalones una pequeña pendiente de 2%.

Escombrera

En este yacimiento existe una escombrera la cual tiene capacidad para seguir recepcionando material, la misma se encuentra fuera de los límites de los recursos industriales del yacimiento.

2.2.4 Yacimiento Los Siguitos (Yeso)

Ubicación Geográfica

El yacimiento Baitiquirí se encuentra situado en el municipio de San Antonio del Sur, provincia de Guantánamo. La zona de estudio se ubica a unos 7km al NE y a 4km al NO de los poblados de Baitiquirí y San Antonio de Sur respectivamente.

Las coordenadas en el sistema Lambert de los límites del yacimiento son:

X=706 400-707 000

Y=158 600-159 200

Relieve

El relieve es algo abrupto, cortado por valles profundos, la zona de explotación presenta cotas que varían entre 200 – 300 m sobre el nivel del mar. El terreno va aumentando su elevación con rumbo Norte, el yacimiento esta densamente cubierto por la vegetación.

Comunicación

La principal vía de comunicación la constituye la carretera Vía azul que parte de Santiago de Cuba y llega hasta Baracoa. Dicha carretera se encuentra situada a unos 4 Km aproximadamente del área a proyectar, uniéndose el yacimiento a la misma mediante terraplenes en regular estado.

Clima

El clima de la región es cálido y seco. La temperatura promedio anual es de 27 °C, con pocas variaciones en el año. Las precipitaciones son escasas alcanzando valores anuales entre 500 y 600mm.

Economía de la región

La economía de la región descansa en la ganadería, en los cultivos varios, la sal, la pesca y finalmente el yeso.

Geología del yacimiento

El yacimiento litológicamente está caracterizado de la siguiente forma:

- Yeso de granos finos (Alabastro)
- Yeso laminar en forma de cristales gruesos(selenita)
- Yesotenoso (gibbsita).

Vegetación

La vegetación es raquítica formada por arbustos donde las cotas van desde 60 hasta los 250m sobre el nivel medio del mar.

Características hidrogeológicas del yacimiento

La red hidrográfica donde se enmarca el yacimiento esta poco desarrollada, solo se presentan algunos arroyos que corren en diferentes direcciones entre los que se encuentran: Los Siguatos, Corojo, Manguito, etc.

En el yacimiento no se han detectado las aguas subterráneas; ya que el mismo está enclavado en una de las zonas más secas de nuestro país donde se desarrollan yacimientos evaporíticos ocupando una zona elevada donde existen valles profundos, y las pocas precipitaciones que drenan rápidamente por gravedad.

Características cualitativas de la materia prima y sus usos industriales

La calidad de la materia prima fue evaluada según la norma expuesta en la tarea técnica del referido informe geológico.

Potencia de la roca útil mínima: 1.0m

Potencia máxima de destape: 5m para el piso actual y de 20m para la parte superior.

Intercalaciones máximas admisibles: no mayor del 35%

Este yeso se emplea en la Fábrica de Yeso (Cromoquímica) de Santiago de Cuba como yeso modelar, tanto en la construcción (ejemplo: construcción de paneles, tableros, tabiques, piezas decorativas y otros), como en las fábricas de Cerámicas del país y con posibilidades de beneficiarlo para su uso como yeso ortopédico.

Propiedades físico–mecánicas de la roca útil

El yeso presenta coloraciones grises, pardas, amarillo claro y textura maciza.

La calidad de la materia prima fue evaluada según la norma expuesta en tarea técnica del informe geológico. A las muestras tomadas del campo se le realizaron análisis de CO_2 , H_2O^+ y SO_3 .

Peso volumétrico promedio Seco- 2,0 g/cm³.

Absorción – 17.6%

Peso volumétrico promedio Saturado - 2,35 g/cm³

Masa volumétrica promedio -2,3 g/cm³

Resistencia a la compresión en estado seco del (Alabastro)- 323 kgf/cm²

Resistencia a la compresión en estado seco de la (Selenita) 135.5 kgf/cm²

% de Yeso 79.2–84.8

% de anhidrita 5.01–11.83

% de carbonato 8.15–9.31

% de blancura 91.07

Tabla 2.5.Equipos Utilizados

Equipo de extracción	Bulldócer Komatsu D7- 42	Índice de consumo: 31.42 l/h
Equipo de carga	Cargador Calsa 1800 -A	Índice de consumo: 12.87 L/h
Equipo de transporte	Camión de Volteo Kraz	Índice de consumo:47.16 l.h/Km

Escombrera

La escombrera se encuentra ubicada en la ladera de la montaña debido a que los pozos que se encuentran en ella son negativos y además por ser una zona donde se evita la contaminación del río por las precipitaciones atmosféricas.

Productividad de la cantera

Según la tarea técnica la productividad de la Planta Beneficiadora de yeso calcinado, es de unas 2 000 t/año; mientras que la productividad de la Cantera según esta misma tarea técnica es de 2 200 t/año, para poder cumplir con la productividad de Planta

Beneficiadora la capacidad de trabajo de la Cantera se mantendrá constante durante los primeros 5 años.

Régimen de trabajo

En la Cantera se trabaja 1 turno de 6 horas y el número de días laborables en el año es de 240 días. La explotación del material se prevé en categoría de Recursos Medidos e Indicados.

Sistema de explotación

El laboreo en este yacimiento se realiza generalmente con buldócer D7-42, el transporte que se emplea para el traslado del material a la planta será por camiones de Volteo KRAZ con una capacidad de $8 m^3$. El trabajo de perforación y voladura se realizará con dos martillos barrenadores PR-22 y un compresor AIRMAN, el trabajo con voladura no se realizará en su totalidad en la extracción, solo en aquellos casos que el material lo requiera. La carga del material a los camiones se realiza mediante el Cargador Calza 1800 con capacidad de la cuchara de $3 m^3$.

