

Especialidad - Minas

*Trabajo de Diploma en opción
al título de Ingeniero en
Minas*

Proyecto de Explotación de la Cantera N°4 La Granja
de Centeno

Autor: Meyvis Bicet Lara

Curso: 2018-2019

“Año 61 de la Revolución”

Especialidad - Minas

*Trabajo de Diploma en opción
al título de Ingeniero en
Minas*

Proyecto de Explotación de la Cantera N°.4 La Granja de
Centeno

Autor: Meyvis Bicet Lara

Tutora: Naisma Hernández Jatib

Curso: 2018-2019

“Año 61 de la Revolución”

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Yo: Meyvis Bicet Lara

Autora de este Trabajo de Diploma y la tutora Dr. C Naisma Hernández Jatib certificamos la propiedad intelectual a favor de la Universidad de Moa “Dr. Antonio Núñez Jiménez”, hacer uso del mismo en la finalidad que estime conveniente.

Meyvis Bicet Lara

Diplomante _____

Dr. C Naisma Hernández Jatib

Tutor _____

DEDICATORIA

A mis padres, hermana, a mi esposo y familia en general por su apoyo e infinito amor.

A mi tutora Naisma Hernández Jatib por sus consejos sin los cuales no hubiera sido posible la confección de este Trabajo de Diploma.

Víctor Francisco Amaro Díaz por dedicarme horas de su tiempo libre.

A mis amistades que en algún momento me ayudaron con un consejo.

A los profesores del Departamento de Minería, que sin sus enseñanzas mi sueño no se hubiera hecho realidad.

A los colaboradores de la Empresa de Obras Constructoras del Poder Popular (ECOPOP), por toda la información que me facilitaron para el desarrollo de la investigación.

Y a todos aquellos que de una forma u otra contribuyeron a la realización de esta investigación.

A todos Muchas Gracias

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser mi guía en los momentos buenos y malos de mi vida.

A mis tutores: Naisma Hernández Jatib por ayudarme a alcanzar mi objetivo y a Víctor Francisco Amaro Díaz por dedicarme su tiempo libre.

A mi familia y a todos lo que de una forma u otra me ofrecieron su ayuda y contribución, al departamento de Minería y a todos los profesores que me acarrearón para que yo pueda ser una profesional en el día de hoy.

La gratitud especial a la Dr. C Naisma Hernández Jatib por ser más que una amiga y por haberme apoyado a tomar decisiones en los momentos difíciles; a mis compañeros de aula y especial agradecimiento al Dr. C Julio Montero por apoyarme durante mi embarazo. A todos los profesores de minería por prepararnos en esta etapa. Quisiera agradecer a todas aquellas personas e instituciones que hicieron posible la realización de este trabajo y el cumplimiento de mi más grande sueño, razón por la cual estaré eternamente retribuida, son:

Mi madre Marbelis Lara Poll y a mi padre Humberto Bicet González, a mi hermana Mardelis Bicet Lara a quienes les estaré eternamente agradecida.

Agradezco al Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz y a la Revolución cubana que me han dado la posibilidad de ser un profesional.

A mis suegros María Eugenia y Noel por su ayuda y apoyo en estos años de universidad.

A mis cuñados Ernesto y Noel por su paciencia, amor y apoyo en todos estos años.

A mis compañeros de aula en especial a Yaimaris Martínez que nos hemos apoyado una a otra para hoy poder lograr nuestro sueño.

A todas aquellas personas que pensaron que yo no llegaría hasta aquí, pero sin embargo, me dieron fuerzas para seguir luchando a pesar de su ignorancia.

Y a todas las personas han confiado en mí y en algún momento me han tendido su mano solidaria o me han dado algún consejo.

PENSAMIENTO

La arcilla fundamental de nuestra obra es la juventud; en ella depositamos nuestra esperanza y la preparamos para tomar de nuestras manos la bandera."



Ernesto Che Guevara

A stylized, handwritten signature of Ernesto Che Guevara. The signature is written in a bold, cursive script, with the letters 'e' and 'e' being particularly prominent and connected. It is positioned to the right of the portrait.

RESUMEN

El municipio Moa posee recursos que la hacen acreedora de grandes posibilidades en el desarrollo de la minería artesanal o pequeña minería. Teniendo en cuenta lo establecido en la resolución No. 35 emitida por el Ministerio de la Industria Básica, en correspondencia con la Política Minera aprobada, que establece las formalidades y requisitos para el otorgamiento de las concesiones de explotación y procesamiento de las pequeñas producciones mineras comprendidas en el Grupo I, el objetivo del presente trabajo fue elaborar el proyecto de explotación de la cantera N° 4. La Granja de Centeno para extraer las reservas de arcillas existentes, provocando el menor impacto al medio ambiente. Se obtuvo como resultados la caracterización ingeniero-geológico que permitirá extraer de manera racional y eficiente las reservas de arcillas existentes, considerando las características de las herramientas utilizadas y el ambiente natural del yacimiento, a partir de los criterios y correcciones señaladas por la Oficina Nacional de Recursos Minerales (ONRM), se diseñó la apertura y el sistema de explotación del yacimiento, se realizó el cálculo correspondiente a los parámetros del proceso tecnológico de la explotación, se efectuó la valoración técnico-económica del proyecto y se obtuvo como resultado que el costo de producción es de 439,99 \$/m³, lo cual hace rentable la explotación de la cantera y se especificaron las medidas para la disminución del impacto ambiental generado por la actividad minera y de seguridad que garantizan los trabajos mineros durante la explotación de la cantera No. 4 La Granja de Centeno.

Palabras Claves:

Cantera, costo, ONRM, Centeno, explotación, resolución

ABSTRACT

The Moa municipality has resources that make it a creditor of great possibilities in the development of artisanal mining or small mining. Taking into account the provisions of Resolution No. 35 issued by the Ministry of Basic Industry, in correspondence with the approved Mining Policy, which establishes the formalities and requirements for the granting of concessions for the exploitation and processing of small mining productions included In Group I, the objective of the present work was to elaborate the project of exploitation of quarry N° 4. La Granja de Centeno to extract the existing clay reserves, causing the least impact to the environment. The results obtained were the engineer-geological characterization that will allow to extract in a rational and efficient way the reserves of existing clays, considering the characteristics of the tools used and the natural environment of the deposit, based on the criteria and corrections indicated by the National Office of Mineral Resources (ONRM), the opening and the exploitation system of the deposit was designed, the calculation corresponding to the parameters of the technological process of the exploitation was carried out, the technical-economic evaluation of the project was made and the cost was obtained as a result of production is 439.99 \$ / m³, which makes the exploitation of the quarry profitable and specified the measures for the reduction of the environmental impact generated by the mining and security activity that guarantee the mining works during the exploitation of the quarry No. 4 The Rye Farm.

Key Words:

Quarry, cost, ONRM, Rye, exploitation, resolution

ÍNDICE

INTRODUCCION	¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO I. ESTADO ACTUAL DEL PROBLEMA..	¡Error! Marcador no definido.
1.1. Introducción	4
1.2. Antecedentes del tema	4
1.3. Descripción de las investigaciones precedentes en la cantera.....	7
1.4. Marco legal de la investigación	8
1.5. Objetivo del proyecto	8
1.5.1. Las Arcillas.....	9
CAPITULO II. UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y CARACTERIZACIÓN INGENIERO GEOLÓGICA DEL YACIMIENTO.....	¡Error! Marcador no definido.
2.1. Introducción	11
2.2. Ubicación geográfica y geológica del yacimiento	11
2.3. Economía de la región.....	12
2.4. Condiciones climáticas	12
2.5. Condiciones hidrográficas.....	13
2.6. Relieve	13
2.7. Condiciones hidrogeológicas del yacimiento	14
2.8. Vías de acceso	14
2.9. Flora y fauna	15
2.10. Características geológicas de la región	16
2.11. Rasgos morfológicos y tipo de mineral a extraer	17
2.12. Estimación del volumen de recursos (según categorías).....	19

CAPITULO III. LABORES MINERAS PARA LA EXPLOTACIÓN DE LA CANTERA
..... ¡Error! Marcador no definido.

3.1. Introducción	37
3.2. Condiciones minero-técnicas de la explotación	37
3.3. Régimen de trabajo	38
3.4. Volumen del material útil in situ a extraer en dos años	38
3.5. Labores de extracción del mineral útil (equipamiento o herramientas) con que se realizará la extracción.....	39
3.5.1. Apertura	41
3.5.2. Labores de apertura con calendario de minería.....	41
3.6. Plan calendario de minería	42
3.7. Tala y desbroce	43
3.8. Volumen y características del destape y del estéril.....	43
3.9. Escombreras	43
3.9.1. Método de selección del emplazamiento de las escombreras	43
3.10. Cálculo de las herramientas de trabajo en las labores de extracción del mineral útil	44

CAPÍTULO IV. CÁLCULO ECONÓMICO DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN49

4.1. Introducción.....	49
4.2. Determinación de los costos.....	49
4.3. Costos de producción en las labores de extracción.....	49

CAPÍTULO V. REGULACIONES LEGALES, MEDIO AMBIENTE Y SEGURIDAD MINERA52

5.1. Introducción	52
5.2. Principales regulaciones legales vigentes	52

5.3. Medidas a tener en cuenta para minimizar los impactos generados en la fase de explotación.....	53
Preparación del yacimiento:	53
Medidas para la fase de explotación	53
Medidas de la etapa de cierre:	54
Seguridad Minera	54
Las medidas de seguridad mínimas que se tendrán en cuenta durante la explotación de esta cantera serán las siguientes:.....	55
5.5. Plan de rehabilitación de las áreas minadas	55
CONCLUSIONES	¡Error! Marcador no definido.
RECOMENDACIONES	¡Error! Marcador no definido.
Bibliografía.....	¡Error! Marcador no definido.
ANEXOS:
Anexo 1: Plano General
Anexo 2: Plan Calendario de Explotación.....

