



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

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

**TÍTULO: DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DE LA CANTERA DE
ÁRIDOS EL CACAO DE LA PROVINCIA GRANMA**

Autora: Tchyloia Sallette Goverffo Lourenço

**Moa – 2018
Año 60 de la Revolución**



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

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

**TÍTULO: DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DE LA CANTERA DE
ÁRIDOS EL CACAO DE LA PROVINCIA GRANMA**

Autora: Tchyloia Sallete Goverffo Lourenço

Tutores: Ms. C. Ana Caridad Che Viera

Dra. C. Mayda Ulloa Carcassés

**Moa – 2018
Año 60 de la Revolución**

Dedicatoria

Dedico este trabajo a la mujer más importante de mi vida mi madre: Evalina Goverffo do Nascimento por apoyarme en todos estos años, por la educación que he recibido, por ser quien soy hoy como persona, que ha dado todo de sí para criarme con tanto sacrificio, que supo quitarse lo de ella para dármelo a mi aun cuando lo necesitaba más que yo, por ser esa gran mujer batalladora y luchadora, y mi ejemplo a seguir. También a mi tía del alma Sofia Pereira Goverffo do Nascimento por su amor incondicional y por ser otra madre más para mi, aquella tía querida que uno siempre sabe que puede contar, la tía amiga que tanto amo, a él que también es como si fuera mi padre que ha acompañado mi crecimiento y ha contribuido con su ayuda, amor, atención, cariño, mi tío del alma Simão Jorge, a mi hermana Russyleth que ha estado presente en todos los momentos de mi vida, por ser la amiga que es y por ser esa persona excepcional, a mis tías Felizarda, Ana Paula, Maria de Lurdes y Mariana por estar siempre en mi vida, y dándome fuerzas y apoyándome.

Agradecimientos

A Dios todo poderoso por permitir que obtuviera esa beca para poder realizar unos de mis sueños que es mi formación, por estar a mi lado en los momentos más difíciles de mi vida, por cuidarme y protegerme siempre, por ser ese Dios maravilloso y poderoso.

A mi madre Evalina Goverffo do Nascimento por su apoyo y amor incondicional, por ser la mujer más importante de mi vida.

A mi familia: mis hermanos (Russyleth, Hadilson y José Lourenço), primos en el general, y en especial a mis queridos abuelos Manuel Goverffo do Nascimento y Sofia Mariano Pereira da Silva do Nascimento.

A la familia Torres Guzmán. A Marianna por ser esa hermana maravillosa, que ha estado en momentos que pensé que ya no había fuerzas, por su amor, por mi perrita pitucha que ha sido el motivo con que esas personas llegaran hasta mí, a mi mamy linda y mi papi Maricelis y Pompilio, a todas mis tías, primos, y a los abuelos que he ganado, gracias por todo lo que hicieron por mí en estos 5 años de lucha.

Al sol eterno Luis Ángel Galano Rodríguez por su apoyo y ayuda desinteresadamente, por siempre estar disponible cuando lo

necesito, por su amistad, cariño, amor, paciencia, por ser la persona más comprensible, nunca me cansaré de agradecer todo el amor que me brindas, por darme nuevos padres del corazón Ángel Galano y Hilda Rodríguez, y una nueva hermana Mirelvis, a esta familia que desde el primer momento me abrió las puertas de su casa, que me han ayudado, me han cuidado como una hija más, a Ángel en especial, por todos sus consejos.

A mis hermanas, amigas, compañeras de lucha (Tchissola, Fina, Jessica, Marinela y Loide Gamboa), por su amistad, por todos los momentos que hemos compartidos juntas, por sus consejos, por estar conmigo en los momentos difíciles, por nuestras fiestas, por todos los momentos de diversión, por ser las loquitas de mi vida y de mi corazón.

A una persona muy especial, Armando João Ricardo que ha ganado un lugar importante en mi vida, también me ha apoyado, gracias por todos esos momentos inolvidables, por los recuerdos felices y hasta por los que no son tan felices, pero igualmente verdaderos, aprendo algo nuevo cada día contigo, por todo lo que me das, por todo lo que me otorgas, por tu amor incondicional, muchas gracias.

También sin olvidar a las demás muchachitas (Loide Calata que ha estado conmigo en varios momentos que necesité de una

hermana, decir que es una persona excepcional y que la quiero mucho a pesar de las circunstancias, a Galcione que es una persona de carácter fuerte, pero es un dulce como persona, ha sabido ser una amiga cuando la necesité, divertida y espontánea, decir que también te quiero, hemos tenidos muchos momentos juntas, gracias por ello, como también Anna, Dumila, Petra, Ing. Francisca y Ing. Clotilde gracias).

Agradecer a mi tutora Ms. C. Ana Caridad Che Viera por ayudarme en la realización de este trabajo, por la preocupación y paciencia que tuvo hacia a mí, a la Dr. C. Mayda Ulloa Carcassés, por su ayuda desinteresadamente, por su paciencia, por ser mi profesora, por contribuir para que llegara hasta aquí, a mi amigo y querido profesor Julio Montero, por sus consejos, por fastidiarme pero de una forma positiva, dándome siempre fuerzas, por ayudarme, al Dr. C. Rafel Noa Monjes por sus conocimientos, A mi profesor querido Dr. C. Yordanis Batista por sus consejos, por su ayuda, por las peleas, por la preocupación que tuvo hacia a mí en la realización de este trabajo, y decir que es una de las pocas personas que llevaré en mi corazón. A otra persona muy especial y amiga Ing. Yanetsis Chacón que te lo voy agradecer eternamente por estar presente en todos los momentos, cuando pensé que no iba a poder, por tu

amistad, por ser esa bella persona. A Karina y a Roney que también han contribuido en la realización de este trabajo.

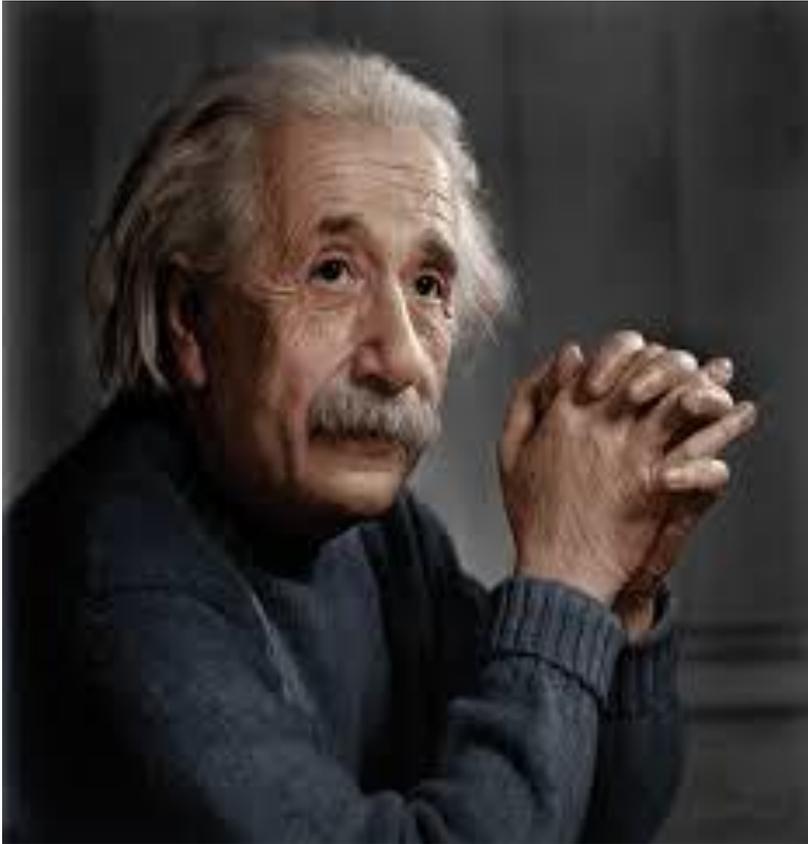
A todos mis compañeros del aula en especial a Aldemiro Junior, Yasmani Medina, Ignacio Lara, Yasiel Freitas que desde el día que llegue fue el primero en brindarme su amistad, a Rosa María, a Evelin Proenza, Arletis Terrero, Arletis Llevat, a Aliuska Suarez, Nilie Duane, a Dadiana Guilarte, Luis Henríquez, a la profesora Miriam, el profesor Dr. C. Cuesta, al profesor de mi corazón Dr. C. Belete Fuentes, al Ing. Héctor Esparraguera muchas gracias, a mi querida Yanisleidis, al profesor Dr. C. Roberto Watson por su simplicidad y humildad cuando necesité de una ayuda él siempre estuvo disponible aun teniendo cosas que hacer, me demostró que podía contar con su ayuda, a Yusmanis Palacios Peña que me ha ayudado sin intereses de nada, gracias, a todos los profesores y amigos que también me ayudaron y confiaron en mí para lograr mi objetivo.

¡A todas las personas que no he mencionado, pero que están aquí en mi corazón muchísimas gracias!

Pensamiento

“Los que dicen que es imposible... No deberían molestar a los que están haciendo”

Albert Einstein



Resumen

En el presente trabajo se realizó un diagnóstico tecnológico de la cantera El Cacao perteneciente a la Empresa de Materiales para la Construcción Granma (GRAMAT), que extrae calizas para la producción de productos como macadam, hormigón, gravilla, granito, arena, polvo de piedra y carbonato de calcio (marmolita). Para su ejecución se utilizó la Matriz de Evaluación de Cantera de Áridos (mECA), modificada por investigadores del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa (ISMMM) que permitió evaluar de forma integral su desempeño para descubrir los aspectos a mejorar, y lograr una explotación sostenible de canteras de materiales de construcción. Esta evaluación se fundamentó en la valoración de los aspectos tecnológicos, medio ambientales, de seguridad, social y económicos a través de 23 variables e 156 indicadores obtenidos a partir de las condiciones reales de la cantera, el trabajo de campo y la consulta a especialistas de la empresa y criterios de profesores del ISMMM. Sobre la base de la metodología de cálculo se determinaron los Índices Específicos, que se multiplicaron por los ponderadores establecidos, obteniéndose los Índices globales para el aspecto Técnico de 21,4 %; el Medio Ambiente 12,4 %; la Seguridad del trabajo 15,4; Economía 11,55% y el aspecto social 7,2 %. El Índice mECA, de la cantera El Cacao es del 68% que la evalúa con un desempeño integral de Bien.

Palabras claves: Diagnóstico tecnológico, cantera, áridos, variables, indicadores

Summary

In the present work is reaching a technological diagnosis of the stone pit came The Cocoa at Granma's province accomplished a technological diagnosis of the stone pit itself in the present work limestone extract Belonging to the company of materials for the construction of her same, in her themselves and macadam, concrete, gravel, little scab, sand, stone and carbonate dust of calcium produce products like her themselves (marmolita). Evaluation ' s Womb of stone utilized a named tool itself for his execution of arid (mecca), that it came true of integral form, with the objective of determining his performance and elaborating actions that they enable to improve his parameters of exploitation for the achievement of a responsible mining. This was based on the assessment of the technological, half environmental, certainty, social and cost-reducing aspects of a set of variables and I eat indicators that were selected as from the actual conditions of the stone pit, through united works so much theoretical at the stone pit with company specialists and criteria of professors of Moa in the Superior Mining Metallurgic Institute (ISMMM). You determined the index of obtained mecca on the base of a methodology of calculation, that you place her to one 68 % of that would be a model stone pit qualifying it with a performance of good.

Key words: Technological diagnosis, stone pit, arid, variables, indicating

Índice

Introducción	1
CAPITULO I. TENDENCIA ATCUAL DEL PROBLEMA.....	5
1.1 Definiciones generales.....	5
1.2 Importancia de los áridos a nivel mundial.....	6
1.3 Producción de áridos en Cuba.....	9
1.4 Diagnóstico tecnológico.....	9
1.5 Fundamento legal de la investigación.....	10
1.6 Caracterización general de la cantera El Cacao.....	13
CAPITULO II. ETAPAS METODOLOGICAS DE LA INVESTIGACION.....	28
Introducción.....	28
2.1 Etapas metodológicas de investigación.....	28
2.2 Matriz de evaluación de cantera de áridos (mECA).....	30
2.3 Descripción del procedimiento de la aplicación de la mECA.....	32
CAPITULO III DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO EN LA CANTERA DE ÁRIDOS EL CACAO	
Introducción.....	37
3.1 Aplicación de la mECA en la cantera El Cacao.....	31
3.2 Selección de las variables e indicadores de la mECA para la cantera El Cacao.....	37
3.3 Descripción de los aspectos evaluados en la cantera El Cacao.....	44
3.4 Cálculo de la mECA para la cantera El Cacao.....	54
CONCLUSIONES.....	58
RECOMENDACIÓN.....	59
BIBLIOGRAFIA.....	60
ANEXOS	

INTRODUCCIÓN

La minería es la encargada de explotar los recursos minerales que existen en la corteza terrestre para ponerlos al alcance del hombre, estos son de vital importancia por ser una de las principales fuentes de satisfacción de las necesidades actuales de la humanidad y de su creciente desarrollo.