Desagüe de la cantera

En el informe geológico se explica que no fue encontrado ningún horizonte acuífero, por tanto no existen condiciones hidrogeológicas complejas. Por lo tanto para lograr el desagüe de la cantera producto a las precipitaciones atmosféricas, se propone la constricción de los pisos de la cantera con una inclinación con respecto al frente de trabajo $i \geq 2\%$, para que se logre el desagüe por gravedad, esto se realizará en los primeros 5 años de explotación de la cantera, porque cuando se llegue a la cota +215 se tendrá que construir una zanja de desagüe. De esta forma las aguas producto a las precipitaciones atmosféricas no dificultaran la explotación del yacimiento.

2.2.5 Yacimiento Juraguá (Arena)

Ubicación geográfica

El yacimiento se encuentra ubicado a 15 km al sureste de la ciudad de Santiago de Cuba en la carretera Santiago Baconao y en los alrededores se localiza el poblado del Oasis.

Las coordenadas Lambert son las siguientes:

X=620 510–620 660

Y=145 810–146 610

Vías de acceso

Para el acceso a la Cantera se puede utilizar la carretera asfaltada, que comunica directamente a Santiago con la red de playas y el combinado turístico Baconao, la cual se considera en buenas condiciones. El acceso dentro de Cantera lo constituyen terraplenes en buenas condiciones, los cuales son utilizados para el traslado del material que se extrae actualmente de la Cantera, y se transporta para los lavadores y clasificadores que se encuentran en la entrada de la Cantera.

Relieve

El yacimiento se caracteriza por un relieve poco accidentado de colinas suaves con una diferencia de altura de 50 m, donde se ha desarrollado potencias promedio de arena producto al intemperismo de la granodiorita.

Las rocas intrusivas han sido sometidas a intensos procesos de meteorización las cuales han ido desarrollando el espesor de arena, variable de acuerdo a las condiciones geomorfológicas del yacimiento. Las rocas predominantes son las granodioritas alteradas, arena sobre la cual yacen bloques de la misma roca dura y poco alterada con abundantes xenolitas de composición básica sin signos de meteorización a los que atribuimos un origen diluvial.

Condiciones climáticas

El clima se caracteriza por temperatura media anual de 24 a 26 °C.

Las precipitaciones media anual es menor de 800 mm comportándose en el periodo lluvioso mayo – octubre con menos de 600 mm y en el periodo poco lluvioso noviembre – abril menor de 200mm.

La humedad relativa media anual oscila entre un 80-85%.

Hidrografía

La red hidrográfica está ampliamente desarrollada en las pendientes montañosas. Los ríos se caracterizan por ser de poca extensión y contenido, abundante cantidad de agua en la época de lluvia, y se presentan sin ningún escurrimiento superficial durante los periodos de seca. Las propias características onduladas del relieve favorecen que fluyan las arterias de drenaje, conocidas con el nombre de los ríos Juraguá, Carpintero, Damajayabo y Arenal.

Geología del yacimiento

Geológicamente la región donde se encuentra ubicada la zona pertenece al cuerpo intrusivo granodiorítico Daiquirí, regionalmente se observa la presencia de las rocas vulcanógenas–sedimentarias del cretácico superior hasta el eoceno medio de la formación “El Cobre”.

Morfología

La morfología se encuentra afectada por la extracción, encontrándose abundantes frentes de Cantera de diferentes tamaños, longitud y altura, además zonas de pilares de caminos, líneas eléctricas que atraviesan el yacimiento.

Tectónica

El Yacimiento está condicionado evidentemente al efecto que han tenido en él las dislocaciones tectónicas disyuntivas, las cuáles han permitido la disgregación de las rocas y formaciones de una potencia de arena a partir de las granodioritas.

Hidrogeología del yacimiento

La red hidrográfica está ampliamente desarrollada en las pendientes montañosas. Los ríos se caracterizan por ser de poca extensión y contenido, abundante cantidad de agua en la época de lluvia, y se presentan sin ningún escurrimiento superficial durante los periodos de seca. Los ríos más cercanos a nuestra área de explotación son los ríos Juraguá Carpintero, las arterias de drenaje asociada al yacimiento mantienen un escurrimiento superficial en los periodos húmedos, y en las épocas de sequias llegan a secarse, considerándose que en este caso el flujo continua de modo subterráneo, lo cual no constituye obstáculo en la extracción del mineral útil.

Características cualitativas de la materia prima y sus usos industriales

Se detectaron tres variedades litográficas

Arena de granos gruesos

Arena de granos medios

Arena de granos finos (Predomina la arena de granos gruesos)

La arena de corteza de intemperismo según su composición mineralógica se compone de:

Cuarzo -----	35%
Feldespatos -----	(40 – 45) %
Calcita -----	5%
Mineral del grupo de la Montomorillonita-----	(10 – 15) %
Productos de alteración de micas y restos de rocas -----	5%

La materia prima puede ser utilizada en la rama de la construcción:

- La arena en estado natural se puede utilizar en la construcción de paneles
- Después de beneficiada puede utilizarse en la elaboración de revestimiento de caminos, como agregados para los hormigones de media y baja resistencia y en morteros.

Tabla 2.6. Propiedades físico–mecánicas de las rocas

Peso específico saturado	2.55 g/cm ³
Absorción	2.67%
Módulo de finura beneficiado	3.25
Módulo de finura natural	2.79
Contenido de arena natural	87.8%
Contenido de grava natural	1.7%
Contenido de material fino natural	10.5%
Aprovechamiento de la materia prima útil	89.5%

Equipamiento minero

El equipamiento minero usado es el cargador frontal Loadres B-160 con capacidad de carga de $3.5 m^3$ y camiones de volteo KRAZ-6510 con capacidad de carga de $8 m^3$ y camiones Sino Truck Styer con capacidad de $10 m^3$.

Escombrera

Debido al poco volumen de capa vegetal no existe escombrera, solo que la misma se deposita en un lugar que permita el empleo para la restauración y conformación del terreno, de las áreas que concluyan la extracción.

Desagüe de la Cantera

El drenaje de la cantera no precisa un estudio de la afluencia de agua, debido a que la Cantera está ubicada en una región caracterizada por un relieve ondulado, lo cual facilita el escurrimiento superficial, esto conjuntamente con el tipo de materia prima, arena granodiorita, propicia la infiltración de las precipitaciones atmosféricas y el movimiento rápido de las aguas subterráneas, todo ello es favorecido por la composición granulométrica de las arenas, que es de media a gruesa, y además por la morfología, garantizando con esto un drenaje de forma natural.