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Sistema de coordenadas Lambert.....	11
Tabla 2 Estimación de los recursos. Parámetros utilizados	19
Tabla 3 Régimen de trabajo establecido en la cantera	38
Tabla 4 Datos de la carretilla y la pala	40
Tabla 5 Gastos por concepto de salario Gs	50
Tabla 6 Gastos originados en las labores de desbroce y transporte	50

Tabla 7 Gastos totales de reforestación, mantenimiento y los procesos tecnológicos.....	51
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 . Clasificación de los materiales arcillosos de aplicación cerámica. Fuente: (Diaz, 2002).Extracción y procesado.....	10
Figura 2 Ubicación geográfica de La Granja de Centeno. Tomado de (Google, 2019)	12
Figura 3 Sección típica de corte y relleno del camino. Tomado de (Mini proyecto Cuproníquel, 2015).....	14
Figura 4 Vegetación del área de estudio. Tomado de (Bicet, 2019).....	15
Figura 5 Ciempiés, artrópodo presente en la cantera. Tomado de (Bicet, 2019)	16
Figura 6 Esquema geológico del municipio Moa. Modificado de (IGP, 2001). Escala 1: 100 000. Tomado de (RODRÍGUEZ, 1998).....	17
Figura 7 Esquema geomorfológico del área de estudio (modificado de (RODRÍGUEZ, 1998)	18
Figura 8 Diseño del talud. Tomado de (mini proyecto Cuproníquel, 2015)	37
Figura 9 Pico con punta y paleta	Figura 10 Barreta de hierro.
.....
.....	40
Figura 11 Pala redonda	Figura 12 Carretilla metálica
	41

INTRODUCCIÓN

La industria de materiales de la construcción, que agrupa variados procesos industriales tradicionales, específicamente la producción de materiales cerámicos, se ha visto afectada por el alto costo del combustible como es el caso específico de la industria de las arcillas para la fabricación de materiales de la construcción.

La (Resolución No. 35., 2011.) emitida por el Ministerio de la Industria Básica, en correspondencia con la Política Minera aprobada, la realidad socioeconómica actual y atendiendo a los volúmenes y métodos de extracción a emplear, resulta necesario, para la mejor aplicación de las disposiciones legales vigentes en materia minera, establecer las formalidades y requisitos para el otorgamiento de las concesiones de explotación y procesamiento de las pequeñas producciones mineras comprendidas en el Grupo I, según lo establecido en el Artículo 13 de la Ley No. 76, Ley de Minas, así como el contenido de los informes Geológicos y los Proyectos Mineros Operativos.

El municipio Moa constituye un baluarte económico para el país por las grandes riquezas minerales que posee y que son reconocidas internacionalmente; lo convierte en uno de los mayores productores de Níquel y Cobalto del mundo y una de las principales vías de desarrollo económico de nuestro país. Sin embargo se conoce muy poco de las grandes posibilidades que tiene la minería artesanal que no es más que la actividad llevada a cabo sin utilizar métodos mecánicos y con volúmenes extraídos que no excedan a un metro cúbico diario por persona.

Teniendo en cuenta que las operaciones de extracción de arcillas que se han realizado en la región de Moa a través de los años no cuentan con un diseño adecuado de explotación, la Oficina Nacional de Recursos Minerales (ONRM) ha tenido a bien bajo sus facultades no otorgar los derechos de concesión minera de la cantera N° 4. La Granja de Centeno debido a que la misma no cuenta con un manejo minero técnico-ambiental correcto, sugiriendo a la empresa Constructora de Obras de Poder Popular (ECOPP) como concesionario del yacimiento objeto de estudio el diseño del proyecto de la explotación de la cantera No. 4 La Granja de Centeno, para la extracción de las arcillas para la producción del Tejar de Centeno, contribuyendo así con la producción local de materiales de construcción en el municipio en el periodo 2019 – 2021.

Problema: Necesidad de elaborar el proyecto de explotación para la extracción de las reservas minerales existentes en la cantera N° 4 La Granja de Centeno.

Objeto de estudio: Diseño del proyecto de explotación.

Campo de acción: Cantera N° 4. La Granja de Centeno.

Objetivo general: Elaborar el proyecto de explotación de la cantera N° 4. La Granja de Centeno para extraer las reservas de arcillas existentes, provocando el menor impacto al medio ambiente.

Hipótesis: Si se realiza la caracterización ingeniero-geológica del yacimiento y se diseñan tanto la apertura como el sistema de explotación, entonces se puede realizar el cálculo de los parámetros del proceso tecnológico, y especificar las medidas para disminuir el impacto ambiental que garantice la seguridad de los trabajos mineros durante la explotación del yacimiento La Granja de Centeno.

Objetivos específicos:

1. Realizar la caracterización ingeniero-geológico de la cantera N° 4. La Granja de Centeno.
2. Diseñar la apertura y el sistema de explotación del yacimiento.
3. Calcular los parámetros del proceso tecnológico de la explotación del yacimiento.
4. Realizar la valoración técnico-económica.
5. Especificar las medidas para disminuir el impacto ambiental y garantizar la seguridad de los trabajos mineros durante la explotación del yacimiento.

Los principales métodos de investigación científica empleados en el trabajo se exponen a continuación:

Métodos empíricos:

Un punto muy importante para desarrollar una investigación es la observación: Hay que observar las características tecnológicas y el estado actual del medio ambiente para conocer la realidad de la cantera.

También, la compilación es un método empírico esencial: La compilación permite reunir y sistematizar información mediante la revisión de fuentes bibliográficas, orales, digitales o de otro tipo.

Métodos teóricos

Entre los métodos teóricos se encuentran los métodos siguientes:

- Histórico - lógico: para analizar la trayectoria tecnológica de la cantera.
- Hipotético - deductivo: para la formulación de una hipótesis y luego, a partir de inferencias lógicas-deductivas, se arriba a conclusiones particulares que posteriormente se pueden comprobar.

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

1. Etapa preliminar: recopilación de materiales y trabajos de campo.
2. Etapa de gabinete: procesamiento de la información y elaboración del informe final.

CAPÍTULO I. ESTADO ACTUAL DEL PROBLEMA

1.1. Introducción

En la última década la demanda de materiales cerámicos para la construcción ha tenido un crecimiento sostenido. No existe duda que la explotación racional de los recursos mineros, generan riqueza y que la misma además de crear fuentes de trabajo mejora la calidad de vida de sus habitantes. El objetivo del presente capítulo es dar a conocer de forma general los principales elementos que caracterizan la cantera N°4 de La Granja de Centeno.

1.2. Antecedentes del tema

- La minería artesanal en América Latina y el Caribe

La definición de minería artesanal ha dado lugar a un amplio debate en torno a cuales serían las principales características que la definen. Sin embargo, buena parte de las denominaciones y definiciones existentes no identifican su realidad como actividad económica con características propias, ni el importante rol social que cumple como medio de sustento entre los amplios sectores de bajos recursos económicos que la practican. Las aproximaciones en su definición toman en cuenta condiciones formales y coyunturales que no ayudan a su exacta comprensión (Barreto, 2002).

En tal sentido, se entiende por minería artesanal aquella actividad productiva caracterizada por el uso intensivo de mano de obra y de herramientas básicas como palas, cinceles, barretas, carretillas, entre otras. Ello determina formas riesgosas de trabajo, sin mucha exigencia en aspectos de seguridad, salud y cuidado del medio ambiente, tanto en la fase de extracción como en la de beneficio. Se trata de una minería de poca inversión, sin tecnología apropiada, con un alto involucramiento de mano de obra familiar a lo largo de todo el proceso y con una ausencia casi total de atención por parte del estado (Barreto, 2002).

Hasta hace algunos años, la informalidad era otra de las características sustantivas de la minería artesanal; gracias al trabajo de una serie de organizaciones, privadas y públicas, esta situación se ha venido revirtiendo. Así entendida, consideramos que la minería artesanal constituye uno de los primeros eslabones de lo que se conoce como minería en pequeña escala.

La literatura internacional también enmarca la minería artesanal, con pocas posibilidades de inversión, es además una actividad riesgosa como medio de sustento del trabajador minero: no todas las campanas son productivas. De ahí que la participación de las mujeres en la minería artesanal juegue un rol importante en la subsistencia familiar, realizando diversas actividades: de procesamiento en su misma vivienda, de recuperación de mineral en la minería subterránea, de cateo en las morrenas o lavaderos de oro en la minería aluvial, entre otras. Es importante subrayar este tema debido a la escasa transparencia existente sobre la amplitud de la participación de las mujeres y niños en el proceso productivo de la minería artesanal, así como también sobre la magnitud de los efectos de la contaminación sobre ellos. Tradicionalmente, la minería ha sido identificada como una actividad masculina; sin embargo, en la minería artesanal se trata de una actividad intensivamente familiar (García, 2017).

Luego de que casi todos los principales países mineros emprendieron la reforma de sus legislaciones mineras en el decenio de los noventa, al final de la década se había concluido una segunda etapa de reformas y se abría paso una tercera con casos extremos conceptuales representados por Colombia y Venezuela (Chaparro, 2002).

Cuba, Ecuador, Guatemala, México y Perú representan esa primera generación de reformas, Bolivia, y Ecuador la segunda y Nicaragua, Honduras, Venezuela y Colombia, la última. Los cambios significaron la entrada en vigencia de un nuevo Código o Ley de Minería –según la denominación de cada país–, siendo el caso más reciente el de Colombia (Ley 685 de agosto de 2001). En Bolivia, a la reforma del Código de Minería de 1965, introducida en 1991, ha seguido la abrogación de aquél y la promulgación de un nuevo Código de Minería en 1997. En Guatemala se publicó una Ley de Minería en 1993, la cual sin embargo fue derogada y sustituida muy recientemente por una nueva. En Cuba (Ley N° 76, Ley de Minas (1995); Ley N° 77, de la Inversión Extranjera (1995); (Chaparro, 2002).

No en todos los países existe una autoridad minera central encargada de otorgar derechos y de la aplicación de la ley o código minero. En los países donde ello es así (Colombia, Costa Rica, Guatemala, México, Perú y Venezuela), esa función compete bien a un Ministerio de Energía y Minas que la ejerce a través de diversas

dependencias, o al subsector de Minería perteneciente a otro ministerio o secretaría, según la denominación de cada país.

Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Cuba, Ecuador y Uruguay constituyen sistemas diferentes. En Cuba existe una Oficina de Recursos Minerales adscrita al Ministerio de la Industria Básica que se encarga de todo lo relacionado con la aplicación de la legislación minera, pero el Consejo de Ministros es el encargado de disponer el otorgamiento de las concesiones y controla el desarrollo, ejecución y aplicación de la política minera (art. 5) (Chaparro, 2002).

El Consejo de Ministros o su Comité otorgan o deniegan las concesiones mineras y dispone también su anulación y extinción (art. 18). La Oficina Nacional de Recursos Minerales, institución adscrita al Ministerio de Industria Básica, tiene las funciones siguientes (art. 14):

- Fiscalizar y controlar la actividad minera y el uso racional de los recursos minerales;
- Aprobar, registrar y controlar las reservas minerales, certificando el grado de preparación de los yacimientos para su asimilación industrial;
- Emitir los dictámenes técnicos sobre el otorgamiento, anulabilidad y extinción de concesiones mineras y fiscalizar el cumplimiento de las condiciones bajo las cuales se otorgó la concesión;
- Aprobar los proyectos de explotación minera;
- Llevar el Registro Minero y mantener actualizadas las anotaciones sobre concesiones mineras, áreas mineras reservadas, yacimientos, manifestaciones minerales, áreas en investigación y minas en explotación o abandonadas;
- Constituirse en depositario de la información geológica y minera de la Nación;
- Ejercer la inspección estatal sobre las personas naturales y jurídicas que ejecuten la actividad minera, para comprobar el cumplimiento de los acuerdos y obligaciones a que se hayan comprometido dichas entidades, así como de las disposiciones legales vigentes que rijan la actividad que se inspecciona;
- Controlar la ejecución de los planes de preservación del medio ambiente y de las medidas para mitigar el impacto ambiental;

- Mantener actualizadas las estadísticas mineras del país;
- Participar en el cierre de minas y controlar las medidas del programa de cierre que se ejecuten.

Al Estado le corresponde el dominio inalienable e imprescriptible del subsuelo, las minas y todos los recursos minerales, donde quiera que éstos se encuentren (art. 4). La actividad minera se compatibiliza con los intereses de la defensa nacional (art. 8). Se declara de utilidad pública e interés social la actividad minera, la que goza de preferencia sobre cualquier otro uso o aprovechamiento del terreno, siempre que razones económicas o sociales lo hagan recomendable (art. 10).

1.3. Descripción de las investigaciones precedentes en la cantera

Ávila, (2010) realiza una caracterización mineralógica y tecnológica de los materiales arcillosos de la región de Centeno para la obtención de mezclas cerámicas utilizadas en la producción de objetos cerámicos ornamentales.

Cabo de Villa, (2010) en su investigación hizo una valoración de las mezclas de arcillas de la región de Centeno a partir de las propiedades físico -mecánicas obtenidas en los productos de estas mezclas, para su utilización en la industria de materiales locales, a partir del estudio de las principales variables que influyen en la tecnología del tratamiento de las arcillas para la obtención de mezclas. Las arcillas rojas y grises fueron utilizadas durante la elaboración de las mezclas para ladrillos y otros elementos de construcción.

Báez, (2017) El trabajo muestra la evaluación de los materiales arcillosos en el nuevo sector de Centeno-Moa con y sin adición de tobas vítreas pertenecientes al municipio de Sagua de Tánamo para su utilización en la Empresa Industrias Locales y la Empresa Constructora de Obras del Poder Popular (ECOPP). Se estudiaron dos mezclas de cerámicas confeccionadas con diferentes dosificaciones de arcillas, así como los factores que intervienen en la correcta elaboración de las mezclas: tamaño del grano, condiciones de secado y temperatura de cocción. Mediante las diferentes pruebas realizadas se logró obtener resultados satisfactorios que permitieron proponer este nuevo sector para la fabricación de ladrillos, dentro de la industria de materiales de construcción en Moa.

1.4. Marco legal de la investigación

En Cuba existen ejemplos de pequeña minería basada en la actividad propiamente dicha teniendo características especiales que se relacionan con la ubicación de los yacimientos, su objeto de trabajo y su efecto sobre el medio ambiente, la cual se contempla de forma adecuada en las regulaciones existentes. El Ministerio de la Industria Básica, en correspondencia con la Política Minera aprobada pronunció la (Resolución 35, 2011) basada en la realidad socioeconómica vigente para mejor aplicación de las disposiciones legales actuales en materia minera, implantando las formalidades y requisitos para el otorgamiento de las concesiones de explotación y procesamiento de las pequeñas producciones mineras comprendidas en el Grupo I, según lo establecido por la (Ley 76 de Minas) en su (Artículo 13 de la Ley 76, Ley de Minas) así como lo comprendido en los informes Geológicos y los Proyectos Mineros Operativos, en las siguientes explotaciones mineras:

- a) Las extracciones por sistema de extracción manual con piedras de cantería, cuyos volúmenes no excedan las 200 000 chapas / año, (6 300 m³ con 80% de recuperación).
- b) Las extracciones por sistema de extracción manual de piedras para enchape, cuyos volúmenes no superen los 100 000 m² / año.
- c) Las extracciones de arena realizadas por sistemas rústicos de extracción inferiores a los 5 000 m³ / año y que no sean consideradas especiales.
- d) Las extracciones de arcilla realizadas por sistemas rústicos de extracción, inferiores a los 1 000 m³ / año.
- e) Las extracciones sin explosivos de minerales no metálicos del Grupo I, según lo establecido en el Artículo 13 de la Ley No.76, Ley de Minas, no contemplados en los incisos anteriores, cuyos volúmenes no superen los 20 000 m³ / año.

1.5. Objetivo del proyecto

El objetivo del proyecto es extraer el material compuesto por arcilla de la cantera No. 4 la Granja de centeno, para fabricación de ladrillos que serán depositados y procesados posteriormente en el Tejar de Centeno. El periodo de duración del mismo es de dos años. Según lo establecido en las formalidades y requisitos para el

otorgamiento de las concesiones de explotación y procesamiento de las pequeñas producciones mineras, comprendidos en el Grupo I.

1.5.1. Las Arcillas

Las arcillas son materiales naturales repartidos en la superficie de la corteza terrestre y que, en ocasiones al ser mezclados con agua pueden formar masas plásticas a partir de las cuales es factible fabricar productos cerámicos (Linares, 2008). La mayoría de las arcillas se encuentran en sedimentos, aunque generalmente no se formen allí. Por tanto, se debe buscar su origen en los procesos externos de los suelos que provocan la alteración y reducción de una roca a sus componentes al entrar en contacto con la atmósfera, conocidos como procesos de meteorización.

Las arcillas generalmente se usan en la fabricación de productos para la construcción, con un equivalente al 90% del total. El 10% restante tienen otros usos como son cauchos, pinturas, arenas de moldeo, agricultura, papel, entre otros productos (Suárez, 2004). Las minas que contienen materiales arcillosos en su composición pueden ser clasificadas dependiendo de su mineralogía, composición química, origen geológico, propiedades físicas, utilización industrial, comportamiento geotécnico, entre otras clasificaciones, pero siendo la más común y la más conocida la clasificación mineralógica, entre las que podemos encontrar, según su estructura molecular, arcillas de tipo caolín, illita y montmorillonita (Díaz, 2002).

1.4.2. Clasificación de las arcillas

Desde el punto de vista petrográfico, las arcillas pueden clasificarse según su mineralografía (ricas en caolinita), su quimismo (alto contenido en alúmina), su origen geológico (de tipo sedimentario), sus propiedades físicas (plasticidad, etc.), su utilización industrial (sector refractario, construcción, etc.), entre otros parámetros. Tomando como base la mineralogía, que es una de las principales formas de clasificarlas, las arcillas están contenidas de minerales arcillosos y minerales no arcillosos, que son los que brindan la plasticidad y las propiedades de secado y cocción de los productos finales hechos a base de esta materia prima.

Los minerales arcillosos corresponden a los filosilicatos, es decir, los silicatos de aluminio, hierro y magnesio hidratados con estructuras en capas incluyendo a las palygorskitas y las sepiolitas (Díaz, 2002).

Las arcillas que están englobadas dentro del grupo de yacimientos minerales no metálicos, están divididas (como se muestra en la figura 1), desde el punto de vista cerámico-geológico. A través de esta clasificación se pretende ubicar todas las arcillas que hay en la naturaleza dentro de su respectivo grupo, y con base en eso, describir su composición y aplicaciones. Las dos ramas principales dentro de las rocas arcillosas son las arcillas comunes y la de los caolines. Las arcillas especiales quedan en un segundo plano ya que no son muy adecuadas para ser empleadas en grandes proporciones, esto debido a algunas de sus propiedades físicas (Díaz, 2002).

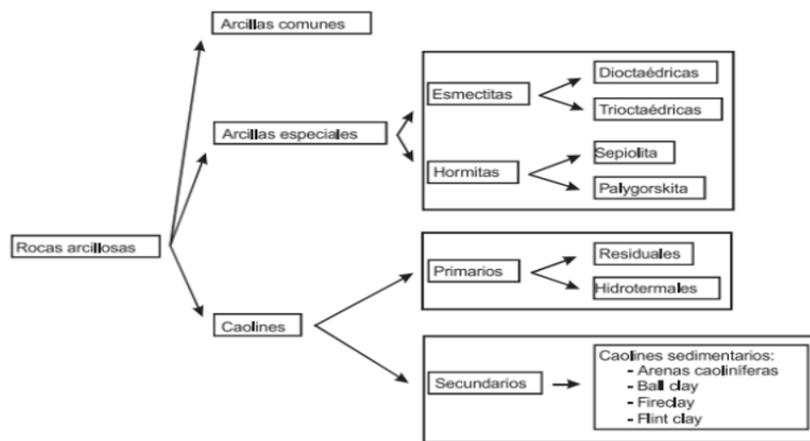


Figura 1 . Clasificación de los materiales arcillosos de aplicación cerámica. Fuente: (Díaz, 2002).Extracción y procesado

La explotación, normalmente, se efectúa a cielo abierto, utilizando medios mecánicos convencionales. La potencia del recubrimiento a remover varía de unos yacimientos a otros, pero, generalmente, en la mayor parte de las explotaciones son inferiores a los 15 m.