El hombre desde el inicio de su agrupación en pequeñas comunidades, utilizó todo lo que la naturaleza le brindaba, así comenzó el uso de las materias primas minerales, reflejado a partir de descubrimientos arqueológicos en los que se evidencia el uso del barro, las rocas silíceas, los pigmentos minerales y otros. El desarrollo de la sociedad ha requerido de la utilización de los materiales para la construcción, lo cual ha condicionado su explotación, provocando afectaciones irreversibles en el medio (Fuentes, Iturralde y Álvarez, 2014).

En Cuba la extracción de áridos para la construcción representa una importante actividad minera, dado por la cantidad de volúmenes de materiales que se mueven anualmente en las canteras explotadas en el país, las cuales han sido laboreadas atendiendo a proyectos cuya concepción es a base de condiciones específicas de explotación.

Los áridos son una de las materias primas minerales imprescindibles para el desarrollo económico y social de cada región. Tanto es así que su explotación da origen al sector minero más importante de Cuba en cuanto a tonelaje extraído y valor de la producción. También engloba el mayor número de explotaciones activas del país y genera el mayor número de empleos.

Se trata de un sector estratégico, que suministra gran cantidad de materiales imprescindibles para la construcción. No hay que olvidar que los áridos son la materia prima a partir de la cual se fabrican hormigones, morteros, bases y sub-bases, escolleras, balasto, etc. (Villanueva, 2008).

La alta demanda de materiales de construcción en Cuba exige de una explotación cada vez mayor de áridos a todo lo largo y ancho del país (Hernández, 2009).

Matos (2017), plantea que debido las grandes transformaciones que se realizan en el país, como la construcción de obras sociales, se han incrementado las construcciones para el turismo y obras de todo tipo. Tras el paso de huracanes, ha aumentado la necesidad de las reconstrucciones del fondo habitacional y las construcciones de infraestructura, por este motivo existe una gran demanda de materiales de construcción, principalmente áridos para enfrentar esta problemática.

La cantera El Cacao, está localizada al sur de Jiguaní, en la provincia de Granma y su explotación data por más de 40 años con una vida útil de 177 años, la misma es concesión de la Empresa de Materiales de Construcción de Granma. Es una de las canteras que aporta gran cantidad de materiales de la construcción al territorio nacional, garantiza el envío de diversos productos que se necesitan para llevar a cabo tareas planteadas por la revolución, lo cual contribuye con el aporte socio-económico para la construcción del socialismo. De ella se extraen calizas de alta calidad mediante un sistema de explotación con avance paralelo del frente de trabajo.

La extracción de los materiales de la construcción del yacimiento El Cacao provoca grandes impactos ambientales al entorno de esta cantera. Para conocer estas alteraciones y las medidas para mitigarlas se utilizó un procedimiento metodológico que permitió identificar las acciones mineras, tales como componentes impactantes del medio ambiente y factores ambientales susceptibles a recibir impactos, y a través de su interacción se identificaron, caracterizaron, valoraron y evaluaron los impactos ambientales, se establecieron las premisas para lograr que la cantera El Cacao realice operación minera respetuosa con el medio ambiente. Para la identificación y caracterización de los impactos fue necesario estudiar previamente las particularidades del medio donde se desarrolla el proyecto, haciendo énfasis en cada uno de los componentes ambientales, por tratarse la región que rodea esta cantera, de un medio especialmente frágil. En la actualidad se utiliza una herramienta que permite evaluar de forma integral el desempeño de una cantera, a través de variables e indicadores y los principales aspectos de su actividad. (Hasimbuli, 2012).

En el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa “Dr. Antonio Núñez Jiménez” varios estudiantes desarrollaron proyectos de investigación en el oriente y occidente del país para la caracterización de las canteras de materiales para la construcción, en el año 2015 Víctor y Gonçalves desarrollaron un diagnóstico en las canteras El Pílon y Los Caliches, en el año posterior en dos canteras de la provincia de Holguín Chacón y Cutiño lograron hacer un diagnóstico tecnológico en las canteras Los Guaos y Inagua, todos ellos basándose en la Matriz de Evaluación de Cantera de Árido (mECA) desarrollado por Martínez en 2009.

En los diagnósticos realizados en la planta “El Cacao” se han determinado como principales problemas medioambientales causados por esta planta, la generación de polvo, ruido y vibraciones, y el vertimiento de lodos residuales. Este último se acrecienta cada día, a pesar de que en ocasiones se utilizan como relleno de caminos. Su uso en general es inestable y solo se emplean pequeñas cantidades, y otra parte se acumula en grandes volúmenes que afectan el ecosistema (Cabral, 2012).

Cabral (2012), plantea que esta planta perteneciente a la Empresa Materiales de la Construcción Granma dentro de su proceso de preparación mecánica y beneficio de las menas, ha generado más de 400 000 m³ de lodos, que provoca un impacto negativo sobre el ecosistema de la región.

El impacto ambiental que produce la explotación del yacimiento de calizas El Cacao, se estudió haciendo uso de una metodología que conjuga distintas propuestas de otros investigadores. La metodología permitió identificar los impactos ambientales producidos por las acciones de desbroce, destape y extracción, perforación y voladura, excavaciones, transportación, procesamiento de la materia prima y su almacenamiento; así como la interacción entre estas acciones y los componentes del medio (suelo, aire, agua, flora, fauna, paisaje, infraestructura y economía). También se hicieron estudios relacionados con el método de arranque de las rocas en las labores a cielo abierto de la cantera. Sin embargo, hasta el momento no se ha efectuado un diagnóstico que integre, además de los aspectos medioambientales, lo relacionado con el nivel técnico, la seguridad, la protección del trabajo y sus efectos socio-económico.

Esta situación condiciona el **problema** que aborda el presente trabajo: La necesidad de realizar un diagnóstico tecnológico de la cantera El Cacao que permita evaluar de forma integral su desempeño.

El **objeto de estudio** es el diagnóstico tecnológico de canteras de áridos.

El **objetivo general** de la investigación consiste en realizar el diagnóstico tecnológico de la cantera de áridos El Cacao para evaluar de forma integral su desempeño y elaborar acciones que permitan mejorar sus parámetros de explotación para el logro de una minería responsable.

El **campo de acción lo constituye** la cantera de áridos El Cacao.

La **hipótesis** de la investigación plantea que si se caracteriza la cantera, se determinan y evalúan sus variables e indicadores que caracterizan los aspectos técnicos, ambientales, de seguridad, económicos y sociales del desempeño de la cantera, se establece la escala de valoración y se calcula cada indicador, entonces se podrá obtener el diagnóstico tecnológico de la cantera El Cacao que permita evaluar de forma integral su desempeño y elaborar acciones que permiten mejorar sus parámetros de explotación para el logro de una minería responsable.

Del objetivo general se derivan los **objetivos específicos** siguientes:

1. Caracterizar minero y ambientalmente la cantera El Cacao.
2. Determinar las variables e indicadores que caracterizan los aspectos técnicos, ambientales, de seguridad, económicos y sociales del desempeño de la cantera El Cacao.
3. Establecer la escala de valoración de cada indicador.
4. Calcular los indicadores que componen las variables de la cantera El Cacao.

CAPÍTULO I. TENDENCIA ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA

Introducción

El capítulo presente tiene como objetivo ofrecer una visión general sobre el diagnóstico tecnológico de una cantera de áridos, a partir del conocimiento de los antecedentes seleccionaron y se analizó las informaciones más importantes referidas al tema, para establecer y aplicar una metodología que permita determinar el estado tecnológico y la caracterización de la cantera El Cacao.

1.1 Definiciones generales

El árido es un producto mineral básico, que se emplea en grandes cantidades, siendo un elemento imprescindible para la actividad de la construcción y la obra civil. Su actividad extractiva necesita la ocupación temporal del suelo, y la actual competencia por el uso de este, hace cada vez más complicado el desarrollo de esta actividad (Martínez, 2009).

Según la NC 251:2005 el árido es el mineral procedente de rocas que se encuentran desintegradas en estado natural o precisan de trituración mediante procesos industriales. Las dimensiones son diferentes, varían desde 0,149 mm hasta un tamaño máximo especificado.

Árido es un material granulado que se utiliza como materia prima principalmente para la construcción. Este se diferencia de otros materiales por su estabilidad química y su resistencia mecánica, se caracteriza por su tamaño, puede ser natural, artificial o reciclado.

No se consideran como áridos aquellas sustancias minerales utilizadas como materias primas en procesos industriales debido a su composición química.

El árido natural es el que procede del laboreo de un yacimiento y que ha sido sometido únicamente a procesos mecánicos.

Las rocas de las que se extraen áridos naturales son: rocas calcáreas sedimentarias (caliza y dolomía), arenas y gravas, e rocas ígneas y metamórficas (granito, basalto y cuarcita).

El árido artificial es el que procede de un proceso industrial y ha sido sometido a alguna modificación físico-química o de otro tipo. (Como por ejemplo arcilla).

El árido reciclado es el que resulta del reciclaje de residuos de demoliciones o construcciones y de escombros.

La abundancia y los grandes volúmenes de áridos que generalmente son utilizados hacen que esta materia prima sea barata y exige además que los yacimientos estén situados cerca de los centros de consumo. Por otra parte, las características geológicas y litológicas de los yacimientos de áridos son muy variables, lo que implica técnicas de explotación y procesos de transformación muy diversos, y cada vez con mayores solicitudes de homogeneidad y calidad del producto final a poner en obra.

1.2 Importancia de los áridos a nivel mundial

Mundialmente los áridos se emplean en la industria de materiales de la construcción con múltiples aplicaciones, que van desde la elaboración, de hormigones, morteros y aglomerados asfálticos, hasta la construcción de bases y sub-bases para carreteras, balastos para las vías de ferrocarril, o escolleras para la defensa y construcción de puertos marítimos.

Los áridos son imprescindibles en la construcción de edificaciones, obras civiles e infraestructuras de cualquier país por lo que es un indicador muy preciso del estado de su economía y de su desarrollo socioeconómico.

En la última década el desarrollo del sector de la construcción, en muchos países desarrollados y en vía de desarrollo han obtenido grandes, logros técnicos, mayor crecimiento en el consumo con especificaciones cada vez más estrictas, que lo ha convertido en el sector de la industria minera más importante del mundo en términos de volúmenes ya que este representa más del 60% de la producción minera mundial (Martínez, 2009).

Los áridos son sin duda la materia prima básica para el desarrollo. Actualmente su extracción en Europa se enfrenta a una encrucijada, por la demanda tan velozmente que tiene para la sociedad.

La reducción de la disponibilidad de estos recursos en algunos países está produciendo la importación de áridos, algo que era impensable años atrás.

Debido a esta situación en los últimos años ha habido una serie de iniciativas para intentar adecuar la explotación de los recursos a las necesidades medioambientales de las sociedades modernas con objeto de frenar esta tendencia, como el trabajo de índole global realizado por el Instituto Internacional para el Medio Ambiente y el Desarrollo (IIED), el Proyecto Minería, Minerales y desarrollo Sostenible (MMSD) y otras instituciones, como la Red Temática “NESMI”, (Red Temática Europea sobre las Industrias Mineras y de Tratamiento Sostenibles), financiada por el 5to Programa Marco de la Comisión Europea.

Esta comisión ha diseñado una estrategia para el uso sostenible de los recursos naturales (2005-2030) que fue presentada al consejo al parlamento Europeo en julio de 2005.

En los países más industrializados de Europa Occidental (Alemania, Reino Unido, Francia, Inglaterra, Japón, Países Nórdicos) se observan tendencias decrecientes en la extracción de arenas y gravas, debido a las limitaciones restrictivas que por motivos medioambientales se vienen imponiendo a las areneras y graveras. Sin embargo, en estos países la extracción de arenas y gravas de plataformas continentales están permitida y representa un importante volumen de producción, por lo que los áridos naturales en conjunto todavía representan más de 40% de la producción total.

Cuba no cuenta con las condiciones extraordinarias de reservas naturales que existen en estos países de plataforma continental.

PNUMA (2013), plantea que el consumo de áridos en América Latina está dado por el crecimiento poblacional y la alta tasa de urbanización, visto que el 80% de la población vive en zonas urbanas.

1.3 Producción de los áridos en Cuba

El árido ha pasado a ser un insumo imprescindible y básico para muchos procesos constructivos de infraestructura y edificación. Al utilizarse, fundamentalmente, en la construcción, (Viviendas, hospitales, escuelas, centros comerciales, etc.) y en las obras de infraestructura (Carreteras, vías

de ferrocarril, puertos, embalses, aeropuertos, etc.) constituyen un buen índice de la actividad económica de un país en cada momento. Así, la producción de áridos para obras civiles y para la construcción de edificios es una de las mayores industrias del mundo.

En Cuba existen documentos normativos que sustentan y rigen las producciones de los áridos. Durante los últimos años se ha desarrollado una intensa actividad relacionada con la revisión de todos estos documentos para actualizarlos a través del Comité Técnico de Normalización No. 23 creado para ese fin. (Carrazana, 2009).

La explotación de estos yacimientos (de arena y de rocas o en piedras naturales) se realiza por el método a cielo abierto. Los mismos tienen la forma de escarpa vertical a media ladera o en terreno llano. Es por ello que es necesario realizar un estudio preliminar y minucioso antes de comenzar su explotación, pues solo en contados casos nuestros yacimientos son uniformes. Su verdadera calidad está dada por el tipo de materia prima que se refiere. Lo anterior expuesto se debe a lo variable que son estos yacimientos en su composición petrográfica (forma en que pueden estar asociados los componentes mineralógicos en las rocas); por ello es necesario valorar cuales son las zonas malas y buenas del yacimiento, así como su magnitud, y si es útil o no (Carrazana, 2009).