Sistema de explotación

El sistema de explotación que se emplea es el arranque directo con el buldócer Chetra E-20, el material es transportado hacia la planta en camiones de volteo KRAZ-6510 con capacidad de carga de $8 m^3$ y camiones Sino Truck Styer con capacidad de $10 m^3$ y la carga se realiza con el cargador frontal Loadres B-160 con una capacidad de carga de $3.5 m^3$.

2.2.6 Yacimiento La Gloria (Caliza)

Ubicación geográfica

El yacimiento La Gloria se ubica a unos 7km al SO del poblado de Maffo, municipio Contramaestre y a unos 6km al Sur de la carretera central. Tiene acceso por carretera.

Las coordenadas Lambert son las siguientes

X: 555 400–556 400

Y: 176 800–177 800

Características cualitativas de la materia prima y sus usos industriales

En este yacimiento el material útil es la caliza que tiene como uso fundamental ser árido de hormigones para la construcción. Además se puede utilizar en la construcción de traviesas para vías de ferrocarril, elementos para puentes (columnas y bases), piedra triturada para la elaboración de las mezclas de asfalto de hormigón y para balasto.

Relieve

El relieve de la zona está formado fundamentalmente por elevaciones y quebradas secas. Las cotas sobre el nivel del mar oscilan sobre los 109m. Las cuestas son bastante suaves con pendientes de 15-20° a excepción de algunas partes (parte oeste del yacimiento).

Clima

Es tropical seco muy caluroso, las temperaturas son mayores de 26 ° C la mayor parte del año. La época de lluvia se presenta de abril a noviembre. El promedio anual de las precipitaciones es de 119mm.

Vegetación

La vegetación en la zona del yacimiento es predominantemente arbustos espinosos propios de los suelos cársicos.

Hidrografía

La red hidrográfica es sencilla y solo encontramos arroyos intermitentes que corren en período de lluvias solamente.

Economía de la región

La economía de la región está dada fundamentalmente, por el cultivo de caña de azúcar, el desarrollo de los planes citrícolas y otras frutas menores.

Geología del yacimiento

La región del yacimiento se sitúa dentro de la zona estructuro facial Caimán, donde aparecen la formación Cobre y las rocas de la formación Charco redondo siendo esta última la de la zona donde se explota en la actualidad. El yacimiento está constituido por rocas calizas de color blanco crema a rosado pertenecientes a la formación charco redondo, con relativo desarrollo del cuarzo, tanto superficial como subterráneo, evidenciado en la cantidad de oquedades rellenas de arcilla, así como cavernas rellenas de material arcilloso que generalmente no sobrepasan los 2 m y cavernas vacías que alcanzan hasta los 5 m de longitud.

Vía de comunicación

La principal vía de comunicación la constituye la carretera que va de Contramaestre a Maffo, y continua pasando por la cercanías de la cantera, además tiene comunicación con el pueblo de Baire y los Negros de Matías, a través de carreteras asfaltadas que unidas a la carretera central del país forman una amplia red que dan acceso al yacimiento.

Tectónica

Tectónicamente existe una falla en dirección NW–SE que parece tener su lineamiento a lo largo de una cañada, observándose en ambos lados de esta la existencia de brechas calcáreas, pero todos estos fenómenos no han tenido influencia en la calidad de la materia prima, y como se puede observar en los resultados tecnológicos de la gran mayoría de ellos tiene un carácter bastante estable.

Características hidrogeológicas

La cantera se encuentra seca hasta el nivel de base de explotación, y solo es posible encontrar agua cuando ocurren precipitaciones atmosféricas, que se acumulan en las aguadas y oquedades de las rocas, en cantidades poco significativas y que no obstruyen la explotación del yacimiento, siendo evacuadas de forma natural hacia el río.

Características minero-técnicas del yacimiento

Durante los trabajos de campo se observaron taludes de 10 m a 12 m de alto y con una pendiente entre 58° y 72° . Estos taludes son estables, por tal motivo puede considerarse adecuados para la explotación del yacimiento.

Sistema de Explotación

El sistema de explotación se realiza mediante perforación y voladura, el acarreo se realiza mediante el uso del buldócer D-85-A-18 de estera, la carga será realizada con la excavadora frente pala EO-5124 con una capacidad de $3 m^3$ y un cargador, el transporte hacia la planta se efectuará en los camiones KRAZ, con una capacidad de $8 m^3$ y los camiones CFC-Belaz (Camiones Fuera de Camino) con una capacidad de $17 m^3$.

Escombrera

Existe una escombrera pero en este yacimiento prácticamente no hay escombro, ya que tiene uso todo el material que se extrae, pero no obstante los restos vegetales que se encuentran durante el destape, se depositan en esta escombrera, ubicada a unos 60m fuera de los límites de los recursos industriales, esta escombrera permitirá que estos restos vegetales puedan ser utilizados en la rehabilitación del yacimiento.

Desagüe de la cantera

Según el informe geológico el yacimiento es seco, y las aguas de lluvia que se acumularán en las aguadas y oquedades de las rocas, su volumen no es significativo. También la topografía del relieve facilita el drenaje de las aguas de lluvia por gravedad hacia las cotas inferiores, por todo lo anterior no se necesitará la construcción de una zanja de desagüe para la Cantera, aunque no obstante se prevé que se construyan los

pisos de la cantera con una inclinación ($\geq 2\%$), contraria al frente de trabajo, para lograr el desagüe con mayor facilidad hacia las cotas inferiores.

2.2.7 Yacimiento Los Dorados II (Arena)

Ubicación geográfica

El sector Bambá, del yacimiento Los Dorados II se encuentra ubicado en el municipio Palma Soriano y corresponde a una de las 8 zonas estudiadas en el informe “Los Dorados II”, (correspondiendo su ubicación con la zona 4) en los meandros del río Cauto entre Palma Soriano y Chaveco. La zona 4 (Bambá) se ubica a 2 km aproximadamente al Norte de Palma Soriano en el margen del río Cauto en una terraza aluvial formada por el mismo río.