El procesamiento industrial del producto de cantera viene fijado por la naturaleza y uso a que se destine. Generalmente es sencillo, reduciéndose a un machaqueo previo y eliminación de la humedad y finalmente, a una molienda hasta los tamaños de partícula deseados. La temperatura de secado depende de la utilización posterior de la arcilla (Regueiros, 1997).

CAPÍTULO II. UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y CARACTERIZACIÓN INGENIERO GEOLÓGICA DEL YACIMIENTO

2.1. Introducción

En el presente capítulo se exponen las características ingeniero-geológicas y minero-técnicas del yacimiento objeto de estudio.

2.2. Ubicación geográfica y geológica del yacimiento

El yacimiento objeto de estudio se encuentra ubicado en el extremo oriental del país, específicamente en el municipio de Moa, en el poblado La Granja de Centeno, al NE de la provincia Holguín, enclavado en el sistema montañoso “Sagua - Moa - Baracoa” delimitado por las coordenadas Lambert (Como se muestra en la tabla 1 y figura 2):

Tabla 1 Sistema de coordenadas Lambert

Vértices	X	Y
1	690 041	220 670
2	690 036	220 683
3	690 034	220 688
4	690 029	220 702
5	690 029	220 704
6	690 029	220 706
7	690 029	220 708
8	690 030	220 711
9	690 044	220 737
10	690 046	220 739
11	690 047	220 740
12	690 041	220 670

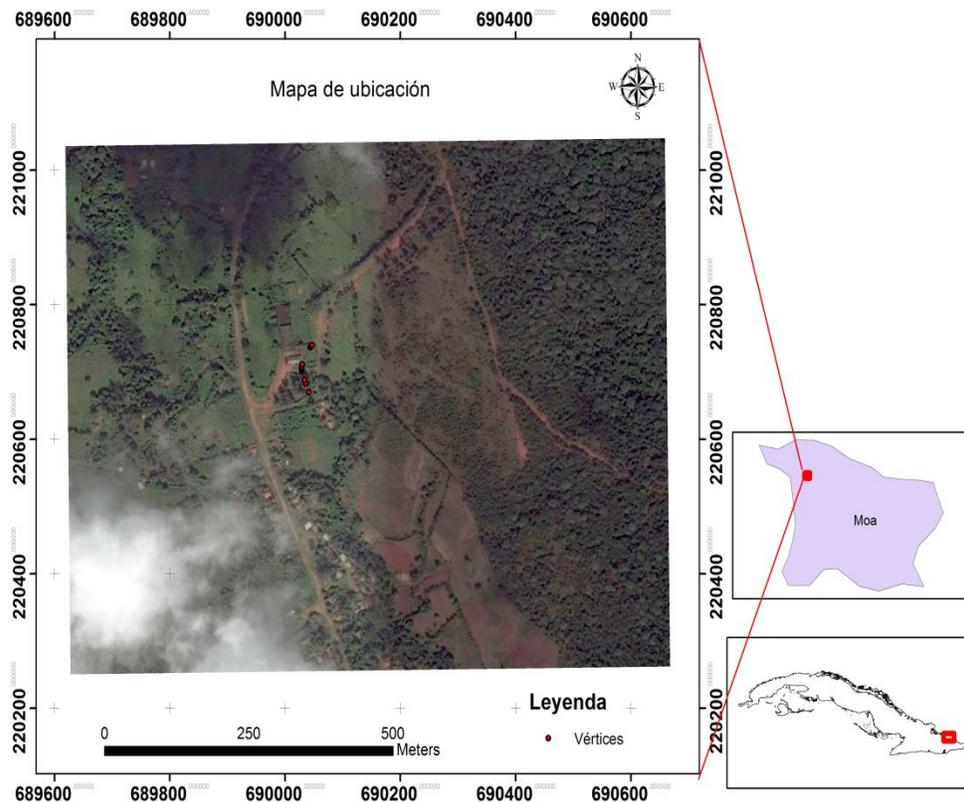


Figura 2 Ubicación geográfica de La Granja de Centeno. Tomado de (Google, 2019)

2.3. Economía de la región

El municipio de Moa, económicamente es uno de los más desarrollados del país, se distingue por tener una estructura centralizada en la minería y la metalurgia no ferrosa, con signos de participación en la rama química. El municipio está integrado por 21 instalaciones poblacionales, dos con la categoría de urbanos y 19 rurales, los que forman parte del Plan Turquino; programa de la Revolución para desarrollar económica y socialmente la zona montañosa del país. La infraestructura social en el distrito está representada por los subsistemas de salud, educación, cultura deporte y recreación (Borges, 2017).

2.4. Condiciones climáticas

El clima del territorio es tropical húmedo, con abundantes precipitaciones y grandes escurrimientos. El promedio de precipitaciones se encuentra entre 1 600 y

2 200 mm en el año, noviembre y diciembre son los más secos. Según los datos aportados por la estación hidro-meteorológica El Sitio y del pluviómetro Tele correo de Moa, la temperatura media anual oscila entre 22.6°C – 30.5°C, los meses más calurosos los de julio a septiembre y los más fríos enero y febrero; el promedio de precipitaciones anuales entre 1 231.3 - 5 212 m m; la evaporación media anual entre 1 880 – 7 134 mm (Borges, 2017).

2.5. Condiciones hidrográficas

La abundancia de precipitaciones, combinada con el relieve y las características del clima, favorece la existencia de una red hidrográfica bien desarrollada, fundamentalmente del tipo dendrítica, que corre de sur a norte. Representada por numerosos ríos y arroyos. El área de estudio es atravesada por el río Cabaña, su cuenca se localiza al noroeste del municipio de Moa. Cubre una superficie total de 81 km², donde su mayor elevación es de 390 m.s.n.m y su perímetro es de 61.44 km con pendientes mayores de 69.67° (Borges, 2017) .

2.6. Relieve

El área presenta un relieve predominantemente montañoso hacia el sur y hacia el norte es más suave cuando se aproxima a la costa. Se caracteriza por una alta complejidad, con predominio del sistema montañoso hacia la parte este, cota máxima de 1 139 m sobre el nivel del mar y ondulado hacia el norte, zona correspondiente a la región costera.

Aparecen varias formas de relieve, teniendo mayor relevancia la zona de llanuras, en especial las llanuras fluviales erosivas-acumulativas las que se localizan principalmente desde el centro del valle de la cuenca hasta el norte de la misma; la superficie topográfica pierde su regularidad al aparecer sectores de hasta 9° de pendiente, se condiciona la existencia de procesos erosivos. Al sur del área de estudio predomina el relieve montañoso, ocupado por la mayor extensión, las montañas bajas aplanadas y las pre montañas aplanadas ligeramente diseccionadas.

2.7. Condiciones hidrogeológicas del yacimiento

En el área las condiciones hidrogeológicas se basan en las características geológicas, geomorfológicas, climatológicas, hidrogeológicas y de yacencia de las rocas. En esta zona son abundantes las precipitaciones atmosféricas, de las cuales una parte se evapora y la otra se ingresa al escurrimiento superficial y a la alimentación del manto acuífero (Batista, 1998).

Teniendo en cuenta los tipos de rocas presentes en la zona y en el área de estudio, así como la capacidad de almacenar las aguas subterráneas, están presentes cinco complejos acuíferos que se describen a continuación: complejo acuífero de las ofiolitas; complejo acuífero de las lateritas; complejo acuífero de los sedimentos aluviales; complejo acuífero de los sedimentos costeros y complejo acuífero de los sedimentos terrígenos carbonatados (Batista, 1998).

2.8. Vías de acceso

El acceso al yacimiento objeto de estudio es a través de caminos que establecen rutas hasta el Tejar (centro de procesamiento de la materia prima). Los cuáles presentan un estado técnico que se cataloga de regular a bueno, requiriendo mantenimientos en algunos sectores.

En la figura 3, se puede observar una sección típica de corte y relleno, con las características que deben tener los caminos mineros.

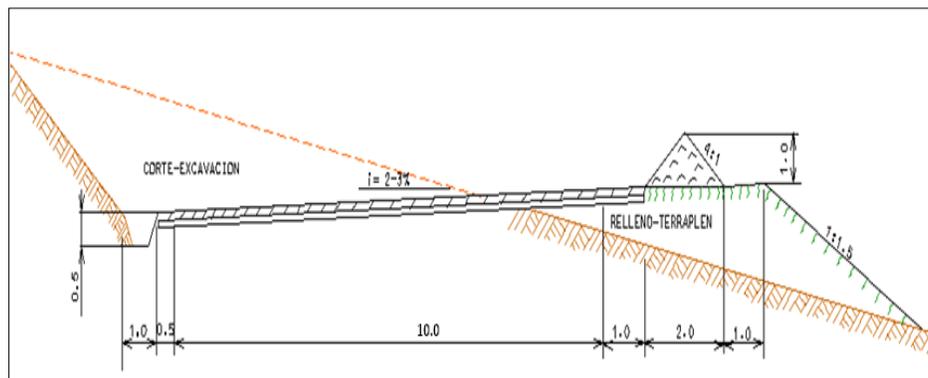


Figura 3 Sección típica de corte y relleno del camino. Tomado de (Mini proyecto Cuproníquel, 2015).

2.9. Flora y fauna

La vegetación presente en la región tiene características tropicales, en lugares planos de corteza del intemperismo se localizan bosques de pinos poco tupidos; para las zonas elevadas, como en las divisorias de las aguas son características las malezas tropicales. La vegetación de Moa es una de las de mayor biodiversidad en nuestra isla y ha sido ampliamente estudiada desde el punto de vista florístico (Mini Proyecto, 2015).