Cabrales (2012), plantea que la producción de áridos del país es uno de los procesos de mayor contaminación al medio ambiente, y a pesar de que la política está encaminada a mitigar su impacto negativo, en la actualidad se presentan dificultades debido, fundamentalmente, a las deficiencias en el diseño de los procesos tecnológicos, el desconocimiento de las vías para encausar el desarrollo sostenible y los malos hábitos empresariales, lo que convierten al sector de la construcción un consumidor de materia prima y energía, que además de ser un potencial en la generación de residuos, y al mismo tiempo engendra afectaciones al medio ambiente.

En la última década el desarrollo del sector de la construcción, el perfeccionamiento industrial, los logros técnicos, el crecimiento del consumo de áridos convierten a la industria de materiales de construcción como la industria minera más importante del mundo en términos de volúmenes de

producción, ya que extrae más del 69% del total de materias primas minerales del mundo, además que el consumo por habitante/año consecuentemente es superior al de toda la minería. Los áridos procedentes de rocas trituradas son los más consumidos (46,3%), seguidos por las arenas y gravas (40,5%) y los áridos marinos (2,2%). En cuanto al consumo de áridos de fuentes secundarias, los áridos reciclados y reutilizados representaron el 8,3% mientras que los artificiales alcanzaron el 2,6%. (Luaces, Carretón y Maceda, 2015).

En la última década se ha observado inestabilidad en la explotación de áridos en el país, debido a dificultades con la productividad del trabajo, que ha generado problemas de seguridad y mayor impacto al medio ambiente. (Victor, 2016).

1.4 Diagnóstico tecnológico

Actualmente la innovación es un factor clave dentro de una organización, que le permite lograr altos niveles de competitividad. Considerando esto, se hace necesario gestionar diversas variables dentro de las que se encuentra la tecnología, la cual, se convierte en un elemento determinante y diferenciador para las organizaciones. La gestión de esta variable ha propiciado la implementación de diferentes herramientas, siendo una de ellas el diagnóstico tecnológico, cuya finalidad principal es valorar los recursos disponibles e identificar las fortalezas y debilidades que posee una organización con referencia a la variable tecnológica, para a partir de ello orientar los procesos de planeación.

El diagnóstico tecnológico es una herramienta que permite de manera rápida y eficaz identificar las necesidades y oportunidades de una determinada empresa, priorizarlas y proponer soluciones reales y efectivas.

El diagnóstico tecnológico ha sido utilizado en diversas organizaciones con el fin de orientar los procesos de planeación y la definición de estrategias para mantener o mejorar su posición competitiva en los entornos donde se desenvuelven, sin embargo, el concepto de tecnología ha ampliado su alcance pasando de ser el medio para desarrollar una tarea, incluyendo

todo lo necesario para convertir los recursos en productos (Rodríguez y Cordero, 1998).

Martínez (2009), expone que el diagnóstico tecnológico de un sector o de una organización se enmarca en el conjunto de actividades incluidas en el Plan de Actuación Tecnológica (PAT). Además, considera que, para ejecutarlo, es imprescindible un conocimiento de la información actualizada de la situación en la que se encuentra el sector y la posición que se desea ocupar en el futuro, tomado como punto de partida el uso de las tecnologías disponibles como base de la competitividad futura de la organización.

El empleo de tecnologías modernas permite crear materias primas artificiales las cuales sustituyen las naturales en el proceso de producción. Esto facilita la protección de innumerables recursos, especialmente cuando existen restricciones legales, lo cual contribuye al proceso de regeneración natural al no estar sometidos a los niveles de sobre explotación actual, además considera que esta actividad es sustentable (Gonçalvez, 2016).

1.5 Fundamento legal de la investigación

La base legal de la investigación se sustenta en la Ley 76 de Minas, aprobada el 21 de diciembre de 1994, que constituye el instrumento jurídico más importante en cuanto a la gestión de los recursos minerales, y especifica en la segunda sección, en el artículo 41 inciso c) dice "...hay que preservar adecuadamente el medio ambiente y las condiciones ecológicas del área, elaborando estudios de impacto ambiental y planes para prevenir, mitigar, controlar, rehabilitar y compensar dicho impacto derivado de sus actividades...", mientras que en el inciso n) se plantea..."hay que realizar investigaciones técnico-productivas e introducir innovaciones tecnológicas relacionadas con la actividad minera, para mejorar la eficiencia económica y el aprovechamiento de los recursos minerales...".

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:

En el 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.

En el 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: inciso c), las medidas de restauración y rehabilitación del entorno.

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.

Otras leyes que sustentan la presente investigación es la Ley 81 de Medio.

Ambiente promulgada el 11 de julio de 1997, que refleja el reconocido esfuerzo que realiza el Estado cubano, 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 socio-económicas, 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 asegurarla supervivencia, el bienestar y la seguridad de las generaciones actuales y futuras”.

En el artículo 28 inciso e), de la mencionada 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.

En el artículo 57 inciso b) recoge que "...hay que impulsar y promover la investigación científica y la innovación tecnológica, que permitan el conocimiento y desarrollo de nuevos sistemas, métodos, equipos, procesos, tecnologías y dispositivos para la protección del medio ambiente, así como la adecuada evaluación de procesos de transferencia tecnológica y el inciso d) hace referencia a la aplicación de mejoras tecnológicas que permitan prevenir, evaluar, controlar y revertir el deterioro ambiental ...".

Esta investigación también se sustenta en los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución aprobados en VI Congreso del Partido. En consecuencia, se citan los lineamientos:

180. Definir una política tecnológica que contribuya a reorientar el desarrollo industrial, que comprenda el control de las tecnologías existentes en el país, a fin de promover su modernización sistemática, observando los principios de la Política medioambiental del país.

181. Desarrollar la industria, priorizando los sectores que dinamizan la economía o contribuyen a su transformación estructural, avanzado en la modernización, desarrollo tecnológico y elevando su respuesta a las demandas de la economía.

182. Prestar atención prioritaria al impacto ambiental asociado al desarrollo industrial existente y proyectado, en particular, en las ramas de la química; la industria del petróleo y a minería, en especial el níquel; el cemento e otros materiales de construcción; así como en los territorios más afectados, incluyendo el fortalecimiento de los sistemas de control y monitoreo.

191. Recuperar e incrementar la producción de materiales para la construcción que aseguren los programas inversionistas priorizados del país (turismo, viviendas, industriales, entre otros), la expansión de las exportaciones y la venta a la población. Desarrollar producciones con mayor valor agregado y

calidad. Lograr incrementos significativos en los niveles y diversidad de las producciones locales de materiales de construcción y divulgar sus normas de empleo.

1.6 Caracterización General de la Cantera El Cacao

- **Ubicación Geográfica**

El yacimiento se encuentra ubicado en el municipio de Jiguaní, provincia de Granma. La zona del yacimiento está comprendida en el mapa topográfico de escala 1:50,000 del I.C.G.C Hoja Baire 4976-IV.

Las coordenadas geográficas del centro del yacimiento son:

20° 16' 42" Latitud Norte

76° 26' 15" Longitud Oeste

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

X = 541778m – 543299.6m

Y = 179721.3m – 181572.6m

Las coordenadas nacionales del área de explotación ocupan un área de 60 ha en la cantera y son las siguientes:

Tabla 1.1 Coordenadas nacionales del área de explotación

Vértices	X(m)	Y(m)
1	180 400	541 824
2	180 700	541 900
3	181 300	541 900
4	181 600	542 100
5	181 600	542 400
6	181 200	542 800
7	180 700	542 400

El procesamiento para áridos ocupa un área de 10.24 ha y sus coordenadas son las siguientes:

Tabla 1.2 Coordenadas del área de procesamiento para áridos

Vértices	X(m)	Y(m)
1	180 400	541 824
2	180 443	541 662
3	180 502	541 654
4	180 522	541 724
5	180 597	541 690
6	180 557	541 600
7	180 800	541 600
8	180 800	541 900
9	180 400	541 900

- **Comunicación**

La cantera se encuentra a 1.5 Km al norte del poblado Charco Redondo, siendo el centro administrativo más importante de la zona. Además se encuentra enlazada con el pueblo de Santa Rita mediante una carretera de segundo orden (asfaltada), la distancia que la separa del poblado mencionado anteriormente es de 8 Km. Desde la cantera hasta la ciudad de Bayamo hay 32 km. Actualmente se está construyendo un terraplén que unirá la cantera con el poblado de Jiguani



Figura 2.1. Ubicación geográfica cantera El Cacao, (Tomado del proyecto de explotación del cacao, 2013)

- **Características geológicas del yacimiento**

Las calizas que componen el yacimiento “El Cacao” pertenecen a la formación Charco Redondo de edad Eoceno Medio, las mismas yacen discordantemente sobre la formación “El Cobre” de edad Paleoceno – Eoceno Medio, las rocas de esta última formación no fueron detectadas en el área investigada durante la perforación de los pozos.

Los depósitos de la secuencia Charco Redondo desarrollados en la zona estudiada, poseen un contenido de hasta 99 % de CaCO_3 (carbonato de calcio) y son bastante homogéneos. Las calizas que componen este yacimiento se presentan masivas y compactas, de colores blancos a crema, llegando incluso a tener tonos rosados.

Las calizas poseen alta dureza, en algunas ocasiones se presentan alteradas y sin indicios de estratificación.

Las arcillas que aparecen en el yacimiento poseen poca potencia pues en la mayor parte de los casos se presentan rellenando oquedades (cavernas rellenas de arcillas), además aparecen cubriendo las calizas en la superficie de algunas zonas de este yacimiento.

Las calizas que componen este yacimiento se presentan masivas y compactas, de colores blancos a crema llegando incluso a tener tonos rosados, en ellas no hay presencia de material terrígeno y por su contenido de material calcáreo, representan calizas muy puras con procesos de recristalización.

El yacimiento está compuesto por calizas organógenas, con diferente grado de recristalización, en muy pocas ocasiones se observan intercalaciones de margas de color verde claro, además presentan cavernas de arcilla, aunque a veces están vacías.

En los frentes de canteras existen sectores de agrietamiento de las rocas donde las aguas de infiltración han motivado una disolución parcial de los carbonatos, lo cual se manifiesta en forma de sistemas grietas con dos direcciones predominantes noroeste-suroeste, con un ángulo de inclinación de 10° , en ocasiones estas grietas se encuentran rellenas por un material arcilloso

blando de color rojo intenso susceptible a ser lavado en el proceso de perforación, delimitando las zonas laterales del yacimiento. Se revelan sectores de rocas, donde se manifiesta porosidad y la presencia de cavidades vacías donde el instrumento de perforación cae libremente. Destacando que el cuerpo que se forma en la zona central del yacimiento (Bloque de categoría B) es donde se concentran las labores mineras debido a que es muy homogéneo y puro, presentando una dureza que oscila entre 5-6.

El yacimiento se presenta en superficie y profundidad, como un macizo muy homogéneo, con una potencia variable de 10,95 a 109,85 m, encontrándose las mayores potencias en el centro del mismo y las menores hacia los laterales, con buzamiento de 10-12° en dirección suroeste y condiciones hidrogeológicas favorables. El nivel de las aguas subterráneas se encuentra por debajo del límite inferior de las reservas calculadas (35 479.726 m³).

Fuera de los límites del área del yacimiento se localizan fallas, las cuales se hallan en la parte NW y SW, presentando una gran longitud, señalando que la ondulación del terreno observado en el área, está causado por un lento movimiento tectónico, así como los fenómenos de meteorización y erosión. También es posible encontrar en el macizo las calizas yaciendo horizontalmente o con buzamientos pequeños.

Los cortes geológicos sugieren que el yacimiento en la superficie está compuesto por potencia no uniforme de capa vegetal y en algunos casos por arcillas. Inmediatamente debajo de las rocas señaladas y en otras partes aflorando, aparecen calizas que componen la materia prima del área investigada, afectada en profundidad por procesos cárnicos observándose desde microcarros hasta cavernas; las cuales aparecen rellenas de arcillas y en otros casos vacías, además calizas muy fracturadas, así como pequeñas intercalaciones (esporádicamente aisladas) de margas.

En general este comportamiento del corte geológico se observa en todo el yacimiento; en los perfiles (transversales y longitudinales) se marcan los límites de reservas en las categorías enmarcadas como B y C₁, según los bloques que cortan estos perfiles. Observándose en profundidad potencias improductivas de arcillas que limitan a la materia prima en algunos sectores del área.

- **Relieve**

El yacimiento presenta un relieve muy accidentado con variaciones bruscas en la pendiente. Al suroeste de la cantera se encuentra una elevación de caliza de forma alargada con una longitud algo mayor que 1.5 Km. Las cotas absolutas de la zona alcanzan valores de 200 a 325 metros, en la superficie del área se localizan cañadas relativamente poco profundas con una dirección general Noroeste-Suroeste. El yacimiento drenado por varias cañadas más, las cuales son de pequeñas profundidades tendiendo a aumentar la profundidad.

También se observan dos depresiones circulares, encontrándose una al Noroeste de la cantera de Mármol y la otra en la parte Norte del frente de cantera actual, en estas dos depresiones se observa una disminución brusca de la pendiente, por lo que el relieve en estas zonas se presenta algo llano con restos de pequeñas elevaciones.