Las coordenadas Lambert son las siguientes:

X=587 644–588 484

Y=175 932–176 401

Relieve

El relieve es llano y el acceso fácil debido a los terraplenes que los unen a las vías principales.

Clima

El clima de la región es tropical húmedo con una temperatura media anual de 24°C . La precipitación media anual es de 1 200mm.

Hidrografía

Desde el punto de vista hidrológico la red fluvial está formada por el río Cauto y por los ríos Guaninicum, Caney, Yayabo y otros arroyos, los cuales desembocan dentro del área regional. Los arroyos intermitentes y los ríos excepto el Cauto poseen un caudal poco considerable.

Geología del yacimiento

La región donde está ubicado el yacimiento desde el punto de vista geológico pertenece a las formaciones del sinclinario central (San Luis, Camarones) y a la formación de las zonas de Sierra de Nipe (Cristal-Baracoa); (Miranda-Cauto).

Vías de comunicación

Las vías de comunicación de la región es la carretera de Palma Soriano a Cueto y de Palma Soriano a Bambá, se realiza por caminos transitables, o sea la comunicación es buena para el yacimiento.

Economía de la región

La rama de la Economía más desarrollada en la región es el cultivo de caña de azúcar. La ganadería presenta un desarrollo creciente en áreas de pastos naturales

Vegetación

En esta zona se presentan principalmente dos estratos. El inferior que alcanza hasta los 40cm de altura compuestos principalmente de Tuba, Guizazo de Baracoa y Yerba fina. Se encuentran además, Malva, Caramaná, Guizazo, y Yerba de agua. El segundo estrato de 2 m de altura está compuesto por arbustos de Guatapaná dispersos.

Características hidrogeológicas del yacimiento

Las condiciones hidrogeológicas del yacimiento están determinadas fundamentalmente por las corrientes superficiales del Río Cauto, el cual lo bordea y corre entre las cotas +99 y +100, en la explotación del yacimiento esto no se tendrá en cuenta, pues la cota de explotación está muy por encima de estos.

Propiedades físicas de las rocas

Según los resultados obtenidos en el análisis granulométrico se tiene que la materia prima es de grano fino y en algunos lugares de grano medio. El porcentaje de grava se tiene entre los rangos (0.97 - 1%) por lo que se puede determinar que la arena es buena para hormigón. El módulo de finura oscila entre 2.5 - 3.5 % para un promedio de 2.8 %.(tabla 2.7)

Tabla 2.7. Propiedades físicas de la arena

Propiedades físicas	Desde	Hasta
Peso específico saturado (g/cm ³)	2.45	2.7
Absorción	3.5	4.6
Peso unitario suelto (g/l)	13.5	15

La porosidad varía en los límites de 32 a 38 % y no tiene impurezas, ni elementos nocivos.

Grado de dureza de las rocas

Capa vegetal – dureza II

Arcilla – dureza II

Arcilla arenosa – dureza III

Arena – dureza III

Sistema de explotación

El sistema de explotación que se emplea es el arranque directo con el Cargador frontal XCMG-LW-800K, con capacidad de carga de 5 m³. Esto es debido a que la materia prima que se extrae en este yacimiento no posee nivel de contaminación es decir (es arena natural) por lo que no tiene que pasar por ninguna planta de beneficio, y se le vende al usuario directamente.

Desagüe de la cantera

Atendiendo a las condiciones hidrogeológicas el sector Bambá se puede considerar como seco. En este sector sólo va haber afluencia de las aguas superficiales producto de las precipitaciones, además por la capa de arcilla impermeable que subyace al mineral útil, la irregularidad del piso, se hace necesario el empleo de bombeo con el fin de realizar el desagüe del yacimiento. Este método consiste en realizar pozos colectores a los que se unen canaletas que recogen el agua y la llevan hacia el pozo colector para su extracción por bombeo.

2.2.8 Yacimiento Siboney (Caliza)

Ubicación Geográfica

El yacimiento Siboney se encuentra ubicado aproximadamente a 2 km del poblado de Siboney, en las terrazas marinas localizadas a 15 km al Sureste de la provincia de Santiago de Cuba con las siguientes coordenadas Lambert:

X: 615 300 - 615 700

Y: 145 500 - 145 750

Al sur del área a 1km aproximadamente se encuentra la costa.

Relieve

El relieve de forma general es llano donde se ejecutan los trabajos con terrazas marinas de difícil acceso caracterizadas por dientes de perro en variadas formas y tamaños, es caracterizado por terrazas planas y carnificadas.

Clima

El clima se caracteriza por una temperatura media anual del aire entre 24 y 26⁰C. Las precipitaciones se consideran muy escasas, no superan los 800 mm promedio de lluvia anual. Los vientos predominantes durante el año son las brisas marinas de hasta 12 km/h durante el día, durante la noche predominan los vientos alisios flojos reforzados por terral y brisas de montaña. La humedad relativa media anual oscila entre 75-80%.

Caminos de acceso a la Cantera

Las comunicaciones se realizan por la carretera Santiago–Siboney, que se encuentra al Norte del yacimiento a 3 Km aproximadamente, y esta se une al yacimiento a través de un terraplén en regular estado (sin asfaltar).

Economía de la región

Económicamente la región se dedica al turismo y la pesca, por lo que son estas dos sus principales fuente de ingreso económico

Condiciones hidrogeológicas

El yacimiento estudiado es un yacimiento seco. Las aguas de lluvia que se puedan acumular drenan por gravedad hacia las cotas inferiores. La red hidrográfica superficial no existe, está caracterizada por una red hidrográfica subterránea.

Geología del yacimiento

El yacimiento se encuentra ubicado en la región oriental, en la subregión Sierra Maestra, específicamente en las terrazas costeras del sur de la misma. Las terrazas pertenecen al mioceno superior y al plioceno estando constituidas por rocas de las formaciones Maya, Jaimanitas y la Cruz. Específicamente en el yacimiento se presentan las calizas arrecifales que yacen horizontalmente en forma de terrazas, estas calizas corresponden a la formación Maya. Al sur del área del yacimiento aparece la formación Jaimanita, formada por calizas organógenas detríticas, arcillosas y arrecifales.