Además está presente la vegetación secundaria, formada por bosques degradados, matorrales y comunidades herbáceas, así como cultivos agrícolas, pastos y plantaciones forestales y frutales. En la figura 4 se muestran elementos de la vegetación observada en la cantera objeto de estudio, compuesta por pinos, helechos, chrysobalanus icaco, lipi lipi (eucaena), yagruma, júcaro, ocuje, entre otros (Mini Proyecto, 2015).



Figura 4 Vegetación del área de estudio. Tomado de (Bicet, 2019)

La fauna se caracteriza por artrópodos (arácnidos, insectos, crustáceos), moluscos, anfibios, reptiles y aves como: la Carta Cuba (*Todus multicolor*), el Pitirre (*Tyrannus caudifasciatus*), judío (*Crotophaga ani*). Se encuentra de forma abundante y posee ejemplares únicos en el territorio nacional; el área de estudio se caracteriza por la presencia de ciempiés (Se muestra en la figura 5).



Figura 5 Ciempiés, artrópodo presente en la cantera. Tomado de (Bicet, 2019)

2.10. Características geológicas de la región

La geología de la región se caracteriza por una gran complejidad condicionada por la variedad litológica presente y los distintos eventos tectónicos ocurridos en el paso del tiempo geológico, lo que justifica los diferentes estudios y clasificaciones realizadas, basadas en criterios o parámetros específicos (Mini Proyecto, 2015).

El área de estudio se encuentra en el Macizo Moa-Baracoa localizándose en el extremo oriental de la Faja Mayarí-Baracoa. Ocupando un área aproximada de 230 km² donde se localizan en numerosas terrazas o escalones de montaña y en mesetas, estas últimas en las partes altas del macizo montañoso. Se presenta un gran desarrollo de los complejos ultramáfico, máfico y vulcano-sedimentario mientras que el complejo de diques de diabasas está muy mal representado, apareciendo las diabasas descritas en la región en forma de bloques tectónicos incluidos en los niveles de gabros, sobre todo en la parte superior del complejo cumulativo (Mini Proyecto, 2015).

Estas se describen según la información del esquema geológico del área de estudio, escala original 1:100 000 (IGP, 2001) (figura 6).

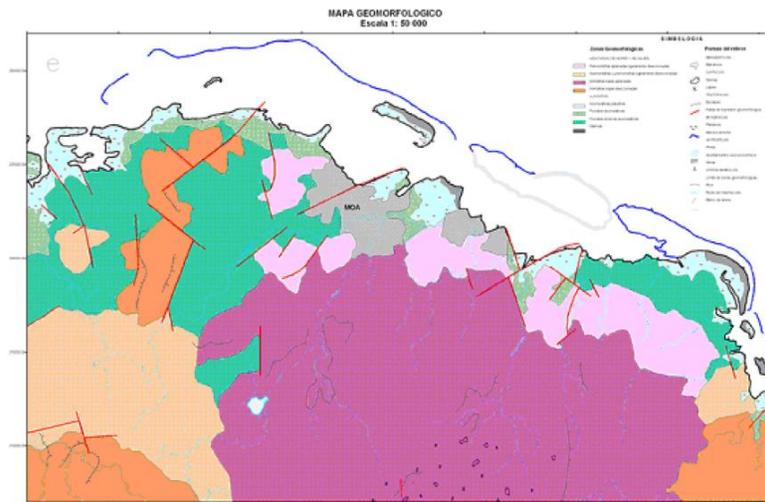


Figura 7 Esquema geomorfológico del área de estudio (modificado de (RODRÍGUEZ, 1998)

(RODRÍGUEZ, 1998) realizó un estudio morfo tectónico de la región y clasificó el territorio en dos zonas geomorfológicas fundamentales:

- Zona de Llanuras: se desarrolla en toda la parte norte del área ocupando la zona comprendida desde la barrera arrecifal hasta los 100 -110 m de altura hacia el sur, originadas por la acción conjunta de diferentes procesos morfo génicos entre los que predominan los fluviales y marinos. Entre los tipos de llanuras se encuentran las fluviales, marinas y palustres parálidas.
- Zona de Montañas: es la zona geomorfológica más extendida dentro del área de las investigaciones, ocupando toda la parte sur y central. Los valores morfo métricos, así como la configuración de las elevaciones son extremadamente variables en dependencia de las características litológicas y del agrietamiento de las rocas sobre las cuales se desarrolla, así como del nivel hipsométrico que ocupan.

- **Tipo de material a extraer. Características**

El mineral a extraer es un material orgánico arcilloso, con tonalidades de color rojo-blanco, con consistencia firme plástica. El uso industrial de la arcilla estará destinado a la industria local de materiales de la construcción UEB El Tejar de

Centeno para la confección de tejas francesas, tubos de conexión de baños sanitarios, ladrillos, etc.

2.12. Estimación del volumen de recursos (según categorías)

La estimación de recursos permite evaluar y garantizar 6 241m³ de lo previsto en la categoría de medidos, ubicados en un área de 4 161m² y una altura de bancos de 1,50 m, la potencia promedio para el mineral y el escombros se relacionan en la tabla 2.

Tabla 2 Estimación de los recursos. Parámetros utilizados

Parámetros	Valor	U/M
Área	4 161	m ²
Cantidad de escombros en el área	2 080	m ³
Potencia media de escombros	0,50	M
Mineral a explotar en el área	6 241	m ³
Potencia media de mineral	1,50	M
Tiempo para la explotación del área	21	Años

CAPÍTULO III. LABORES MINERAS PARA LA EXPLOTACIÓN DE LA CANTERA

3.1. Introducción

Según estudios realizados, la explotación de yacimientos ha reconocido la necesidad de los recursos minerales en el país como vía de llevar a cabo su desarrollo económico (Oficina Nacional de Recursos Minerales, 1999). El objetivo de este capítulo es efectuar el análisis de las labores de apertura y el sistema de explotación de la cantera N°4 La Granja de Centeno.

3.2. Condiciones minero-técnicas de la explotación

Dadas las características y condiciones que presenta la cantera, sobre todo su cercanía a la superficie (afloramientos en parte), será explotada por el método a cielo abierto. El sistema de explotación define el orden de formación de la zona de trabajo en la cantera en tiempo y espacio, y se caracteriza por el desarrollo armónico de los trabajos mineros en los escalones, forma de los frentes y dirección de desplazamiento.

El sistema de explotación a emplear, según el orden de los trabajos en profundidad es el propuesto por (Reshevsky, 1984) y (Arsentiev, 1987). El desarrollo de la explotación se realizará con profundización por bancos de 2 m de altura longitudinal al rumbo en todos los casos (como muestra la figura 8). Los principales elementos del sistema de explotación son: escalones de trabajo, trincheras de apertura, plazoletas de trabajo, zanjas de preparación, etc.

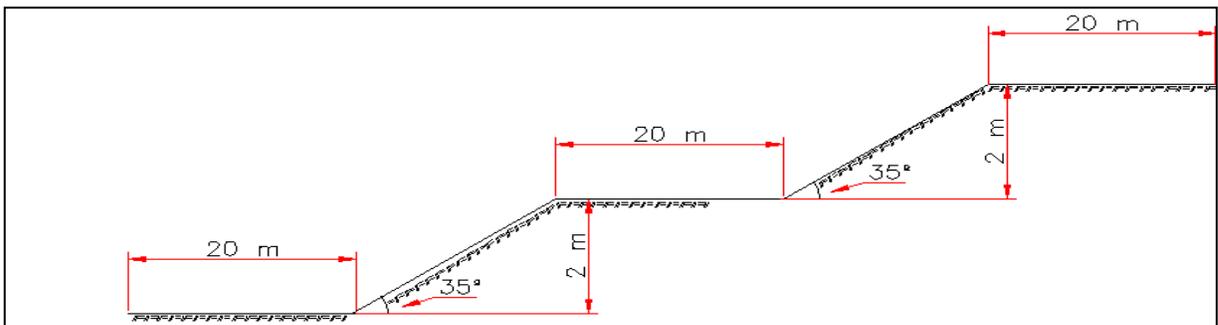


Figura 8 Diseño del talud. Tomado de (mini proyecto Cuproníquel, 2015)

El sistema de explotación de la cantera se realizará de sur a norte por todo el límite del área de la cantera, conformando un banco de 2 m de altura. Existe un vial hasta la explotación en buen estado.

3.3. Régimen de trabajo

En la cantera el régimen de trabajo se conforma por días laborales de un turno de 6 horas, el horario laboral está comprendido entre las 7:00 am hasta la 1:00 pm de lunes a viernes (Relacionada en la tabla 3).

Tabla 3 Régimen de trabajo establecido en la cantera

Días	Cantidad
Días calendarios	365
Días perdidos por condiciones climáticas	10
Otros imprevistos	5
Días feriados al año	7
Número de días laborables al año	331
Turnos de trabajo al día	1
Horas de un turno	6
Aprovechamiento del tiempo (%)	85

3.4. Volumen del material útil in situ a extraer en dos años

La dirección de la empresa que solicita la concesión para la extracción de arcilla de la cantera N°4 para la producción de la UEB de materiales de la construcción El Tejar de Centeno será de 25 m³ /mes, o sea 300 m³ al año; por tanto el volumen a extraer en dos años será de 600 m³.

Volumen total

$$V_t = A * H_b$$

Ecuación 1

$$V_t = 4161m^2 * 1.50m$$

$$V_t = 6\ 241m^3$$

Dónde:

V_t : Volumen total

A : Área

H_b : Altura del banco

Tiempo de explotación de la cantera

$$T_{expl} = V_{est}/V_{tm}$$

Ecuación 2

$$V_u = 6241/300$$

$$V_u = 21 \text{ año}$$

Dónde:

V_{est} : Volumen estimado de recursos del área

V_{tm} : Volumen total de material útil in situ a extraer en un año

Las reservas de la cantera N° 4 serán explotadas en un periodo de 21 años. La extracción mensual de la misma será de 25 m³ y la anual de 300 m³, para un total de 600 m³ a extraer en un periodo de 2 años. El volumen de los restantes 19 años será de 5 641 m³. Para un total de reservas a extraer de 6 241 m³.