- **Clima**

Según observaciones de la temperatura, se obtuvieron valores medios de éstas que se pueden considerar históricos y que son aplicados en la zona. En dicho estudio se determinó una media anual de 24,6°C con mínima de 21°C en el mes de enero y máxima de 32°C en el mes de agosto.

Basados en datos obtenidos del Instituto de Meteorología de la Academia de Ciencia, se delimitaron dos períodos de lluvia, comprendido entre mayo - junio - septiembre y noviembre, así como dos períodos relativamente secos comprendidos entre diciembre - abril - Julio y agosto.

Las lluvias más frecuentes son de tipo aguaceros tropicales, y en pocas ocasiones duran tiempos prolongados.

- **Hidrografía**

Desde el punto de vista de hidrográfico se puede observar que el río cautillo es el de mayor importancia en la zona, aunque existen otros arroyos intermediarios de menor importancia que son afluentes del mismo.

- **Morfología estructural**

El yacimiento presenta una potencia variable oscilando entre 10.95 – 109.85 metros teniendo un promedio total de 55.86 metros. Tiene un buzamiento de 10 – 12° en dirección suroeste. Además está compuesto por calizas organógenas. En muy pocas ocasiones se observan intercalaciones de margas de color verde claro. Hay que destacar que también presenta cavernas rellenas de arcillas, aunque a veces están vacías.

Las calizas se encuentran afectadas por los procesos cárnicos (cavernas y grietas rellenas de arcillas). Fuera de los límites del área de la concesión se localizan fallas, las cuales se hallan en la parte Noreste y Suroeste, presentando una gran longitud. Podemos señalar que la ondulación del terreno observado en el área, está causado por un lento movimiento tectónico y los fenómenos de meteorización y erosión. También es posible encontrar en el macizo las calizas yaciendo horizontalmente o con buzamientos pequeños.

- **Agrietamiento**

En los frentes de canteras se observan grietas con dirección predominante Noroeste – Sureste con un ángulo de inclinación de 10°, en algunas ocasiones estas grietas se encuentran rellenas por un material de color rojo intenso es decir que el yacimiento es homogéneo y compacto.

- **Características hidrogeológicas del yacimiento.**

El yacimiento tiene condiciones hidrogeológicas favorables, según datos del informe geológico, el nivel de las aguas subterráneas se encuentra por debajo del límite inferior de las reservas calculadas, no existiendo peligro de inundación de la cantera por las aguas pluviales, ya que la cantera proyectada es del tipo elevado (montañoso).

En caso de la acumulación de las aguas pluviales en la cantera durante la explotación del horizonte inferior por debajo de 204 m, será necesario construir un foso y montar una instalación de bombeo.

- **Economía de la región**

La región es importante ya que posee grandes reservas de calizas que son utilizadas en la industria de materiales de la construcción, además de reservas de manganeso metalúrgico, cuyos depósitos aún no se encuentran en explotación.

La zona cuenta con un acueducto propio, dos plantas generadoras de corriente eléctrica, un hospital, servicios de correo, banco, además se encuentran varias tiendas administrada por el MINCIN, las condiciones del transporte son favorables ya que la cantera se encuentra próxima a las carreteras que une a Minas Harlem con Santa Rita y la carretera Central.

La región posee grandes reservas de materiales de la construcción (calizas) y estas pueden ser utilizadas en otras ramas de la industria.

- **Tectónica**

Según estudio de la geología general realizado en la provincia de Oriente, la región investigada se puede incluir en la zona de transición del anticlinorium de la Sierra Maestra. Este cubano compuesto por formaciones del cretácico Superior y Paleógeno-Eoceno Medio, principalmente vulcanógena hacia la depresión del Cauto, cubierta mayormente por deposiciones carbonatadas del Eoceno Mioceno.

Ambos elementos estructurales, desde el comienzo del Eoceno, se caracterizan por tendencia diametralmente opuestas de desarrollo; el anticlinorium a la elevación y por consiguiente a la erosión y la depresión a hundimiento y acumulación.

El yacimiento El Cacao, no está afectado por las dislocaciones disyuntivas, además las calizas que se observan en los afloramientos no presentan rasgos de plegamiento.

El macizo tiene un buzamiento que oscila entre el 10-12°, fuera del área estudiada las calizas presentan un ángulo de buzamiento entre el 15-20° cerca de las fracturas disyuntivas. También es posible encontrar en el macizo de este

yacimiento yaciendo las calizas en forma horizontal o con un buzamiento muy suave.

- **Calidad de la roca útil y su uso industrial.**

Para el estudio de la composición química de yacimiento de calizas “El Cacao”, se hizo a través de muestras tomadas para su análisis químico correspondiente a esta materia prima, determinándose los principales análisis químicos (CaO, MgO, SiO₂, Fe₂O₃, P₂O₅, MnO, PPI, K₂O, Na₂O, TiO₂, SO₃, Al₂O₃).

El por ciento de CaO nos permitió definir el carácter calcáreo de la materia prima, el por ciento de CaO fue expresado en CO₃Ca, por lo que se verificó que las calizas que componen el yacimiento, poseen un contenido de este compuesto químico extremadamente alto, el mismo se encuentra por encima del 98% y de 0.63% de CO₃Mg, estos valores son promedios para dicho yacimiento.

Los compuestos nocivos como son: SO₃ y P₂O₅ aparecen como trazas.

El yacimiento “El Cacao” no se le realizó análisis mineralógico.

Después de haberse evaluado la materia prima que compone el yacimiento el material que se procesa es una caliza masiva, dura, poco absorbente y muy resistente.

Químicamente la caliza es pura presentando los siguientes promedios para todo el yacimiento:

Tabla 1.3 Calidad de la roca y su propiedad química

CO ₃ Ca	98.28%
CO ₃ Mg	0.60%
SiO ₂	0.27%
Al ₂ O ₃	0.10%
Fe ₂ O ₃	0.07%
P ₂ O ₅	0.02%
TiO ₂	0.007%
SO ₃	Trazas
P.P.I	43.48%
Na ₂ O+K ₂ O	0.021%

No se realizaron determinaciones de humedad natural. Los diferentes usos industriales que tendrá dicha materia prima se ubican en la rama de la construcción donde será empleada en la producción de agregados gruesos y finos en la elaboración de hormigones, morteros, mamposterías, etc.

En la elaboración de hormigones, podrá emplearse en los de alta resistencia, hasta 350 kg/cm², de la Fabrica José Mercerón Allen, de Santiago de Cuba. Existe la posibilidad del uso de esta roca para fines ferroviarios (balastros, traviesas), debiéndose determinar previamente el límite de resistencia al impacto.

Considerando las exigencias técnicas de la industria azucarera, química, celulosa, alcalización de las aguas, y metalúrgica; la materia prima del yacimiento cumple con dichos requisitos. Sirve además para la producción de cal y otros usos de menor importancia.

En la producción de carburo de calcio y vidrio corriente (ahumado o ámbar) también tiene la posibilidad de empleo. Fue utilizada en la producción de roca ornamental habiéndose paralizado su extracción por la baja recuperación de bloques, motivado por los grandes trabajos de voladura que se ejecutan en canteras vecinas.

En cuanto a la vida útil de la instalación en relación con las reservas industriales calculadas, se señala que mediante una capacidad anual de extracción y pasado a proceso de 1.200 miles de metros cúbicos; las reservas industriales balanceadas cubren un plazo de explotación de 50 años aproximadamente.

- **Propiedades físico – mecánicas de la roca útil:**

Tabla 1.4 Propiedades físico-mecánicas de la roca útil

Peso específico corriente	2.62 g/cm ³
saturado	2.66 g/cm ³
aparente	2.71 g/cm ³
Peso volumétrico	2.64 kg/m ³
Resistencia a la compresión seca	643 kg/cm ²
Saturado	529 kg/cm ²
Coeficiente de esponjamiento	1.5 %

Los diferentes usos industriales de la materia prima se ubican en la rama de la construcción entre ello se encuentran los siguientes:

- Producción de áridos finos y gruesos.
- Elaboración de hormigones de alta resistencia, morteros y mamposterías.
- Producción de cal y carburo de calcio.
- Fines ferroviarios (balastros y traviesas).
- Para la industria azucarera.
- Alcalización de las aguas.

- **Principales exigencias a las condiciones minero – técnicas.**

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

- Potencia mínima del horizonte útil 15 m.

- Potencia máxima de las rocas de destape 5 m.
- Relación de la potencia de rocas de destape con respecto a la potencia mínima del horizonte útil no menor 1:10 m.
- Espesor de intercalaciones de estériles 1.5 m por escalón de 15 m.
- La categoría de la roca es de v según Protodiakonov (fortaleza media); F=4.
- Angulo de buzamiento de las rocas 10 - 12° aunque en algunas áreas es horizontal.

Toda esta información fue tomada del informe geológico del yacimiento

- **Capacidad anual de las producciones**

Organización general de las labores de la unidad minera.

En el yacimiento “El Cacao” se trabaja 1 solo turno de trabajo por semana de 12 horas, comprendido en los días de lunes a domingo de 7:00 AM – 7:00 PM, este régimen solo es para la brigada de cantera y molino español el resto de los trabajadores están incorporados a la jornada laboral tradicional de 8 horas de trabajo de 7:00 AM – 4:00 PM de lunes a viernes. En cada turno se trabaja simultáneamente en el desarrollo minero y la extracción del material útil.

- **Impacto ambiental producido en la cantera**

En el estudio realizado se estableció que las afectaciones principales ocurren durante el desbroce y destape, que los impactos más importantes son la producción de los desechos, el deterioro paisajístico del área, la emisión de polvo a la atmósfera y la destrucción de la flora y la fauna entre otros, y que los componentes ambientales más afectados el suelo, el aire, el agua y que la economía recibe un efecto positivo.

En el suelo:

- Degradación del suelo, pérdida de la calidad o cantidad del suelo y esto puede deberse a varios procesos, principalmente por los procesos de erosión. El proceso de degradación más importante es la pérdida de suelo por la acción del agua, el viento y los movimientos masivos, la

acción de los vehículos y el pisoteo de los trabajadores, la alteración de la geomorfología y la topografía, así como la contaminación por adición de lubricantes y combustibles.

En la atmósfera:

- Existencia de grandes cantidades de polvo en el ambiente producto al movimiento de los camiones, por la acción del viento sobre superficies cubiertas de partículas finas, descarga en la tolva de recepción, en el destape, arranque, en la construcción de camiones y en la formación de escombreras.

En la vegetación provoca:

- Deforestación irreversible de la zona directa o inmediata de la cubierta vegetal, así como la vegetación autóctona, repercute directamente sobre la fauna, los procesos ecológicos, el paisaje y la población humana. Provocando mayormente la migración de especies que habitan esa zona.
- Modificación y homogeneización de la textura de la eliminación de la vegetación en toda el área de la fase, y contraste cromático muy llamativo dentro del entorno de la explotación.

En el paisaje:

- El paisaje está drásticamente modificado, debido a las alteraciones de sus elementos y componentes básicos tales como la flora y la fauna. Esto supone también la introducción de elementos artificiales discordantes con el entorno, produciendo una disminución de la calidad paisajista de la zona.

Sobre el agua:

- Contaminación de las aguas superficiales por la partícula sólida disuelta tales como combustible y lubricantes como consecuencia del laboreo.
- De igual el drenaje natural de las aguas se puede afectar por el aumento de las concentraciones de sedimento y la alteración en otros casos del nivel freático.

En la economía:

- Aumento del nivel de empleo en la actividad minera.
- Beneficios económicos por la comercialización del material extraído.

- **Sistema de explotación**

La cantera El Cacao se explota por el método a cielo abierto y se emplea un sistema de explotación continuode forma ascendente, laborando varios frentes con diferentes características.

Tabla 1.5 Características de los frentes de trabajo

Número del frente	Altura del escalón (m)	Diferencia de cota (m)	Observación
Frente 1	17m	Variable a la 275	En explotación
Frente 2	18 m	275-260	En explotación
Frente 3	17 m	260-246	En explotación
Frente 4	17 m	246-234	En explotación
Frente 5	19 m	234-219	En explotación

Las dimensiones del frente determinan el aumento de la zona de deformaciones no elásticas a su alrededor. Como resultado de esto, en el proceso de deformación de los sectores del macizo cercanos al frente de explotación, aumenta la influencia de la heterogeneidad del macizo (afectaciones geológicas, agrietamiento, bloquidad y otras).

Los elementos fundamentales del sistema de explotación son:

- a) Altura del escalón: se tienen en cuenta las propiedades físico-mecánicas de las rocas, características geológicas, parámetros de los equipos mineros de extracción y transporte y seguridad en los trabajos mineros.
- b) Angulo del talud: 85- 90° en función de que el buzamiento es de 10-12° y las rocas presentan alto grado de cohesión entre las partículas, están poco agrietadas y son estables, sin sistemas de falla.
- c) Ancho de la plazoleta de trabajo: 35 m.
- d) Ancho de la berma de seguridad al final de la explotación: hasta 4 m entre escalones adyacentes.