Tectónica

Para el yacimiento como tal este fenómeno está caracterizado como tal por el gran desarrollo de los procesos cárnicos, representado por las grietas y cavernas en ocasiones rellenas por arcilla ferrosa. Las grietas tienen generalmente direcciones NS con elementos de yacencia de $350 - 355^\circ/90^\circ$ algunas aisladas presentan dirección EW ($355^\circ/2^\circ$). En la superficie está bien desarrollado el diente de perro, dificultando el acceso a la zona.

Propiedades físico – mecánicas de la roca útil

Tabla 2.8. Propiedades físico–mecánicas de la roca útil

Peso volumétrico (t/m^3)	2,62
Peso específico saturado (g/cm^3)	2,62
Absorción (%)	2,23
Coefficiente de esponjamiento	1,5

Vegetación

La vegetación que predomina es de matorral xeromorfo costero y subcostero que ocupa la segunda y parte de la tercera terrazas; este matorral presenta un estrato arbóreo de 5 a 8m, bastante abierto, con algunos emergentes de hasta 12m, el mismo está formado fundamentalmente por Guatapaná, Cuaba de Costa, Llana Prieta, Lirio de Costa y Almácigo. Presenta también un estrato arbustivo de 1 a 15 m, más denso, en el cual se destacan Jía blanca, Café cimarrón y Sauco amarillo. Cabe destacar que el endemismo de la vegetación del área es de alrededor de 25%. Por encontrarse próximo a la Reserva Ecológica Siboney-justicia esta vegetación se encuentra protegida en dicha reserva.

Principales exigencias a las condiciones minero-técnicas

Las principales exigencias a las condiciones minero-técnicas se relacionan a continuación:

Potencia de las cavernas en el frente de la Cantera de 4-5 m.

La carsificación de la roca es dura.

Sistema de explotación

El sistema de laboreo que se aplicará en la cantera será de la siguiente forma, el arranque del material se realizará con perforación y voladuras, la carga de este es con el cargador XCMG-LW-800K de $5 m^3$ de capacidad, el transporte hasta la Planta lo realizaran los camiones de volteo Sino TruckStyer de $10 m^3$ de capacidad, el buldócer sobre esteras Shantuy SD-22 se encargará del acarreo y reapike del material cuando sea necesario, así como la separación de los pedazos de rocas sobre dimensionados para luego ser sometido a la fragmentación secundaria.

Escombrera

La formación de la escombrera no procede, sólo que la pequeña capa vegetal que pudiera existir o aparecer durante el desbroce de la cantera, la misma se debe depositar en un lugar que permita que luego pueda ser utilizada en la rehabilitación del

yacimiento, es decir, en un lugar fuera de los límites de los Recursos Industriales del yacimiento.

Desagüe de la cantera

Haciendo referencia al Informe Geológico el yacimiento es seco y las aguas de lluvia que pudieran acumularse en el mismo, drenarán por gravedad hacia las cotas inferiores.

2.2.9 Yacimiento Dos Palmas (Arcilla)

Ubicación Geográfica

El yacimiento de arcilla “Dos Palmas” se encuentra ubicado en la provincia de Santiago de Cuba, en el municipio Palma Soriano y a 12 km al Sur Oeste del pueblo Palma Soriano.

Las coordenadas Lambert son las siguientes:

X=584 230–585 030

Y=163 250–163 650

Relieve

El relieve de la región del yacimiento se caracteriza por ser algo accidentado, observándose las mayores cotas hacia el Norte y el Sur de la región con altura de 200 a300 m. En el área del yacimiento las mayores cotas se observan al NE con alturas de hasta 240 m.

Clima

El clima se caracteriza por temperaturas media anual entre 24 y 26 °C, la temperatura mínima media anual es entre los 18 y 20 °C. La precipitación anual está entre los 800 y 1000mm. La humedad relativa anual es de un 80-85% y los vientos son del noreste de 8 a10 km/h durante la noche y la madrugada.

Hidrogeología

Las condiciones hidrogeológicas en el yacimiento son buenas, ya que ningún pozo cortó el manto freático, por encontrarse este, en una cota inferior a la cota del cálculo. La red hidrográfica está formada por el río Cañas y el arroyo Ricota.

Geología del yacimiento

En la región predominan los depósitos aluviales del pleistoceno, representados por bloques, cantos rodados, gravas, arenas, aleurolitas y arcillas que se extienden por lo general en los causes u orillas de los ríos por capas de arenas arcillosas, arenas y arenas cascajosas con intercalaciones de limos, gravas y conglomerados. Las capas son de color gris, gris parduzco, amarillo grisáceo. Formación Puerto Boniato (Eoceno Medio), está constituida por calizas con marcada estratificación e intercalaciones de areniscas.

Vegetación

Los alrededores del yacimiento están constituidos por potreros de penicilina, descuidados, muy dispersos se presentan Sida Acuta, Cassia occidentales, Melochiaparvifolia y Jatrophagossipifolia. Entre los árboles y arbustos presentes está la Acaciamacracantha como edificador principal. En una parte se efectuó una repoblación de Yarúa, pero sin nivelar el terreno.

Sistema de explotación

El sistema de explotación que se aplica en la cantera es de la siguiente forma, el arranque del material se realizará de forma directa con el buldócer Chetra T-20, la carga de este será con el cargador XCMG-LW-800K y el transporte hasta la Planta lo realizaran los camiones de volteo KRAZ de 8 m³ de capacidad. Estos equipos que se usan para este trabajo son los mismos que se utilizan en la cantera de Yarayabo debido a que Dos Palmas no cuenta con equipamiento minero para su desarrollo minero.

CAPITULO 3. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES QUE CAUSAN LASCANTERAS DE LA INDUSTRIA DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE SANTIAGO DE CUBA

En el análisis se parte de la determinación de las principales operaciones mineras que tienen implicaciones temporales.