Se propone extraer y acarrear las reservas en tiempo de seca, para evitar posibles paradas en la producción, ya que estas canteras son de arcilla muy plástica lo que imposibilita tiempos muy lluviosos.

3.5. Labores de extracción del mineral útil (equipamiento o herramientas) con que se realizará la extracción

La extracción del material será de forma manual con picos con punta y paleta de 76 mm, cabo de madera de 90 cm (Figura 9), además de barretas de hierro de 0.7 m y 1.40 m (Figura 10); la carga se realizará también de forma manual con una

pala redonda de acero con cabo de madera y metal con dimensiones de 22x29 cm (Se observa a continuación en la tabla 3, figura 11); para el transporte se utilizará una carretilla manual metálica modelo CA 5 080 la cual cuenta con las siguientes características (Como muestra la tabla 4, figura 12).

Tabla 4 Datos de la carretilla y la pala

Modelo	Capacidad de carga (kg)	Capacidad de carga (m^3)	Peso (kg)	Profundidad de la bandeja (mm)	Dimensiones (mm)	
					Largo	Ancho
CA5080	80	0.127	7.4	225	790	560
Pala redonda	-	0.010	-	-	29	22



Figura 9 Pico con punta y paleta

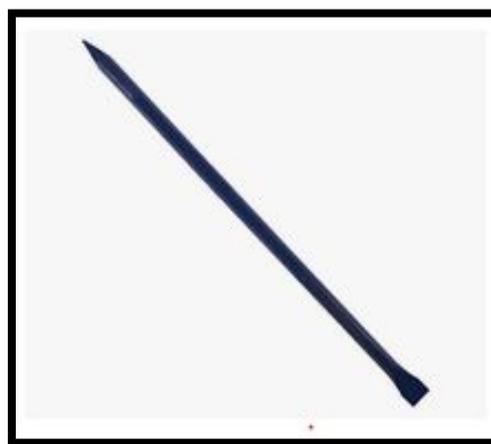


Figura 10 Barreta de hierro.



Figura 11 Pala redonda



Figura 12 Carretilla metálica

3.5.1. Apertura

Los trabajos mineros para la apertura consisten en el laboreo del frente de trabajo y las herramientas para realizarlas. El tipo de excavación caracteriza el método de apertura.

La apertura se realiza para asegurar el enlace de los trabajadores entre los puntos de carga de la masa minera y los puntos de su descarga en depósito, lo cual debe garantizar el funcionamiento normal de los flujos de carga en la cantera.

Los factores fundamentales que influyen sobre los índices técnicos - económicos de la apertura son: número y volumen de las excavaciones, gastos para su laboreo y las herramientas de trabajo, tiempo de apertura de los diferentes horizontes, plazo de construcción de toda la cantera, la distancia de transportación y los gastos para este proceso productivo, etc.

3.5.2. Labores de apertura con calendario de minería

Los trabajos de apertura y explotación para la cantera se realizaran de la siguiente manera:

- Replanteo y construcción de los accesos al frente de trabajo, que serán conformados con el mismo material de los depósitos.

- Replanteo por la comisión de topografía o de forma manual con cinta métrica por el personal técnico.
- Arranque del material en el depósito con pico con punta y paleta y Barreta de hierro.
- Dejar una pequeña pendiente en el sentido de avance del frente para facilitar el escurrimiento de las aguas a medida que avance el mismo.
- Dejar a medida que avance el frente de trabajo los pilares de seguridad a ambos lados del área de explotación.
- Dejar pilares de seguridad de 20 metros en las áreas que se explotaran cercanas a los ríos.

3.6. Plan calendario de minería

Primer año de explotación

En el primer trimestre de explotación se procederá a destapar la parte superior del área que cuenta con una altura de 0,50 m. La zona de explotación tiene un área de 4 161 m² y aportará a la producción un volumen de material útil de 6 241 m³ con altura total de 1.50 m.

Para su explotación será necesario la utilización de métodos rudimentarios debido a que según la Resolución 35 el tipo de minería que se realiza es del tipo artesanal o pequeña minería. Como muestra el Anexo 2.

Segundo año de explotación

A partir del segundo trimestre comenzarán las labores de explotación en la cota +15 hasta la cota complementaria +15.20. A partir de la cota +15.20 hasta la cota complementaria +15.40 culminaremos las labores de explotación del primer año con una producción de 300 m³. Como muestra Anexo 2.

En la cota +15.40; +15.60 se realizará la extracción de 300 m³ que garantiza la producción del segundo año de explotación. Como muestra Anexo 2.

3.7. Tala y desbroce

La tala consiste en el corte de los arbustos presentes en el área. El desbroce se basa en la extracción y retiro de los arbustos, plantas, troncos, malezas, basura y cualquier otro objeto no deseable del área. Los productos del desbroce se retirarán de la zona y se ubicarán en el depósito localizado en la escombrera.

Equipos y medios necesarios para esta actividad: sierras mecánicas, machetes, hachas, picos, barretas, palas y carretillas.

3.8. Volumen y características del destape y del estéril

El volumen total de reservas listas en el área es de $6\,241\text{m}^3$, ya que la misma cuenta con un área de explotación de $4\,161\text{m}^2$ y una altura útil de explotación de 1,50 m y 0,50 m de destape, teniendo que trasladar un volumen de escombro de $2\,080\text{m}^3$.

3.9. Escombreras

3.9.1. Método de selección del emplazamiento de las escombreras

La elección del área de ubicación de la escombrera persigue diversos objetivos como son:

- Minimizar los costos de transporte y vertido.
- Alcanzar la integración y la restauración de la estructura en el entorno.
- Garantizar el drenaje.
- Minimizar el área afectada.
- Minimizar la alteración sobre habitats y especies protegidas, etc.

El material estéril extraído durante las labores de apertura y explotación del área se almacenarán en la escombrera la cual se encuentra a una distancia de 25 m del punto de explotación.

La escombrera diseñada tiene una capacidad de $3\,000\text{m}^3$, se conformará en un nivel desde la (cota +15 m) hasta el nivel + 23 con una altura de 2,5 m. Las características de la escombrera del yacimiento son las siguientes:

- Largo: 40 m
- Ancho: 30 m
- Altura: 2.5 m con un nivel
- Forma geométrica: Rectangular
- Ángulo de reposo: 2 600
- Cota máxima: 23.0
- Cota mínima: 15.0

Durante la planificación y proyección de la escombrera se deben considerar los siguientes factores:

- Estar situadas en áreas sin mineral o en zonas de minado antiguo
- No obstaculizar el desarrollo de los trabajos mineros
- Cumplir las normas de seguridad
- Encontrarse a una distancia mínima del punto de carga de material estéril
- Las escombreras deben tener un tamaño racional respecto al volumen a depositar
- Ubicación en lugares ocultos, aprovechando obstáculos naturales del terreno y alejamiento de focos principales de observación, no tapando vistas panorámicas
- Garantizar una geometría estable
- Uso de criterios de escala: Tamaño de la escombrera y entorno donde se ubica

3.10. Cálculo de las herramientas de trabajo en las labores de destape

- Cálculo de la carretilla

Productividad horaria

$$Q_h = \frac{60 \cdot C_c}{T_c}$$

Ecuación 3

$$Q_h = \frac{60 \cdot 0,127}{38,43}$$

$$Q_h = 0,19 \text{ m}^3/h$$

Dónde:

C_c : Capacidad de la carretilla: $0,127 \text{ m}^3$

T_c : tiempo de ciclo: 38,43 min (2305,8seg)

Cálculo del tiempo de ciclo

$$T_c = T_1 + T_2 + T_3 + T_v + T_m$$

Ecuación 4

$$T_c = 3 + 19,23 + 14,7 + 0,5 + 1$$

$$T_c = 38,43 \text{ min} = 2305,8 \text{ seg}$$

Dónde:

T_1 : Tiempo de carga de la carretilla: 3 min (180 seg)

T_2 : Tiempo de recorrido cargado: 19,23 min (1 153 seg)

T_3 : Tiempo de recorrido vacío: 14,7 min (882 seg)

T_v : Tiempo de descarga de la cuchara: 0,5 min (30 seg)

T_m : Tiempo de maniobra: 1 min (60 seg)

- Productividad por turno

$$Q_{turno} = Q_h * N_{h/turno}$$

Ecuación 5

$$Q_{turno} = 0,19 * 6$$

$$Q_{turno} = 1,14 \text{ m}^3/\text{turno}$$

Dónde:

$N_{h/turno}$: Horas de un turno de trabajo

Q_h : Productividad horaria

- Productividad en el día

$$Q_{día} = N_t * Q_t$$

Ecuación 6

$$Q_{día} = 1 * 1,14$$

$$Q_{día} = 1,14 \text{ m}^3/t$$

Dónde:

N_t : Número de turnos

Q_t : Productividad por turno

- Productividad anual

$$Q_a = N_a * Q_t$$

Ecuación 7

$$Q_{\text{día}} = 90 * 1,14$$

$$Q_{\text{día}} = 102,6 \text{ m}^3/\text{año}$$

Dónde:

N_a : Días laborables al año (90)

Q_t : Productividad por turno

3.10. Cálculo de las herramientas de trabajo en las labores de extracción del mineral útil

- Cálculo de la carretilla

Productividad horaria

$$Q_h = \frac{60 * C_c}{T_c}$$

Ecuación 8

$$Q_h = \frac{60 * 0,127}{50}$$

$$Q_h = 0,15 \text{ m}^3/h$$

Dónde:

C_c : Capacidad de la carretilla: 0,127 m³

T_c : tiempo de ciclo: 50 min (3 000 seg)

Cálculo del tiempo de ciclo

$$T_c = T_1 + T_2 + T_3 + T_v + T_m$$

Ecuación 9

$$T_c = 3 + 25.5 + 20 + 0.5 + 1$$

$$T_c = 50 \text{ min} = 3000 \text{ seg}$$

Dónde:

T₁: Tiempo de carga de la carretilla: 3 min (180 seg)