El esquema de preparación de todos los horizontes es similar, la apertura de cada uno se realiza utilizando caminos o trincheras de acceso y corte según sea el caso. Se utiliza como método de extracción del mineral útil la separación de la roca del macizo mediante perforación y voladura. Luego se realiza la carga y se transporta la materia prima hasta la tolva del molino primario. El orden de laboreo se recoge en el plan calendario que garantiza la secuencia lógica de las actividades. Para el desagüe de la cantera se utiliza el drenaje natural debido a las características del yacimiento, típico de montaña.

- **Acciones y medidas para mejorar los parámetros de explotación**

Entre las acciones y medidas encontramos las siguientes:

- Realizar periódicamente un control del polvo en todo el establecimiento.
- Se realizará un estudio ambiental y de diseño de un sistema captador de polvo en cada descarga del producto final.
- Evitar la tala indiscriminada de árboles.
- Instalarle al sistema colector de polvo a la carretilla barrenadora.
- Riego de agua o estabilizantes químicos a los caminos una o dos veces en el turno de trabajo.
- Realizar pantallas cortavientos donde se pueda para disminuir los efectos del viento en el suelo y así disminuir la erosión.

- Los camiones de carga de mineral transitarán a una velocidad moderada por los caminos para no generar gran cantidad de polvo.
- Evitar la contaminación de las aguas del arroyo con los residuos de talleres y fábrica de baldosa o con posibles derrames de aceites y combustibles, manteniendo la limpieza del decantador y trampa de grasa.
- Limpieza de la zanja de drenaje de la instalación de la cantera.
- Cuando los medios utilizados no garanticen la disminución necesaria de polvo en el medio ambiente, se procederá a la hermetización de la cabina de los equipos y a la instalación de dispositivos que suministren aire purificado a la misma.

CAPITULO II. ETAPAS METOLÓGICAS DE LA INVESTIGACIÓN

Introducción

En el capítulo siguiente se describen los métodos utilizados para desarrollar la investigación.

2.1 Etapas metodológicas de investigación

En el trabajo se emplearon los métodos empíricos y teóricos de la investigación científica.

Las ventajas del método empírico:

- Ayuda a comprender y responder más adecuadamente a la dinámica de las situaciones.
- Proporcionar respeto a las diferencias contextuales.
- Ayudar a construir sobre lo que realmente se conoce.

Entre los métodos empíricos de la investigación se utilizarán:

- Observación: permite obtener conocimiento sobre el comportamiento de la cantera de áridos para conocer la realidad mediante la percepción directa e inmediata de los procesos, sus características en general.
- Entrevista: es una técnica utilizada para recolectar datos mediante los especialistas para conocer sus criterios e opiniones acerca de la elección de las principales variables e indicadores que inciden en la evaluación tecnológica de la cantera.
- Compilación: para juntar toda la información recogida con la finalidad de sintetizarla, analizarla y compararla mediante diversos procedimientos (revisión de fuentes bibliográficas, orales, digitales).

Métodos Teóricos: permiten descubrir en el objeto de investigación las relaciones esenciales y las cualidades fundamentales, no detectables de manera censo perceptual. Por ello se apoya básicamente en los procesos de abstracción, análisis, síntesis, inducción y deducción.

Entre los métodos teóricos:

- Histórico-lógico: para analizar la trayectoria tecnológica de la cantera.
- Deductivo-Inductivo: para la identificación de los principales variables e indicadores que inciden en la evaluación desde el punto de vista tecnológico, medioambiental, seguridad y socio-económico de las canteras de áridos.
- Hipotético-Deductivo: tiene varios pasos esenciales como observación del fenómeno a estudiar, creación de una hipótesis para explicar dicho fenómeno, deducción de consecuencias o proposiciones más elementales que la propia hipótesis, es decir, que, a partir de interferencias lógicas-deductivas, verificando o haciendo una comprobación de la verdad de los enunciados deducidos comparándolos con la experiencia.

Las etapas en las que se desarrolla el presente trabajo son las siguientes:

Primera etapa: se diseñó la investigación y se analizaron varias bibliografías relacionado con el tema.

Segunda etapa: elaboración de la mECA para la cantera El Cacao.

- Recopilar y organizar la información existente en el proyecto de explotación y seleccionar la información relacionada con los planes de producción.
- Visitar la cantera objeto de estudio para comprobar la información que ha sido recopilada, consultando con los especialistas todo lo necesario los aspectos importantes necesarios para seleccionar las variables e indicadores.

Tercera etapa: evaluación de la cantera de áridos a través de la aplicación de la mECA.

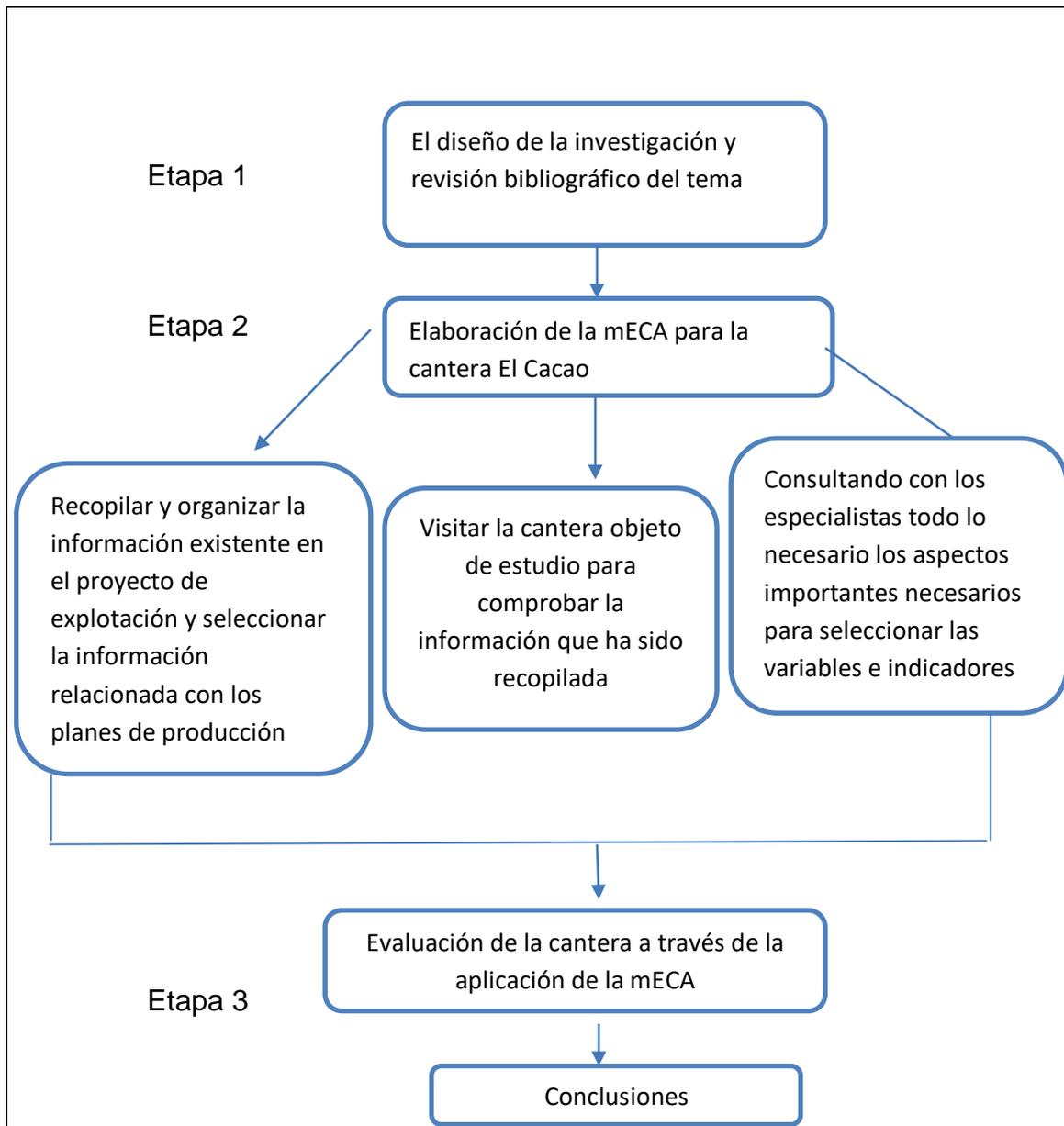


Figura 2.1 Etapas metodológicas de la investigación

2.2 Matriz de evaluación de canteras de áridos (mECA)

La mECA es una herramienta que permite obtener una imagen integral del estado de una cantera de áridos, teniendo en cuenta todos los aspectos que afectan la misma. Martínez (2009), elaboró la metodología mECA en la que se analiza el estado tecnológico y se comparan los parámetros característicos de cada explotación con una cantera de referencia (Benchmarking) citado por Gonçalves (2016).

El autor de la matriz, tuvo en cuenta los siguientes aspectos de evaluación:

- **Aspecto Técnico:** donde incluye la fragmentación resultantes de la voladura, la geometría de la explotación, procediendo a la toma de datos de: Las fragmentaciones resultantes de las voladuras, incidiendo sobre la proporción de piedras sobre medidas; los ciclos de trabajo de la maquinaria, las producciones de la planta de tratamiento y clasificación teniendo en cuenta los tiempos de producción, las capacidades de producción que permiten los equipos de carga y transporte de que se dispone, los consumos energéticos y el coste por tonelada de cada una de las actividades.
- **Aspectos Medioambientales y de Seguridad:** Parte de los datos que se tomaron en cantera, lo fueron para completar los documentos disponibles en relación con estos aspectos, comprobando la existencia, o no, de medidas encaminadas a eliminar o reducir los impactos y molestias, como ruido, polvo, impacto visual y la correcta gestión del agua. La seguridad se tuvo en cuenta la existencia y señalización de peligros en zonas de presencia de trabajadores, el uso de los elementos de protección personal (EPP) en los procesos productivos, así como la limpieza y organización de las instalaciones y el cumplimiento con las normativas vigentes fueron algunos de los puntos tenido en cuenta para la evaluación del aspecto.
- **Aspecto socio-económico:** se analiza el número medio de empleos directos e indirectos, número de jornadas trabajadas, de los índices de absentismo, así como todos los índices técnicos que se miden en una cantera.

La matriz consta de 15 variables y 200 indicadores que permiten evaluar los aspectos anteriores. Cada variable y sus indicadores se recogen en una tabla con dos columnas y sus sub-columnas. Las variables son todos los aspectos de una explotación de áridos susceptible de evaluación técnica, medioambiental, en seguridad o socio-económica. Así pues, los indicadores no son más que los parámetros a evaluar dentro de cada variable (Martínez, 2009).

2.3 Descripción del procedimiento de la aplicación de la mECA

La mECA se compone de dos columnas principales (tabla 2.1). En la primera columna se encuentran las variables y los indicadores. La segunda columna principal recoge los aspectos a evaluar de cada variable e indicadores y se divide en cuatro columnas.

Tabla 2.1 Matriz para la evaluación de una variable

Variables e indicadores	Valoración																								
	Técnico					Medioambientales					De seguridad					Económica					Social				
	C	v	i	p	valor	v	i	p	valor	v	i	p	valor	v	i	p	valor	v	i	p	valor				
Ind.1																									
Ind.2																									
Ind.3					VMC e					VMCe					VMCe					VMC e					VMC e
Ind.4					VCe					VCe					VCe					VCe					VCe
Ind.5					PCe					PCe					PCe					PCe					PCe

En la valoración de cada aspecto, la sub columna (c) corresponde a los datos obtenidos en el campo, manteniendo igual para todos los cinco aspectos referido a cada variable. La sub columna (v) es la valoración donde se confieren valores entre 0 y 5, a cada indicador quedando sin valor los que no tienen atribución. La importancia de los indicadores dentro del conjunto global de los aspectos, se identifica con la letra (i), la cual se evalúa entre el 1-100%, valorando de 0% los indicadores que no se tienen en cuenta. La puntuación final corresponde a la subcolumna (p), y se obtiene al multiplicar la valoración (v) por la importancia (i).

En la última sub columna aparecen tres celdas, con la palabra “valores”, las que se sitúan desde la celda superior al inferior:

- Valor obtenido del campo (VC): es la adición de los valores obtenidos en todas las valoraciones VCe en la horizontal.
- Relación porcentual entre lo obtenido y lo máximo (PC): es el resultado de dividir VC por VMC.

En la tabla 2.3 se expone de manera vertical la importancia que se atribuye a cada variable analizada para cada uno de los aspectos evaluados. Al llevarse a cabo el análisis, se logra obtener una visión de toda la explotación para un grupo de características en concreto. El recorrido en vertical de la matriz mECA permite un análisis parcial de los criterios de evaluación.

El resultado final (X) corresponde a la suma de todas las puntuaciones finales (p) de los indicadores en cada aspecto.

Tabla 2.3. Recorrido vertical de la mECA

Variables e indicadores	Valoración técnica				Valoración M.A				Valoración de seguridad				Valoración económica				Valoración social							
	C	v	i	p	Valor	v	i	p	Valor	v	i	p	Valor	v	i	p	Valor	v	i	p	Valor			
Variable 1																								
Variable 2																								
...																								
...																								
...																								
Variable n																								
				X				X				X				X				X				X

En el proceso de cálculo hasta el resultado final de la calificación de cada uno de los aspectos evaluados, se ponderó, en correspondencia con el peso que se desea que tenga dentro del valor general.