El objetivo de este capítulo consiste en identificar y valorar las principales afectaciones ambientales producto de la explotación a cielo abierto de los yacimientos de materiales de construcción de Santiago de Cuba para diseñar un plan de medidas que sirva para minimizar o mitigar los impactos ambientales provocados por la actividad minera en los yacimientos.

3.1 Caracterización de los impactos ambientales

El escaso conocimiento de los efectos que provoca la industria minera sobre el medio ambiente, constituye una motivación para romper definitivamente los paradigmas en el marco legal, institucional, empresarial, tecnológico y las condiciones de vida y trabajo que actualmente degradan a los ecosistemas de una zona determinada. En esta fase se realiza un reconocimiento preliminar de la situación ambiental en el sector de estudio, identificando y caracterizando los impactos ambientales resultado de la interacción de las actividades mineras sobre los factores ambientales, de tal forma que constituya un punto de partida para la valoración de estos impactos en una etapa posterior.

Teniendo en cuenta que en las canteras de materiales de la construcción de Santiago de Cuba (Los Guaos (Anexo 1), Mucaral, Yarayabo, La Gloria y Siboney), la fuente de extracción es de rocas calizas y rocas ígneas en todas se utiliza el mismo sistema de explotación a cielo abierto con el empleo de perforación y voladura, los impactos al medio ambiente son similares (tabla 3.1). Además se caracteriza el impacto en la cantera Juraguá (tabla 3.2), Los Siguatos (tabla 3.3), Dos Palmas y Los Dorados II (tabla 3.4).

Tabla 3.1: Impactos al medio ambiente producto de la actividad minera en las canteras Los Guaos, Mucaral, Yarayabo, La Gloria y Siboney.

Factores	Acción/Actividad	Impacto
Paisaje y morfología	Desbroce, Destape y Formación de escombrera	Alteraciones de la calidad visual, la fragilidad paisajista y el entorno natural del macizo rocoso. Modificación a las características naturales del terreno. Deformación de los suelos y cambios en la morfología.
Suelo, aire y orillas de los ríos	Beneficio	Pérdida, alteración y cambio en las propiedades químicas de los suelos debido a los residuales que derraman algunas de estas plantas en el proceso del beneficio mineral, el aire se ve afectado debido al polvo que se desprende por el propio trabajo de la planta en el proceso productivo. Además de esto cuando hay muchas precipitaciones estos residuos son arrastrados por corrientes de agua y desembocan en ríos y bahías cercanas, causándole grandes afectaciones a estos.
Flora y Fauna	Destape, Desbroce, Perforación, voladura y construcción vial	Alteración del hábitat natural y pérdida o desplazamiento de la fauna en la zona. Desplazamiento de los animales hacia otros medios similares.

		<p>Pérdida de las especies ocasionada por la tala de árboles.</p> <p>Desaparición de la vegetación y deforestación.</p>
Sociales	<p>Construcción de vías, voladuras, carga y transporte</p>	<p>Mejoramiento de las vías de comunicaciones.</p> <p>Afectaciones a las personas debido al polvo que se desprende por el paso de los vehículos.</p> <p>Disminución de las condiciones de vida de trabajadores y comunitarios que están sometidos a ruidos excesivos y vibraciones con determinadas frecuencias que pueden afectar la audición.</p>
Atmósfera	<p>Carga y transporte</p> <p>Perforación y voladura</p>	<p>Disminución de la calidad atmosférica por emisiones de gases, polvo y partículas.</p>
Geomorfología	<p>Desbroce</p>	<p>Aumento de los procesos erosivos.</p>

Tabla 3.2 Impactos al medio ambiente producto de la actividad minera en la cantera Juraguá

Factores	Acción/Actividad	Impacto
Paisaje y morfología	Desbroce, Destape y Formación de escombrera	Modificación de las características visuales del paisaje. Cambios en la morfología. Disminución del atractivo paisajístico y de terrenos fértiles.
Suelo, aire y orillas de los ríos	Beneficio Destape, Desbroce y Formación de escombrera	Contaminación del aire debido al polvo que sale por la chimenea de la planta al llevarse a cabo este proceso. Afectación al suelo debido al lodo que se vierte en forma de una quebrada natural, y en temporada de lluvia es arrastrado hacia los ríos afectando la calidad de sus aguas. Aumento de la erosión, sedimentación y disminución de la calidad de los suelos, como también la pérdida o alteración del suelo fértil por operaciones de excavación, construcción de caminos, acopio de material y escombrera.
Sociales	Beneficio, Construcción de vías, carga y transporte	Afectación a las condiciones de vida de los comunitarios por causa del polvo que este proceso desprende, y molestia a causa del ruido y las vibraciones que este emite. Mejoramiento de las vías de comunicaciones.

		<p>Afectaciones a las personas debido al polvo que se desprende por el paso de los vehículos.</p> <p>Disminución de las condiciones de vida de trabajadores y comunitarios que están sometidos a ruidos excesivos y vibraciones con determinadas frecuencias que pueden afectar la audición.</p>
Atmósfera	Carga y transporte	<p>Disminución de la calidad atmosférica por emisiones de gases, polvo y partículas.</p>
Flora y Fauna	Destape, Desbroce, y construcción vial	<p>Poca probabilidad de una nueva forma de vida en el área dañada</p> <p>Desplazamiento de los animales hacia otros medios similares.</p> <p>Pérdida de la vegetación en general.</p> <p>Reducción de especies endémicas ocasionada por la tala de árboles.</p>

Tabla 3.3 Impactos al medio ambiente producto de la actividad minera en la cantera Los Siguatos