T₂: Tiempo de recorrido cargado: 25,5 min (1 530 seg)

T₃: Tiempo de recorrido vacío: 20 min (1 200 seg)

T_v: Tiempo de descarga de la cuchara: 0,5 min (30 seg)

T_m: Tiempo de maniobra: 1 min (60 seg)

- Productividad por turno

$$Q_{turno} = Q_h * N_{h/turno}$$

Ecuación 10

$$Q_{turno} = 0,15 * 6$$

$$Q_{turno} = 0,9 m^3/turno$$

Dónde:

N_{h/turno}: Horas de un turno de trabajo

Q_h: Productividad horaria

- Productividad en el día

$$Q_{día} = N_t * Q_t$$

Ecuación 11

$$Q_{día} = 1 * 0,9$$

$$Q_{día} = 0,9 m^3/t$$

Dónde:

N_t: Número de turnos

Q_t: Productividad por turno

- Productividad anual

$$Q_a = N_a * Q_t$$

Ecuación 12

$$Q_{día} = 331 * 0,9$$

$$Q_{día} = 297,9 m^3/año$$

Dónde:

N_a : Días laborables al año (331)

Q_t : Productividad por turno

- Productividad durante la etapa de explotación

$$Q_{etapexp} = Q_{día} * N_d \quad \text{Ecuación 13}$$

$$Q_{etapexp} = 0,9 * 662$$

$$Q_{etapexp} = 595,8m^3$$

- Número de carretillas

$$N_c = \frac{V_m}{Q_{etapexp}} \quad \text{Ecuación 14}$$

$$Q_h = \frac{6241}{595,8}$$

$$Q_h = 8,9 = 9 \text{ carretillas}$$

Para cada carretilla se asigna un trabajador, por tanto, por cada 2 carretillas se asigna un trabajador más para un total de 13 trabajadores. Así mismo, a cada carretilla corresponden 9 palas por lo que sería la misma cantidad de trabajadores (9). En el caso de las barretas (4) por cada 2 se suma un trabajador más para un total de 6 trabajadores para barretas. De los cinco picos cada 2 de ellos se suma un trabajador más para un total de 7 trabajadores con pico. En él área habrá un total de 35 trabajadores.

CAPÍTULO IV. CÁLCULO ECONÓMICO DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN

4.1. Introducción

El presente capítulo tiene como objetivo efectuar el estudio económico de la explotación de la cantera N°4 La Granja de Centeno.

El indicador fundamental para establecer la efectividad de cualquier proyecto que se confecciona es el costo de producción de una tonelada por m³ del mineral extraído. Contiene los gastos que se originan durante el desbroce, destape y arranque; así como los gastos en el proceso de extracción del material útil.

El costo de extracción puede disminuirse a partir de la reducción de los distintos gastos que la componen, lo cual se puede lograr con el empleo de:

- Técnicas y tecnologías desarrolladas que permitan elevar la productividad del trabajo.
- Organización óptima de los trabajos que permitan la máxima eficiencia en la utilización de los equipos y recursos humanos.

4.2. Determinación de los costos

En el presente trabajo se calculó el costo estimado de la tala y desbroce, carga y acarreo del material hasta el Tejar.

Se han utilizado los precios actualizados en los renglones variantes del Sistema Presupuestario de la Construcción (PRECONS II). No se han tenido en cuenta los presupuestos independientes y otros gastos adicionales que no intervienen directamente en este costo.

4.3. Costos de producción en las labores de extracción

Los gastos originados por la actividad de extracción (arranque) se muestran en la tabla 5.

Tabla 5 Gastos por concepto de salario Gs

Puesto de trabajo	Cantidad trabajadores	Salario mensual (\$/mes)	Tiempo de trabajo (meses)	Salario total (\$)
trabajadores	35	321,25	22	247 362,5
Total				247 362,5

Gastos originados en las labores de extracción

$$G_d (\text{extracción}) = G_d + G_e + G_t$$

Ecuación 15

$$G_d (\text{extracción}) = 21,86 + 1\ 260 + 405,9$$

$$G_d (\text{extracción}) = 1\ 688 \text{ USD}$$

Los gastos originados en las labores de desbroce y transporte se muestran en la tabla 6.

Tabla 6 Gastos originados en las labores de desbroce y transporte

Cantera N°4. La Granja de Centeno						
Desbroce	U/M	Precio	Cantidad	Costos anuales	Costos 2 años	Costos 21 años
	100 m ²	5,52	4 161 m ²			
Extracción	m ³	2,10	600	630,00	1 260,00	13 106,10
Trasporte convencional						
Hasta 1 km de distancia	100 m ³	67,65	2 641	202,95	405,9	4 222
Total				842,18	1 687,76	17 557,78

- Gastos directos

$$G_d = G_{\text{direct ext}} + G_s$$

Ecuación 16

$$G_d = 1\,688 + 247\,362,5$$

$$G_d = 249\,051 \text{ USD}$$

- Gastos indirectos

$$G_{\text{ind}} = G_d * 0,06$$

Ecuación 17

$$G_{\text{ind}} = 249051 * 0,06$$

$$G_{\text{ind}} = 14943\$$$

- Gastos totales

$$G_{\text{totales}} = G_d + G_{\text{ind}}$$

Ecuación 18

$$G_{\text{totales}} = 249051 + 14943$$

$$G_{\text{totales}} = 263\,994\$$$

- Costo total por m³ de material extraído

$$C_t = \frac{G_t}{V_{\text{min}}}$$

Ecuación 19

$$C_t = \frac{263994}{600}$$

$$C_t = 439,99 \$/m^3$$

Dónde:

Gt: Gasto total

Vmin: Volumen de mineral a extraer

Los gastos totales de la reforestación, mantenimiento y los procesos tecnológicos se muestran en la tabla 7.

Tabla 7 Gastos totales de reforestación, mantenimiento y los procesos tecnológicos

Etapas	Salario (\$)	Desbroce (\$/m²)	Extracción (\$/m³)	Trasporte (\$/m³)	Costo de producción (\$/m³)
Gasto total (\$)	247 362,5	21,86	1 260,00 \$	405,9	439,99

CAPÍTULO V. REGULACIONES LEGALES, MEDIO AMBIENTE Y SEGURIDAD MINERA

5.1. Introducción

El presente capítulo tiene como objetivo dar a conocer las principales regulaciones relacionadas con la minería artesanal y de carácter ambiental, estas últimas que pueden ocasionar las explotaciones y actividades mineras para evitar daños irreversibles al medio ambiente.

5.2. Principales regulaciones legales vigentes

La legislación ambiental cubana comprende una serie de regulaciones jurídicas ambientales de diferentes jerarquías: Leyes, Decretos - Leyes, Decretos, Resoluciones, Resoluciones Conjuntas, Acuerdos y Normas. El cumplimiento de las mismas tiene un carácter obligatorio para las personas naturales y jurídicas; las actuaciones que por acción u omisión violen los preceptos que en ellas se establecen y ocasionen daños al medio ambiente conllevan a la aplicación de sanciones que pueden ser procesadas por las vías civil o administrativa si no constituyen delito, o por la vía penal si son constitutivas de delito. (Ley 76 de Minas, 1994).

Con el impulso de la formalización de las actividades mineras artesanales, se ha dado un paso de avance con la consolidación de la actividad para incentivar la pequeña minería, con mayores oportunidades de desarrollo para quienes se dedican a esta actividad, como un mayor beneficio para el Estado, no solamente por el ingreso tributario, sino por el cuidado al ambiente y el relacionamiento con las comunidades en las zonas de influencia. La gestión en el ejercicio fiscal continúa implementando los cimientos para el desarrollo responsable del sector, que contribuirá en el mediano y largo plazo al desarrollo nacional.

En el capítulo V del Decreto no. 222 de la Gaceta Oficial de la República de Cuba

año xcv; en su artículo 53: considera a las pequeñas producciones mineras, atendiendo a lo establecido en el artículo 46 de la Ley de Minas, y en correspondencia con la clasificación de los grupos de recursos minerales establecidos en el artículo 13 de la misma, todos los yacimientos de minerales contemplados en los Grupos I, III y IV. En el artículo 54 las concesiones para la pequeña minería de los minerales de los Grupos I, III y IV serán otorgadas mediante Resolución del Ministro de la Industria Básica y serán aprobadas por el Consejo de Ministros o su Comité Ejecutivo.

5.3. Medidas a tener en cuenta para minimizar los impactos generados en la fase de explotación

Se hace necesario tener en cuenta una serie de medidas durante la explotación y cierre de las canteras con el fin de mantener un equilibrio en el Medio Ambiente circundante, dentro de las cuales podemos citar: (*Medidas específicas según la actividad a realizar*), (Ley No. 81 . Ley de Medio Ambiente, 1997):

Preparación del yacimiento:

- Se prohibirá el acceso a la cantera a las personas ajenas a la actividad minera.
- Disminuir los impactos visuales innecesarios que pudieran producirse por la actividad minera.
- El uso de los medios de protección personal.
- Se instalarán cuantas señales de seguridad oriente el Departamento de Seguridad del Trabajo de la Empresa.
- Utilizar solo las vías de acceso autorizadas.
- Siempre que sea posible, lograr el acceso a los puntos deseados sin la creación de nuevos caminos, pues la creación de los mismos implica el aumento de los procesos erosivos.

Medidas para la fase de explotación

- La entidad constructora limitará su perímetro a las áreas definidas por proyecto.
- Los desbroces se efectuarán de acuerdo a las necesidades de cumplimiento de los planes de producción y que se establecen en los planes de minería.
- Garantizar la utilización racional del suelo, incrementando en lo posible el coeficiente de utilización del terreno.
- Aprovechar las características físico geográficas del lugar, tales como pendientes, drenaje natural, vegetación, evitando las modificaciones del entorno físico.
- Lograr que las nuevas plataformas que se construyan garanticen el escurrimiento superficial del área.
- Construir y preservar un sistema de drenaje, evitando inundaciones.
- Realizar guardarrayas que delimiten las áreas de trabajo en el yacimiento, evitando la propagación de incendios.
- Se conformarán los pilares de seguridad con un talud 1-2 m, pues con el trabajo diario pueden sufrir deslizamientos y no funcionar para lo que están previstos.