Los valores de los ponderadores se otorgan según la importancia o nivel designificación que tenga cada aspecto. Con el objetivo de mantener una misma escala de información, todos los pesos establecidos a los aspectos se consideraron entre los valores de 10% a 30% (escala que se toma de forma racional, de acuerdo a los intereses del investigador), y se asigna el menor o mayor valor en dependencia de la importancia o nivel de significación que tenga el aspecto en el estudio (figura 2.2).

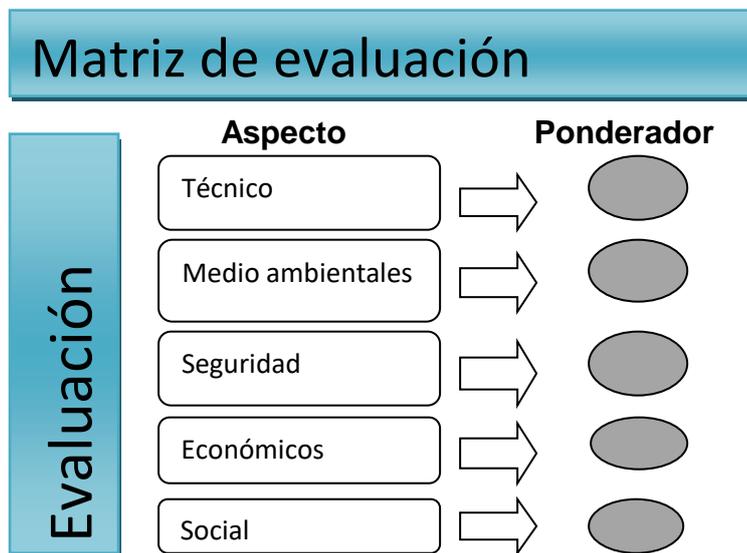


Figura 2.2 Importancia de los criterios de evaluación a partir del análisis de la matriz (mECA).

El cálculo del índice global mECA, (tabla 2.4) se obtuvo multiplicando la importancia de cada ponderador por el índice específico (ecuación 1). Posteriormente se suman todos los índices globales, y se obtienen valores entre 0 % y 100 % para dicho índice mECA. El 100 % corresponde a una explotación que cumple con todos los criterios establecidos en la matriz (técnicos, medioambientales, de seguridad, económicos y sociales). Considerando las particularidades de la cantera estudiada, se decide establecer varios rangos que están entre Excelente y Mal para clasificar la explotación de la misma. Estos son:

91 % a 100 % (Excelente)

70 % a 90 % (Muy Bien)

50 % a 69 % (Bien)

21 % a 49 % (Regular)

0 % a 20 % (Mal)

Ecuación para el cálculo del índice específico

$$\text{Índice específico} = \frac{\sum P_x}{\sum VM C_{e_x}} \times 100_{(1)}$$

Donde:

x : Aspecto que se calcula.

$\sum P_x$: Sumatoria total de la puntuación del aspecto evaluado.

$\sum VM C_{e_x}$: Sumatoria total del valor máximo de campo correspondiente al aspecto evaluado.

Tabla 2.4 Resultados globales y determinación del Índice mECA

Aspectos de evaluación	Ponderadores	Índices específicos	Índices globales	
Técnico				
Medioambientales				
Seguridad				
Económico				índice mECA
Social				

CAPÍTULO III. DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO EN LA CANTERA DE ÁRIDOS EL CACAO

Introducción

En este capítulo tiene como objetivo describir la matriz (mECA) en función de las variables que son tenidas en cuenta para evaluar de forma integral la calidad de la producción de áridos y disminuir el impacto ambiental, a través del diagnóstico tecnológico en la cantera El Cacao.

3.1 Aplicación de lamECA en la cantera El Cacao

En la actualidad, no es suficiente con realizar únicamente un análisis de viabilidad económica a la hora de definir una explotación o proceder a su apertura, se deben tener en cuenta otras componentes de la viabilidad: tecnología (eficiencia y calidad), medio ambiente, seguridad y aceptación social (Martínez, 2009).

Para lograr que durante la ejecución de los trabajos mineros en una cantera se obtengan los resultados deseados, es necesario que los mismos sean organizados de la forma más correcta y eficaz posible y que además se pueda obtener cierta independencia entre unos y otros (Thiremo, 2017).

Es necesario conocer la situación real de la cantera en un momento dado para descubrir problemas y áreas de oportunidad, con el fin de corregir los daños.

En el diagnóstico se examinan y mejoran los sistemas y prácticas del sistema de trabajo interno y externo de la cantera en todos sus niveles. Para tal efecto se utiliza una gran diversidad de herramientas, dependiendo de la profundidad deseada, de las variables que se quieran investigar, de los recursos disponibles y de los grupos o niveles específicos entre los que se van a aplicar.

3.2 Selección de las variables e indicadores de la mECA para la cantera El Cacao

La selección de las variables y los indicadores de la mECA se realizó a través de trabajos en conjunto tanto en gabinete como en el yacimiento El Cacao, con especialistas de la producción y los servicios (Empresa de

Materiales de la Construcción de Granma, se tuvo en cuenta el criterio de profesores del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa y observaciones personales de la autora). En este trabajo se tuvo como base el cumplimiento de la Legislación Minera, las características geológicas y mineras técnicas de la cantera y la situación socio-económica del país.

A partir de la valoración realizada por los especialistas, se escogieron las variables y sus indicadores, los que se relacionan de acuerdo al nivel de importancia y aplicación indicado por los mismos:

1. Cantera

- Posee concesión minera aprobada
- Posee informe geológico aprobado y actualizado
- Posee proyecto minero aprobado y actualizado
- Posee proyecto de rehabilitación
- Se explota el yacimiento según proyecto minero
- Se cumple con el plan anual de minería
- Sistema de explotación
- Estado técnico de drenaje
- Posee plano topográfico actualizado del yacimiento
- Calidad en los frentes de trabajo
- Altura de los bancos

2. Reservas técnicas

- Existencia de las reservas técnicas planificadas
- Existe secuencia de preparación de reservas
- Se refleja en el plano topográfico las reservas técnicas
- Se controlan las reservas técnicas del yacimiento
- Estado de las reservas

3. Estabilidad del frente

- Grado de fracturación del frente
- Se sanean y limpian los frentes
- Presencia de fallas
- Situación de fallas

4. Límites de la concesión minera

- Están monumentados y señalizados los vértices de la concesión

- Posee vértices de explotación según resolución de la Oficina Nacional de Recursos Minerales (ONRM)
- Mantenimiento anual a los vértices

5. Estado de las plataformas

- Ancho de la plataforma de trabajo según proyecto
- Limpieza de la plataforma de trabajo
- Seguridad de las plataformas y taludes

6. Estados de las pistas

- Ancho de las vías según el proyecto
- Pendiente según proyecto
- Disposición de sistema de señalización en canteras
- Realización del mantenimiento planificado
- Existencia de esquemas de parque para mantenimiento

7. Acarreo con buldócer

- Cumplimiento con el plan de acarreo mensual
- Estado técnico del equipo
- Cumplimiento con el índice de consumo de diésel
- Se cumple con la productividad planificada

8. Red de perforación propuestas

- Confección y cumplimiento del pasaporte de perforación
- Los equipos cumplen con productividades planificadas
- Poseen captadores de polvo
- Los operarios poseen los medios de seguridad requeridos
- Diámetro de perforación
- Se controla la perforación ejecutada en el yacimiento

9. Carga de los barrenos y voladura

- Cumplimiento del pasaporte de voladura planificado
- Se obtiene la granometría planificada
- Tipo de explosivo adecuado
- Se controla el uso de los explosivos y los medios de explosión
- Se mide la generación de polvo producida
- Proyecciones fuera de los límites previstos
- Generación de onda aérea

10. Carga y transporte

- Sistema de carga y transporte
- Estado técnico del equipo
- Correspondencia de equipo de carga con medios de transporte
- Distancia del frente a la tolva de primario
- Cumplimiento del índice de consumo de diésel
- Equipos cumplen productividades planificadas
- Sistema de apantallamiento natural o artificial
- Circulación a través de población

11. Fragmentación secundaria

- Existe acumulación de rocas sobre medidas
- Se realiza la fragmentación secundaria planificada y adecuada
- El método utilizado es adecuado

12. Escombrera

- Ubicación y parámetros técnicos
- Ejecución según proyecto
- Se depositan adecuadamente los materiales

13. Planta de tratamiento

- Cumplimiento del proyecto de procesamiento
- Cumplimiento del plan de producción
- Existencia del proyecto de procesamiento actualizado y aprobado
- Adecuado flujo tecnológico
- Acopios próximos a la tolva primaria
- Equipos cumplen plan de proyecto
- Sistema de apantallamiento superficial o natural (efectividad)
- Señalización adecuada de las instalaciones
- Dispone de sistema de control de la producción
- Cerramiento de la tolva de alimentación de la trituradora
- La tolva de alimentación dispone sistemas de reducción de los niveles sonoros
- Sistema de eliminación de polvo
- La tolva dispone de barrera no franqueable
- La tolva dispone de sistema de amortiguación
- Existen fragmentos de material en los accesos

- Dispone de los medios para el control de descarga
- Dispone de caseta de control de operaciones del primario
- Medios para controlar el funcionamiento de los molinos
- La caseta cumple con las condiciones de seguridad e higiene del trabajo
- Los transportadores disponen de detectores de metales (los necesarios)
- Los transportadores disponen de sistemas de control de producción.
- Pesas (los necesarios)
- Los transportadores se encuentran tapados
- Los transportadores disponen de seguridad anti atrapamiento
- Los transportadores disponen de protección de las correas de los motores (cubre poleas)
- Los transportadores disponen de protección de los tambores (carenado del tambor de cola)
- Los transportadores disponen de escalerilla de acceso y pasarela de vista
- Los tambores de cola están a una altura adecuada
- Cerramiento de los equipos de trituración
- Cerramientos de los equipos de molienda
- Cerramientos del esquema clasificación
- Dispone de caseta de control de operaciones en la zona de clasificación
- Dispone de medios audiovisuales para controlar la descarga
- Dispone de control para el funcionamiento de los molinos
- La caseta cumple con las condiciones de seguridad e higiene en el trabajo
- Dispone de sistema que reduzca el ruido en la alimentación y descarga de los equipos de trituración
- Dispone de sistema que reduzca el polvo en la alimentación y descarga de los equipos de trituración
- Acopios disponen de protección contra el viento
- Altura de caída adecuada
- Existe sistema de eliminación o reducción de polvo en la descarga de los silos
- Existe señalización adecuada de las instalaciones

- Uso de elementos de protección individual (EPI's)
- Nivel de mantenimiento de las instalaciones
- Consumo eléctrico KW/t
- Disponen de sala de control eléctricos
- Estado de la sala de control eléctricos
- Estado de las canalizaciones eléctricas
- Disponen de taller mantenimiento
- Estado del taller
- Disponen de cubetas para evitar el vertido de combustible y aceites
- Consumo de diésel según plan
- Dispone de surtidor propio
- Autorización de productor de residuos peligrosos
- Consumo de agua para el lavado de los áridos (se prevé su recirculación)
- Riegos de vías al día (dependiendo de la zona de la cantera)
- Dispone de salas comedor para los trabajadores
- Dispone de sala de aseo según norma de seguridad e higiene en el trabajo
- Disponen de laboratorio de planta
- Dispone de sistema de gestión medioambiental ISO UNE 14 001
- Dispone de sistema de gestión calidad ISO UNE 9 001
- Dispone de sistema de la seguridad OSHAS
- Balance de material (aprovechamiento de la planta)
- Venta de material

14. Control de servicios recibidos

- Subcontratación de la perforación y voladura
- Costo de la perforación y la voladura
- Subcontratación de carga y transporte

15. Empleo

- Aumento del nivel de empleo
- Número total de trabajadores
- Número de jornadas de trabajo
- Índice de ausentismo

16. Formación

- Horas de capacitación profesional
- Horas de capacitación de Seguridad y Salud

17. Accidentes

- Número de accidentes mortales
- Número de horas perdidas por accidentes
- Índice de incidencia

18. Inversión

- Magnitud de negocio
- Costes de desarrollo minero
- Comunicación con la población
- Dispone la empresa de hoja de reclamación al servicio del ciudadano

19. Transporte exterior

- Aumento del beneficio de la red de transporte a la población periférica
- Existe control de transporte desde los almacenes hasta puntos de venta
- Control proporción de transporte por carretera con respecto al total

20. Incidentes medio ambientales

- Número de incidentes medio ambientales
- Impacto visual
- Nivel de rehabilitación
- Pérdida de la vegetación: sectores de vegetación espontánea, arbórea y arbustiva, especialmente aromas (acacia sps).
- Alteración del paisaje natural por disminución de sus componentes (cárcavas, relieve).

21. Lagunas de lodos

- Ubicación y parámetros según proyecto
- Ejecución según proyecto

22. Contaminación del agua de la superficie y subterránea

- Cambio de las propiedades físico químicas del agua.

- Alteración del drenaje superficial y subterráneo por la formación de oquedades, así como de las cuencas hidrográficas y viales.

23. Seguridad minera

- Existe proyecto de seguridad minera actualizado y aprobado
- Está basado en las resoluciones, leyes y decretos pertinentes
- Se cumple proyecto de seguridad minera

3.3 Descripción de los aspectos evaluados en la cantera El Cacao

✚ Aspecto técnico de la cantera

El sistema de explotación del yacimiento se realiza a cielo abierto con avance paralelo y continuo por bancos descendente laborando varios frentes con diferentes características, la altura de los bancos varía entre 17 – 19 m.