Factores	Acción/Actividad	Impacto
Paisaje y morfología	Desbroce, Destape y Formación de escombrera	Alteraciones de la calidad visual, la fragilidad paisajista y disminución de terrenos fértiles.
Suelo, aire y orillas de los ríos	Beneficio Desbroce y Formación de escombrera	<p>Contaminación del aire debido al polvo que sale por la chimenea de la planta al llevarse a cabo este proceso.</p> <p>Afectación al suelo debido al lodo que se vierte en forma de una quebrada natural, y en temporada de lluvia es arrastrado hacia los ríos afectando la calidad de sus aguas.</p> <p>Aumento de la erosión, sedimentación y disminución de la calidad de los suelos, como también la pérdida o alteración del suelo fértil por operaciones de excavación, construcción de caminos, acopio de material y escombrera.</p> <p>Disminución de la superficie terrestre</p>
Sociales	Beneficio, Construcción de vías, voladuras, carga y transporte	<p>Afectación a las condiciones de vida de los comunitarios por causa del polvo que este proceso desprende, y molestia a causa del ruido y las vibraciones que este emite.</p> <p>Mejoramiento de las vías de comunicaciones.</p>

		<p>Afectaciones a las personas debido al polvo que se desprende por el paso de los vehículos.</p> <p>Disminución de las condiciones de vida de trabajadores y comunitarios que están sometidos a ruidos excesivos y vibraciones con determinadas frecuencias que pueden afectar la audición.</p>
Atmósfera	Carga y transporte Perforación y voladura	Disminución de la calidad atmosférica por emisiones de gases, polvo y partículas.
Flora y Fauna	Destape, Desbroce, Perforación, voladura y construcción vial	<p>Poca probabilidad de una nueva forma de vida en el área dañada.</p> <p>Desplazamiento de los animales hacia otros medios similares.</p> <p>Perdida de la biodiversidad.</p> <p>Pérdida de la vegetación en general.</p> <p>Reducción de especies endémicas ocasionada por la tala de árboles</p>
Agua subterráneas y superficiales	Carga y transporte	<p>Alteración permanente de los drenajes superficiales a través de la contaminación de las aguas por residuos sólidos y líquidos.</p> <p>Alteración del nivel freático.</p> <p>Disminución en el caudal de los arroyos y ríos, lo que trae consigo trastorno en la flora y fauna.</p>

Geomorfología	Desbroce	Aumento de los procesos erosivos.
---------------	----------	-----------------------------------

Tabla 3.4 Impactos al medio ambiente producto de la actividad minera en las canteras Dos Palmas y Los Dorados II

Factores	Acción/Actividad	Impacto
Paisaje y morfología	Desbroce, Destape y Formación de escombrera	Alteraciones de la calidad visual, la fragilidad paisajista y disminución de terrenos fértiles.
Suelo y orillas del río	Desbroce y Formación de escombrera	Aumento de la erosión, sedimentación y disminución de la calidad de los suelos, como también la pérdida o alteración del suelo fértil por operaciones de excavación y construcción de caminos.
Sociales	Construcción de vías, carga y transporte	Mejoramiento de las vías de comunicaciones. Afectaciones a las personas debido al polvo que se desprende por el paso de los vehículos. Disminución de las condiciones de vida de trabajadores y comunitarios que están sometidos a ruidos excesivos y vibraciones con determinadas frecuencias que pueden afectar la audición.

Atmósfera	Carga y transporte	Disminución de la calidad atmosférica por emisiones de gases, polvo y partículas.
Flora y Fauna	Desbroce, Destape y construcción vial	<p>Poca probabilidad de una nueva forma de vida en el área dañada.</p> <p>Desplazamiento de los animales hacia otros medios similares.</p> <p>Perdida de la biodiversidad.</p> <p>Pérdida de la vegetación en general.</p> <p>Reducción de especies endémicas ocasionada por la tala de árboles</p>
Agua subterráneas y superficiales	Carga y transporte	<p>Alteración permanente de los drenajes superficiales a través de la contaminación de las aguas por residuos sólidos y líquidos.</p> <p>Alteración del nivel freático.</p> <p>Disminución en el caudal de los arroyos y ríos, lo que trae consigo trastorno en la flora y fauna.</p>
Geomorfología	Desbroce	Aumento de los procesos erosivos.

En el Anexo 1 se muestran en fotografías algunos impactos negativos identificados en las canteras.

3.2 Sistema de medidas preventivas, correctoras y de mitigación

Las medidas preventivas, son aquellas que deben ser tomadas en la fase de localización y diseño del proyecto, están encaminadas a prevenir y reducir la magnitud de las influencias negativas que tiene un proyecto sobre el medio ambiente, la que se consigue limitando la intensidad de la acción que lo provoca. Una vez identificados los impactos, corresponde considerar las medidas correctoras que mitiguen los efectos derivados de la actividad contemplada, teniendo en cuenta, que dichas medidas no tengan a su vez repercusiones negativas en el entorno. Hay que tener en cuenta que, gran parte de la eficacia de estas medidas depende de su aplicación simultánea con la ejecución de la obra o inmediatamente al finalizar. A continuación se plantean unas series de medidas generalizadas para todas las concesiones, que permiten la mitigación, reducción y/o eliminación de los efectos causados por los impactos negativos en los componentes ambientales.

3.3 Medidas correctoras para la mitigación, reducción y/o eliminación de los efectos causados por los impactos negativos en las canteras.

Protección al suelo y orillas del río

- 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.
- Emplear gaviones para el confinamiento de la presa de cola para evitar que el flujo de lodo cubra un área grande.
- Utilizar los escombros en la lucha contra la erosión.
- Emplear gaviones en los lugares más críticos para evitar la erosión y el derrumbe de las riberas.

Protección al agua superficial y subterránea

- No permitir el lavado de equipos de transporte y maquinarias en el río y evitar el derrame de sustancias combustibles y lubricantes.
- 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.

Protección de la atmósfera: ruido, calidad del aire

- Aislamiento de la Planta de Preparación Mecánica mediante pantallas sónicas.
- 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 re-suspensión de las partículas de polvo sedimentadas.
- 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 durante la perforación de los taladros y exigir que se use dicho aditamento.
- Instalar los colectores de polvo en las plantas de beneficio que no cuentan con este aditamento.

Protección a la flora y fauna

- Reducir al mínimo las áreas a desbrozar.
- 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.
- Propiciar con medidas complementarias el retorno de los representantes de la fauna del territorio.

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.
- Implementación de un programa de educación para la salud respecto al agua de consumo.
- Los trabajadores tienen que usar la ropa de trabajo y accesorios de protección expuestos por la empresa para el desarrollo de su trabajo.