Medidas de la etapa de cierre:

- Se propone en la etapa de cierre, la siembra de árboles en los alrededores de la cantera, principalmente maderable y frutal propios del territorio.
- En el Plan de Rehabilitación debe incluirse la recuperación del ecosistema que existía antes de comenzar la explotación del yacimiento, tanto la flora como la fauna.
- Eliminación de caminos no necesarios para la rehabilitación. (Ley No. 85 . Ley Forestal).

Seguridad Minera

La explotación de las canteras debe realizarse de acuerdo a las soluciones del presente trabajo, además deben poseerse los documentos gráficos de explotación. Se han tenido en cuenta los documentos legales establecidos por el país para la protección e higiene del trabajo, para la identificación evaluación y control de riesgos, así como las normas para la minería a cielo abierto. (Ley No. 13 Protección e Higiene del trabajo).

Las medidas de seguridad mínimas que se tendrán en cuenta durante la explotación de esta cantera serán las siguientes:

- Los obreros que ingresen a trabajar deben ser capacitados en técnicas de seguridad en su puesto de trabajo y de primeros auxilios.
- La dirección técnica de los trabajos estará a cargo del personal designado a tales efectos.

5.5. Plan de rehabilitación de las áreas minadas

El proceso de rehabilitación de la cantera se hará a partir de la recultivación natural, a pesar de ello se tendrán en cuenta algunas acciones fundamentales:

- Dejar pilares de seguridad en las áreas que están cercas de las márgenes de los ríos (20 metros).
- Conformar los taludes de los pilares de seguridad.
- Conformar los caminos que puedan ser afectados.

CONCLUSIONES

1. Se realizó la caracterización ingeniero-geológico de la cantera N° 4 La Granja de Centeno, lo que permitirá extraer de manera racional y eficiente las reservas de arcillas existentes, considerando las características de las herramientas utilizadas y el ambiente natural del yacimiento.
2. A partir de los criterios y correcciones señaladas por la Oficina Nacional de Recursos Minerales (ONRM), y teniendo en cuenta para su confección lo legislado en relación a pequeña minería o minería artesanal, se diseñó la apertura y el sistema de explotación del yacimiento.
3. A partir de lo establecido en la resolución No. 35 se realizó el cálculo correspondiente a los parámetros del proceso tecnológico de la explotación de la cantera N° 4 La Granja de Centeno. Se obtuvo como resultado la productividad mensual, anual, la cantidad de trabajadores, cantidad de herramientas necesarias, los gastos generados por las distintas operaciones y el costo del proyecto.
4. Se efectuó la valoración técnico-económica del proyecto y se obtuvo como resultado que el costo de producción es de 439,99 \$/m³, lo cual hace rentable la explotación de la cantera.
5. Se especificaron las medidas para la disminución del impacto ambiental generado por la actividad minera y se propuso las medidas de seguridad que garantizan los trabajos mineros durante la explotación de la cantera No. 4 La Granja de Centeno.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda disponer de la Licencia Ambiental para la explotación de la cantera.
2. Realizar la minería siguiendo la estrategia y planificación establecida en el presente proyecto.
3. Se recomienda el estricto control topográfico para la nivelación de las plataformas y frente de trabajo, para evitar la acumulación de agua proveniente de las precipitaciones debido a las irregularidades en el terreno.
4. Se recomienda un estricto control topográfico en los taludes finales para evitar los procesos erosivos en los mismos, los que condicionan la inestabilidad y su posible deslizamiento.
5. Actualizar el cálculo económico de este proyecto cada dos años de explotación.

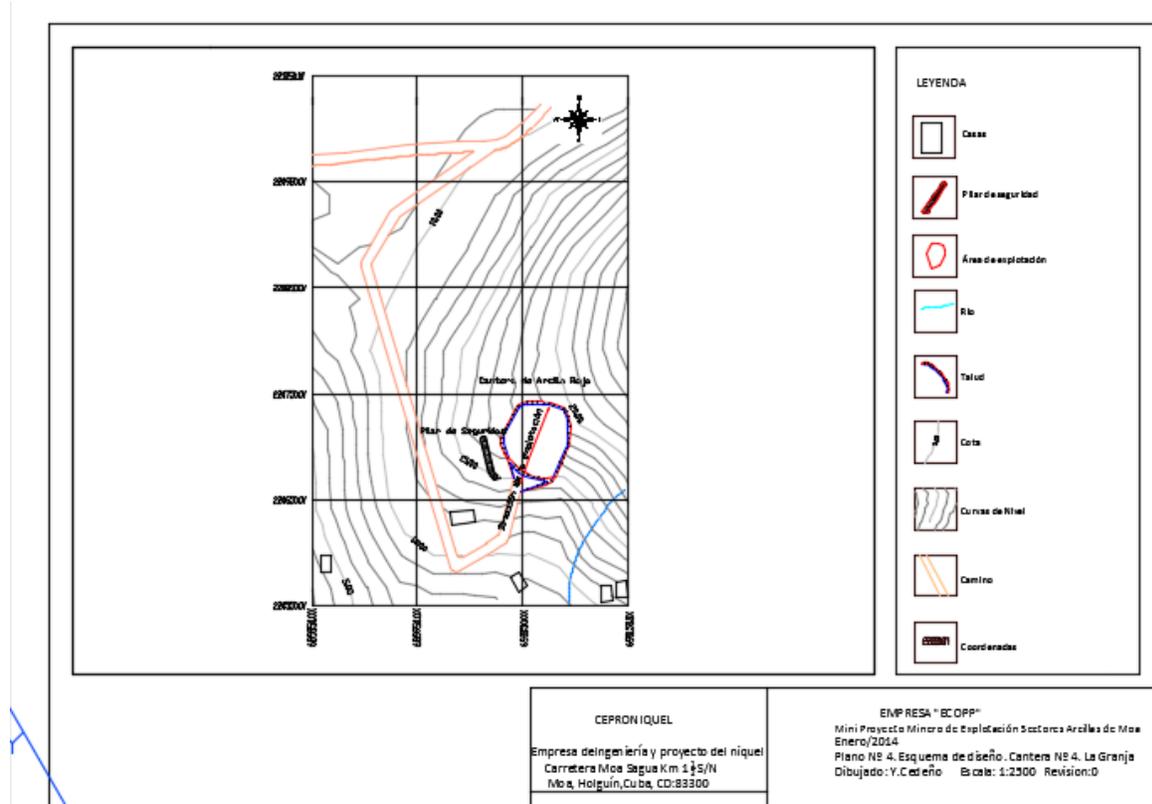
BIBLIOGRAFÍA

1. Arsentiev, A. I. (1987). *Apertura y Sistema de explotación de Minas a Cielo Abierto*. Moscú, Nedra. Nedra: Moscú.
2. Artículo 13 de la Ley 76, Ley de Minas.
3. Báez, M. (2017). *Evaluación de las arcillas de un nuevo sector en Centeno, para su utilización en la Cerámica roja del municipio de Moa*.
4. Barreto, M. L. (2002). *La formalización de la minería en pequeña escala*.
5. Batista, J. (1998). *Caracterización geológica y estructural de la región de Moa a partir de la interpretación del levantamiento aero magnético 1: 50 000*. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.
6. Borges, Y. (2017). *Evaluación de los geoindicadores suelo y agua en el sector "La Granja", Centeno, Moa. Cuba*.
7. Briones, B. F. (2016). *"EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA EXPLOTACIÓN DE* . Cajamarca – Perú.
8. Chaparro, E. (2002). *La llamada pequeña minería: un renovado enfoque empresarial, serie Recursos naturales e Infraestructura No9, LC/L*. Santiago de Chile.
9. Díaz, L. T. (2002). *Arcillas cerámicas: Una revisión de sus distintos tipos, significados y aplicaciones*. Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, 41 (5), 459-470.
10. Figueiral, S. R. (2010). *Valoración de mezclas de arcilla de la región de Centeno para su utilización en la industria de materiales locales*. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa Dr Antonio Núñez Jiménez.
11. García. (2017). *Caracterización Hidrométrica de las Arcillas*.
12. Ley 76 de Minas.

13. Ley 76 de Minas. (1994). *Ley de Minas y el Decreto No.222 del Reglamento de la Ley de Minas.* . Cuba.
14. *Ley No. 13 Protección e Higiene del trabajo.* Cuba.
15. *Ley No. 85 . Ley Forestal.* Cuba.
16. (1997). *Ley No. 81 . Ley de Medio Ambiente.* Cuba.
17. Resolución 35 (31 de enero de 2011).
18. (2011.). *Resolución No. 35.* Cuba.
19. Linares, H. C. (2008). *La arcilla como material cerámico. Características y comportamiento.* Universidad de Granada.
20. Méndez, D. Á. (2010). *Caracterización mineralógica y tecnológica de materiales arcillosos del territorio de Moa para su empleo en la industria local.*
21. Méndez, D. A. (2010). *Caracterización mineralógica y tecnológica de materiales arcillosos del territorio de Moapara su uso en la industria local.*
22. (2015). *Mini Proyecto.* Ceproníquel., Cuba.
23. Oficina Nacional de Recursos Minerales. (1999). *Manual de Procedimiento Minero de Cuba.* Cuba.
24. Regueiros. (1997). *Innovaciones y avances en el sector de las rocas y minerales industriales.* Ilustre colegio Oficial de Geólogos de España.
25. Reshevsky. (1984). *Procesos de los trabajos mineros a cielo abierto.* . Nedra, Moscú.
26. Rodríguez, A. (1998). *Estudio morfo tectónico de Moa y áreas adyacentes para la evaluación de riesgos de génesis tectónicas.* Tesis Doctoral, Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Departamento de Geología. Cuba.
27. Suárez, G. (2004). *Las arcillas: propiedades y uso.* Universidad Complutense.

ANEXOS

Anexo 1: Plano General



Anexo 2: Plan Calendario de Explotación