Figura 3.1 Sistema de explotación por bancos descendente de la cantera El Cacao.

Considerando fundamentalmente las características físico mecánicas de las rocas en toda el área de la cantera, el arranque se realiza con explosivos. Las labores de perforación son realizadas por la Empresa de Servicios Geólogo - Minera (EXPLOMAT), con sus equipos y personal calificado y las labores de voladura por el personal de Canteras. Para la perforación de los taladros se utiliza la carretilla barrenadora Altas Copco460 PC (Figura 3.2) con diámetro de perforación de 115 mm y una productividad de

14.5m/hy un compresor Altas Copco XAHS 365 con una capacidad de 12m³.



Figura 3.2 Carretilla barrenadora Altas Copco 460 PC

➤ **Los parámetros de la voladura son los siguientes:**

Las sustancias explosivas utilizadas son las emulsiones encartuchadas de Senatel Magnafrac y la emulsión encartuchada de Fortel Tempus y cuando es necesario el Amex. Con un índice de consumo que varía de 0.38 hasta 0.40 Kg/m³. La cantidad de taladros está en dependencia del volumen que se quiere explosionar, la red de barrenación es de 3 x 3 y en zonas de cavernas es de 4 x 4. Se hacen de 2 hasta 3 voladuras mensuales.

Para la iniciación de la voladura se utiliza un sistema silencioso a través de detonadores Exel Handidet, con Conectores de superficie unidireccionales Exel Conectadec.

La granulometría que se obtiene corresponde con el frente en que se ejecutan los trabajos de perforación y voladura; donde hay existencia de fallas, cavernas y zonas agrietadas, la granulometría es grande por lo cual existen muchos pedazos de rocas sobre medidas que varía de 15–10%, la fragmentación secundaria debería ser realizada por un martillo rompedor contratado a la empresa de Explomat perteneciente Santiago de Cuba pero dicha empresa casi nunca le presta el servicio a la cantera por lo general en El Cacao no se realiza la fragmentación secundaria.

➤ Equipamiento minero

Teniendo en cuenta que en yacimiento de materiales de construcción de Granma El Cacao tiene como fuente de extracción data por calizas, la carga se efectúa con un cargador frontal Liu/gong y la excavadora Hitachi UD-181, la transportación del estéril y mineral desde la cantera hasta la escombrera, tolva de recepción y almacenes de minerales, y el transporte hasta el molino triturador se realizan por camiones de volteo Howo de origen Chino de 30 t de capacidad, el buldócer Volvo L180E se encarga del acarreo y reapile del material cuando sea necesario. Las alturas de los frentes de trabajo son de 17, 18 y 19 m respectivamente con un ángulo del talud de 75°.

Los equipos (camiones, cargadores, buldóceres y excavadoras) tienen aproximadamente 1 año de explotación y presentan un estado técnico bueno, presentan problemas con las gomas de los neumáticos porque han sido remplazados por los originales. El molino lleva aproximadamente de 25 – 30 años en explotación, se le hace una revisión y se le realiza una reparación en cada cierto tiempo según lo necesite. El mantenimiento del equipamiento se realiza con una frecuencia de cada 50 horas de trabajo.

Características del equipo utilizado en la cantera:

Tabla 3.1 Relación de los equipos utilizados automotor

Equipo	Marca y Origen	Capacidad (m ³)	Cantidad
Buldócer	Volvo	-	1
Cargador	Liu/gong	3.75	1
Camión	Howo	20	5

La distancia de transportación de la cantera hacia la planta de procesamiento es de 2,5 Km y hasta la escombrera es de 400 metros aproximadamente, lo cual se relaciona con el consumo de combustible de

los equipos con un solo turno de trabajo de 12 horas la cantera, dado que el personal de oficina trabaja 8h durante el día.

➤ **Planta de procesamiento**

En la planta de procesamiento la fuerza de trabajo está distribuida de la siguiente forma, en correspondencia de nudos tecnológicos existente en la misma.

Tabla 3.2 Relación de la fuerza de trabajo

1	Planta de procesamiento	Operarios	Dirigente
2	Molino primario	6	
3	Molino secundario.	11	2
4	Molino terciario.	8	
5	Molino demoledor.	6	
6	P G D	4	
7	Hidrociclón	1	
8	Carbonato de calcio	3	

La capacidad de la planta está limitada por la cantidad de equipos que se encuentran trabajando actualmente.



Figura 3.3 Planta de procesamiento la cantera El Cacao

El material extraído de la cantera presenta una ley de 98% de CaCO_3 , 1 % de material meteorizado y con bajo contenido de arcilla. En la instalación se producen los siguientes productos:

- Macadam
- Hormigón
- Gravilla
- Granito
- Arena
- Polvo de piedra
- Carbonato de calcio (marmolina)

El molino primario es aquel donde los camiones depositan el material en la tolva de alimentación proveniente de la cantera, donde hay una trituradora de mandíbula que lo reduce a un tamaño que oscila de 70 mm de diámetro a la tolva del molino secundario, se clasifica y de ellos se obtiene los 6 productos citados anteriormente. En el molino terciario se remuele el hormigón o el mismo macadam y se hace polvo, y a parte se produce la marmolina que también se le dice carbonato de calcio.



Figura 3.4 Molino primario

Procedimiento de trabajo de la planta: el material procedente del frente de canteras es conducido y depositado en la tolva de alimentación por medio de camiones de volteo de 20 m³ de capacidad; de aquí el material pasa a un alimentador vibrante provisto de un doble emparrillado que permite separar los tamaños de grano (-70+0) mm, los cuales son transportados por bandas transportadoras a la zaranda vibrante. La zaranda tiene que trabajar con una gama de partículas que excede de 4 veces el diámetro máximo alimentado. El material pasa a través del separador vibrante cae al triturador primario en el que se reduce a un tamaño máximo de 175 mm que es trasladado con el material recuperado por las bandas transportadoras al acopio intermedio, siendo trasladado por medio de las bandas a los molinos de impacto. En la segunda etapa es remoler el material del acopio intermedio que es trasladado a dos molinos de impacto hasta reducirlo a un tamaño máximo de 75 mm, el material procedente de los molinos de impacto es conducido por bandas transportadoras y esta a su vez lo conduce a la zaranda vibratoria; la fracción 63 mm que sale da la zaranda vibratoria es trasladada por una cinta hasta el molino de impacto para obtener una fracción por debajo de 63 mm que es recirculada por la banda transportadora hasta su clasificación. El material triturado es trasladado por

la cinta transportadora Referencia 77 realizando la clasificación del material obteniéndose las fracciones $(-25+13)$ mm, $(-13+5)$ mm y $(-5+0.9)$ mm. Las que son depositadas por medio de dos cintas transportadoras que conducen el material hasta los camiones.

Tabla 3.3 Tipos de surtidos (Tomado del proyecto de procesamiento, planta de procesamiento El cacao)

Surtido	Volumen anual de producción
Arena	13 939 m ³
Granito	10 452 m ³
Hormigón	16 785 m ³
Bloque de hormigón	12 567 m ³
Gravilla	8 166 m ³
Macadam	10 194 m ³
Polvo	3 828 m ³
Carbonato de calcio(marmolina)	1 129 m ³

➤ **Parte eléctrica**

La pizarra general de distribución eléctrica (PGD) está compuesta por 15 disyuntores donde cada uno de ellos domina un circuito determinado en la instalación. También está constituida por otros tipos de elementos eléctricos como: contadores eléctricos, protectores térmicos, temporizadores, bróker, transformadores de control, panel de control (este domina las cintas transportadoras, molinos y cribas), banco de transformadores de alta (33 000 – 440 V), la planta trabaja durante 12 horas diarias y cuenta además con un taller de mantenimiento automotor e industrial, que brinda servicios de mantenimiento y reparaciones ligeras, tanto a los equipos tecnológicos

como los no tecnológicos. De forma general, el equipamiento de la planta de tratamiento mantiene un estado técnico bueno.

A continuación, se muestra el listado de los distintos materiales que se emplean en el procesamiento de los materiales, indicando el consumo específico de cada uno de ellos por cada tonelada de mineral procesado. (Combustible, agua, electricidad, reactivo, etc.)

Tabla 3.4 Indicadores técnicos la planta

Producto	Materiales	Consumo (T ≈ litros)
Arena artificial	Agua	11900
Piedra triturada	Combustible	28715 ≈337257
Arena artificial	Combustible	73 ≈85844
Carbonato	Combustible	7 ≈ 8222
Piedra triturada	Electricidad	1320
Arena artificial	Electricidad	336
Carbonato	Electricidad	149

➤ **Presa de cola y agua**

La presa de cola de la instalación se encuentra en buen estado, esta era una problemática en la planta pues solo existía una en estos momentos hay dos con la política de cuando se esté vertiendo en una la otra se vaya limpiando para así evitar el derrame de lodo al medio circundante. Las características de los lodos se encuentran certificada por el laboratorio del centro técnico de la construcción en ciudad de la habana, además se realizan ensayos de laboratorio en nuestro centro donde hemos tenido resultados favorables en la utilización de este material como recebo agregándole un 30% del mismo a la mezcla de hormigón. El lodo se traslada desde el hidrociclón por unas tuberías hasta la presa.

Existe un pozo, pero toda esta agua industrial se controla por horas de bombeo en la estación de Río Cautillo al igual que el bombeo del manantial. La UEB

paga por gasto de agua mensualmente 3000 pesos y no se tiene datos de los volúmenes que se recircula en el hidrociclón. El volumen de agua en un mes es de 31 000 m³ y solo llega un 30% de este al hidrociclón el resto va para otros consumos y la parte que se pierde por rotura de tuberías. El plan de consumo de agua es de 1.7 m³ de agua por 1 m³ de árido lavado.

➤ **Drenaje**

El yacimiento tiene condiciones hidrogeológicas favorables, según los datos del informe geológico, los niveles de las aguas subterráneas se encuentran por debajo del límite de las reservas calculadas, no existe peligro de inundación de las aguas pluviales ya que la cantera proyectada es del tipo elevado montañoso por lo que no se prevé medidas especiales para el bombeo en el desagüe por gravedad hasta el horizonte +219.

✚ **Aspecto medioambiental**

Los trabajos de explotación de la cantera provocan una total transformación de las condiciones ambientales en el lugar. La vegetación que existía en el lugar fue desapareciendo con el tiempo en la medida que se abrían nuevos frentes ampliando el área de explotación. La atmósfera del lugar se encuentra contaminada por polvo proveniente tanto del mal estado de los caminos (debido a la falta de pipa de riego de agua que generalmente no se hace), como de la planta de procesamiento y ruido fundamentalmente en las horas de extracción y procesamiento del material.

Las afectaciones principales en la cantera ocurren durante el desbroce y destape, dato que eso provocan grandes impactos en la producción de los desechos, el deterioro paisajístico del área, la emisión de polvo a la atmósfera y la destrucción de la flora y la fauna afectando de forma directa el suelo y el aire.

No se realizan estudios referidos al tema de la rehabilitación de cantera dada que la misma aún se encuentra en fase de explotación.

En los estudios de evaluación de impacto ambiental realizados anteriormente (Ulloa, Hernández y Rosario, 2011) se pudo determinar que las afectaciones por el ruido y el polvo en el proceso de extracción del

material y la planta de beneficio es evaluado de grande. Esto se pudo verificar en visita realizada a la cantera durante la realización de este trabajo. En entrevista con el técnico principal se pudo identificar que no se aplican medidas para mitigar los impactos ambientales; por lo que se considera como resultado del diagnóstico tecnológico la necesidad de implementar medidas que permitan disminuir los impactos generados en la cantera. Esto afecta a la población asentada en el poblado de Minas lo cual requiere de una pronta solución.

Seguridad del trabajo

La cantera cuenta con un proyecto de seguridad minera el cual está basado en las disposiciones legales vigentes en el país. Además dispone de un Manual de Seguridad y Salud elaborado a nivel de Empresa que abarca todas las concesiones.

Los caminos presentan muchas irregularidades, con falta de señalización en las vías de circulación de toda la cantera, en el cual por la gran cantidad de polvo inhabilita en muchas ocasiones la visibilidad del conductor, como medida de seguridad se proponereforzar la señalización en los caminos.

Los trabajadores cuentan de medios de protección (cascos, guantes, tapones, mascarillas y espejuelo, la empresa dispone de presupuesto para la compra de estos y chequeo médico a sus trabajadores), pero no hay cumplimiento y colaboración por parte de ellos mismos, no lo usan y trabajan expuestos al peligro, a pesar de que hasta el momento según el especialista de seguridad y salud la cantera presenta un índice bajo en incidentes y accidentes mortales.

Relacionado a la higiene del trabajo, se ha evaluado el estado de las instalaciones de trabajo (oficinas, puesto médico, etc.) y el comedor, los cuales se encuentran en buen estado y cómodos.

Valoración económica

En términos económicos la cantera cuenta con una producción anual de 209763.37 m³/año. El número total de trabajadores es de 162 en la cantera, Se puede resaltar que el gasto de combustible es de 608 237l. Como

inversión de la cantera se ha comprado una báscula para el despacho de los productos terminados.