Protección al paisaje y morfología

- Para reducir la visibilidad de las instalaciones, modificar la vía de acceso a la planta.
- Utilizar pantallas visuales para evitar la observación directa de la planta de preparación mecánica desde la carretera.
- Buscar un uso alternativo de los estériles y materiales no aprovechables.

CONCLUSIONES

1. El análisis de las características geológicas, ambientales, minero-técnica y la identificación de los impactos ambientales, permitió realizar la caracterización minero-ambiental de las canteras de la empresa de Materiales de la Construcción de la provincia Santiago de Cuba y proponer medidas de mitigación de los efectos negativos.
2. El estudio de las características minero-técnicas de las canteras de la industria de Materiales de Construcción de Santiago de Cuba demostró que todas las acciones mineras producen impactos negativos significativos.
3. A partir de la identificación de los impactos ambientales que produce cada cantera se elaboraron medidas de mitigaciones que permitirán a la empresa desarrollar una minería responsable.

RECOMENDACIONES

1. Realizar una investigación más profunda de las Canteras en la Industria de Materiales de la Construcción de Santiago de Cuba teniendo como referencia este trabajo.
2. Actualizar los proyectos de explotación de cada cantera para de esta forma tener una mejor apreciación de la situación real de cada concesión minera a la hora de realizar cualquier trabajo investigativo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alcaide (2010). “Caracterización de la industria extractiva de materiales de la construcción en la provincia Santiago de Cuba. Trabajo de Diploma en opción al título de ingeniero de Minas. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Holguín, Cuba.
2. Almenares A. (2013). Caracterización minero-ambiental de las canteras de materiales de construcción de la provincia Granma. Trabajo de Diploma en opción al título de ingeniero de Minas. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Holguín, Cuba.
3. Empresa de Materiales de la construcción Santiago de Cuba. “Proyecto de actualización de explotación de la concesión minera” Yarayabo. Año 2007.
4. Empresa de Materiales de la Construcción Santiago de Cuba. Proyecto de explotación de la concesión minera “Los Guaos”. Año 1990
5. Empresa de Materiales de la Construcción Santiago de Cuba. Proyecto de explotación de la concesión minera “La Gloria”. Año 2003.
6. Empresa de Materiales de la Construcción. “Proyecto para la búsqueda detallada y exploración orientativa de calizas” La Maya. Provincia Santiago de Cuba. Año 2000
7. Empresa de Materiales de la construcción. Explotación de la concesión minera Siboney. Año 2008, Santiago de Cuba.
8. Empresa de Materiales de la construcción. Explotación de la concesión minera Dorados II. Año 1992, Santiago de Cuba.
9. Empresa de Materiales de la Construcción. Proyecto de explotación de la concesión minera de la cantera de arena “Juraguá”. Año 1985, Santiago de Cuba
10. Empresa Materiales de Construcción. Proyecto de explotación minera yacimiento “Baitiquiri” (Los Siguitos). Año 2007, Santiago de Cuba.

11. García O. (2013). Caracterización minero-ambiental del Grupo Empresarial de la Construcción del MICONS de Holguín. Trabajo de Diploma en opción al título de ingeniero de Minas. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Holguín, Cuba.
12. Gómez (2005). Caracterización de la industria extractiva de Materiales de la Construcción de la provincia de Santiago de Cuba.
13. González, 1999. Etapa de rehabilitación en la regulación de los sistemas de evaluación de impacto ambiental.
14. Guerrero. A, D. 2002. Objetivos del programa de rehabilitación de minas de Colorado.
15. Guindo A. (2013). Caracterización minero-ambiental de la Industria de Materiales de la Construcción de la provincia Guantánamo. Trabajo de Diploma en opción al título de ingeniero de Minas. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Holguín. Cuba.
16. Informe final de los resultados de la búsqueda detallada y exploración orientativa de arcilla en la cantera "Dos Palma", Palma Soriano, Santiago de Cuba. Año 2000.
17. Ley 81 del Medio Ambiente, la Resolución 77/99 del CITMA.
18. Ley 81 sobre el Medio Ambiente, 11 de julio de 1997.
19. Ley de Minas, Decreto 222, Reglamento de la Ley de Minas.
20. Martínez (2009), Diagnóstico tecnológico del sector de los áridos y su aplicación a la región de Murcia.
21. Martínez (2009), Diagnóstico tecnológico del sector de los áridos y su aplicación a la región de Murcia. Tesis doctoral.
22. Milanés (1996), Caracterización detallada de todos los yacimientos de materiales de la construcción de la provincia Santiago de Cuba.
23. Monte de Ocas A. (2012) Recuperación de áreas minadas de canteras de materiales de la construcción de Santiago de Cuba. Tesis de Maestría. ISMM de Moa.

24. Ocampo (2011). Relevamiento preliminar del estado ambiental actual de las canteras de áridos en Comodoro Rivadavia.
25. Ocampo (2011). Relevamiento preliminar del estado ambiental actual de las canteras de áridos en Comodoro Rivadavia.
26. Ramírez (2008), en su tesis de maestría. Sostenibilidad de la explotación de materiales de construcción en el Valle de Aburrá.
27. Ramírez Rojas M. 2008. Sostenibilidad de la explotación de materiales de construcción en el Valle de Aburrá. Tesis de maestría.
28. Reglamento del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental.
29. 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. Tesis Doctoral. ISMM de Moa.
30. Viage (2000): Análisis del funcionamiento de los diferentes sectores técnicos administrativos y de control de la Empresa de Materiales de la Construcción de Santiago de Cuba.
31. Villa (2012): Extracción de recursos minerales en el oriente Antioqueño: Sostenibilidad y repercusión en el Medio ambiente.
32. Yazle (2006) y Vadillo (2008): "Restauración de canteras de piedra natural".

ANEXO

Anexo 1 Impactos ambientales de los procesos mineros.



Emisión de polvo durante la trituración.



Emisión de polvo durante la perforación.



Emisión de polvo durante la carga.



Emisión de polvo durante el transporte.



Paisaje antes de ser alterado



Alteración paisajística del área.