Valoración social

Una valoración real de los impactos está asociada al aumento del nivel de empleo, reforzando la red de transporte y el aprovechamiento de los desechos para el desarrollo de obras de infraestructuras de los proyectos comunitarios en los asentamientos cercanos a la explotación. También beneficia en cuanto a energía eléctrica y agua. Teniendo en cuenta que es una cantera que aporta grandes cantidades de materiales de la construcción en el oriente país.

3.4 Cálculo de la mECA para la cantera El Cacao

El cálculo de la mECA para cada variable y sus respectivos indicadores, se realizó según el orden que se explicó en el capítulo II y con los datos obtenidos en las prácticas de campo y gabinete, se realizó la evaluación basándose en la tabla de criterio de evaluación (anexo 5) y la matriz completa y evaluada se recogen en el Anexo 4 (tabla de la Matriz de evaluación de cantera de áridos El Cacao).

La tabla 3.5 se muestra el resultado del recorrido vertical de todas las variables, así como la importancia que se le atribuyó a cada aspecto en correspondencia a la adición de todas las puntuaciones finales en (p) de los indicadores de cada variable. Estos resultados permitieron, tanto la obtención de una visión global de toda la explotación, así como el análisis parcial de los criterios de evaluación y sus aspectos evaluados.

Tabla 3.5 Resultado del recorrido vertical de las variables

Variables	Aspectos				
	Técnico	M.A	Seguridad	Económico	Social
Variable 1					
Variable 2					
	315	160	235	195	76

Los ponderadores elegidos para cada aspecto se muestran en la figura 3.5 donde los pesos estipulados a los aspectos que integran los criterios fueron considerados entre los valores de 10 y 30 (escala que se tomó de formacional, de acuerdo a los intereses de la autora y sugeridos por los especialistas), otorgándose el menor o mayor valor en dependencia de la importancia o nivel de significación. En orden de importancia se consideró en primer lugar la seguridad en el trabajo, seguido del aspecto técnico y el medioambiental, la economía y en último lugar el aspecto social debido a que, en las condiciones del país, este aspecto se satisface de forma centralizada y su influencia en las canteras no es significativa.

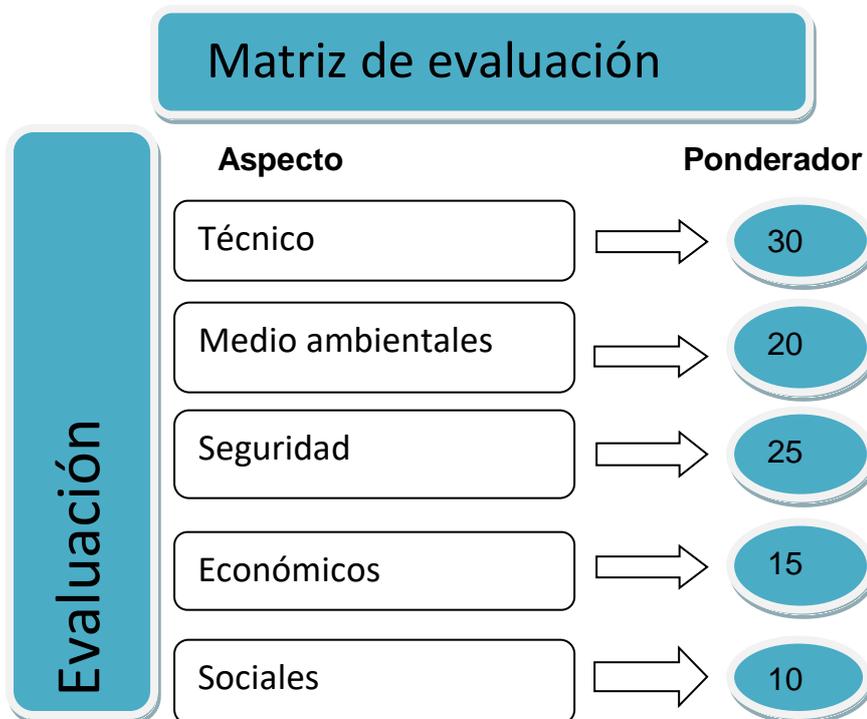


Figura 3.5 Importancia de los aspectos de evaluación a partir del análisis de la matriz (mECA)

Mediante la división de la suma de las puntuaciones finales por la puntuación máxima posible del mismo aspecto, se calcula la totalidad de lo que se alcanzó en esta cantera con respecto a lo que debe obtenerse en una cantera modelo (índice específico).

Cálculo de índice específico técnico:

$$\text{Índice específico} = \sum \frac{P_{\text{técnico}}}{VMC_{e_{\text{técnico}}}} \times 100\%$$

$$\text{Índice específico} = \sum \frac{315}{430} \times 100 = 73 \%$$

Cálculo de índice específico medioambiental:

$$\text{Índice específico} = \sum \frac{P_{MA}}{VMC_{e_{MA}}} \times 100\%$$

$$\text{Índice específico} = \sum \frac{160}{260} \times 100 = 62\%$$

Cálculo de índice específico de seguridad:

$$\text{Índice específico} = \sum \frac{P_{\text{Seguridad}}}{VMC_{e_{\text{Seguridad}}}} \times 100\%$$

$$\text{Índice específico} = \sum \frac{235}{380} \times 100 = 62\%$$

Cálculo de índice específico económico:

$$\text{Índice específico} = \sum \frac{P_{\text{Económico}}}{VMC_{\text{Económico}}} \times 100\%$$

$$\text{Índice específico} = \sum \frac{195}{254} \times 100 = 77\%$$

Cálculo de índice específico de aspectos sociales:

$$\text{Índice específico} = \sum \frac{P_{\text{social}}}{VMC_{\text{social}}} \times 100\%$$

$$\text{Índice específico} = \sum \frac{76}{105} \times 100 = 72\%$$

El resultado final (índice mECA) para la cantera El Cacao se muestra en la tabla 3.8 al aplicar los valores ponderados que se exponen en la figura 3.5 para cada aspecto evaluado. También se muestran los índices específicos e globales obtenidos.

El valor del índice mECA obtenido, permite aproximarse a la realidad de la situación global de la cantera que se evalúa. Este índice varía de 0-100%; siendo el 100% para aquel que cumple con todos los aspectos.

Tabla 3.6 Resultados de la cantera evaluada

Aspectos	Ponderadores	Índice específico	Índice global	
Técnico	30%	73%	21.9%	
Medio ambiental	20%	62%	12.4%	
Seguridad	25%	62%	15.5%	
Económico	15%	77%	11.55%	Índice mECA
Sociales	10%	72%	7.2%	68%

El resultado obtenido para el caso de estudio en la cantera El Cacao es de 68%, el cual otorga a la misma una evaluación de **bien**.

CONCLUSIONES

En función de la realidad objetiva de la cantera, consultas a varios especialistas y visitas realizadas a la cantera El Cacao se seleccionaron 23 variables y 156 indicadores para la mECA.

El diagnóstico realizado en la cantera permitió valorar de forma integral su desempeño con una calificación de Bien, al obtener como resultado final un valor de índice de mECA de 68%.

La aplicación de la mECA en la empresa de Granma para materiales de la construcción del Cacao proporcionó los siguientes resultados como en el aspecto técnico se obtuvo un valor de 73%, medioambiental y seguridad con un valor de 62%, y en la valoración económica obtuvo un valor de 77%.

- La cantera tiene un impacto positivo en la comunidad local, ya que genera fuente de empleo para los habitantes de la zona, y en el aspecto ambiental obtuvo un valor de 72%.

RECOMENDACIÓN

- Continuar con esta investigación de manera que se puedan perfeccionar las herramientas del diagnóstico tecnológico para determinar las estrategias que permitan a la cantera mejorar su índice ECA.
- Aplicar esa herramienta en otras canteras del país.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ahmed y Rafiq (1998). Integrated benchmarking: a holistic examination of select techniques for benchmarking analysis. *Benchmarking for Quality Management and Technology*. Five (3): 225-242.
2. Batista, E. R. (2009). "El Diagnóstico técnico por análisis de tendencia, técnica para evaluar el estado de condición de un equipo. Aplicación a un grupo electrógeno." Ciencias Holguín **vol. XV**.
3. Reyes, L. M. (2015). Diagnóstico tecnológico de la cantera de materiales para la construcción Yarayabo de la Provincia de Santiago de Cuba. Departamento de Minas. Moa: 76h.
4. El sector de los áridos: líder mundial en suministro de recursos naturales. [en línea] [Consultado: 2018-03-05]. Disponible en <http://www.aridos.org/el-sector-de-los-aridos-lider-mundial-en-suministro-de-recursos-naturales/>
5. Gaceta oficial de la república de cuba no 3 con fecha 23/01/95 Ley 76. Ley De Minas.
6. Gaceta oficial de la república de cuba no 7, de fecha 11/07/1997. Ley 81 De "Medio Ambiente".
7. Gonçalves, C. J. N. (2015). Diagnóstico tecnologico de cantera de árido los caliches de la provincia de Holguin. Departamento de minas. Moa, ISMM. 83h.
8. Hernández-Jatib, N., et al (2014). "Evaluación ambiental asociada a la explotación del yacimiento de materiales de construcción La Inagua, Guantánamo, Cuba." Luna Azul **38**.
9. Thiremo (2007). Diagnóstico tecnológico de la cantera de áridos San José Sur. Moa, ISMM.
10. Lipardi, G. (2016). Diagnóstico tecnológico de la cantera de materiales para la construcción Los Guaos de la provincia Santiago de Cuba. Departamento de minas. Moa, ISMM.
11. Los minerales industriales. [en línea] [Consultado: 2018-05-23]. Disponible en http://ocw.usal.es/ciencias-experimentales/rocas-industriales/contenidos/minerales_industriales_cyl.pdf

12. Marrugo Pino, J. *Análisis tecnológico (Diagnóstico tecnológico): herramienta de toma de decisiones y gestión del conocimiento*. Colombia, 2008. [en línea]. [Consultado: 2018-05-02]. Disponible en http://www.ing.unal.edu.co/eventos/gestec_innovacion/img/presentaciones/auditorio1/ponencias/3_pinojesus.pdf
13. Martínez-Segura, M. A. (2009). Diagnóstico tecnológico del sector de los áridos y su aplicación a la región de Murcia. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Cartagena. 313 Pp. [En línea]. [Consultado: 2018-03-20] Disponible en: <http://repositorio.upct.es>.
14. Milián, E. (2012). Evaluación minero ambiental del yacimiento polimetálico, Santa Lucía de Pinar del Río, Cuba. *Revista Geología Minería*. 28(3): 68-75.
15. Matos (2007). Diagnóstico tecnológico en la cantera Victoria II. Moa, ISMMM.
16. Cabrales (2012). Caracterización y propuesta de utilización de lodos en la cantera El Cacao, Moa, ISMMM.
17. (Naisma Hernández Jatib, Yiezenia Rosario Ferrer, Yuri Almaguer Carmenates, y José Otaño Noguera, 2013). Procedimiento para la elección del método de arranque en las canteras de áridos. Instituto Superior Minero-Metalúrgico "Dr. Antonio Núñez Jiménez", Las Coloradas s/n, Moa, Holguín, [En línea]. [Consultado: 2018-03-20] Disponible en E-mail: nhatib@ismm.edu.cu
18. (Naisma Hernández Jatib, Mayda Ulloa Carcasés y Yiezenia Rosario Ferrer, 2011). Impacto ambiental de la explotación del yacimiento material de la construcción El Cacao.
19. Aguilar (2010). Descripción de la planta de procesamiento El Cacao.
20. Árido (minería) - Wikipedia, la enciclopedia libre. [https://es.wikipedia.org/wiki/Árido_\(minería\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Árido_(minería)), [En línea]. [Consultado: 2018-03-10]
21. Montes de Oca-Risco, A, et al. (2013). "Recuperación de áreas dañadas por la minería en la Cantera Los Guaos, Santiago de Cuba, Cuba." *Luna Azul* No. 37.
22. Shinn, T. (1982). Scientific disciplines and organizational specificity: the social and cognitive configuration of laboratory activities. In Elias N., Martins H., Whitley R. (eds), *Scientific Establishments and Hierarchies* (pp. 239-264. Dordrecht, Reidel Publishing Co.

23. Sulymon, et al. (2017). Engineering properties of concrete made from gravels obtained in Southwestern Nigeria. *CogentEngineering*. 4: 1-11.
24. Trigueros, E. (2006). "Estudio de los parámetros de viabilidad de las canteras subterráneas de mármol". Fabricación de Áridos en la Región de Murcia. Estrategias y Desarrollo. Jornada Técnica, Murcia 22 de febrero de 2006. [En línea] [Consultado 2017-03-15] Disponible en: <http://hdl.handle.net/10317/1971>.
25. Víctor (2015). Diagnóstico tecnológico de la cantera de áridos El Pílon de la provincia Holguín. Departamento de minas. Moa, ISMM.

ANEXOS

Anexo 1 Cantera El Cacao



Cantera: El Cacao

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

X = 541778m – 543299.6m

Y = 179721.3m – 181572.6m

Material explotado: Caliza

Productos

- Macadam
- Hormigón
- Gravilla
- Granito
- Arena
- Polvo de piedra
- Carbonato de calcio (marmolina)

Producción anual: 333,612 m³/año

Anexo 2 La escombrera de la cantera El Cacao

a) Escombrera



b) Acceso del frente



Anexo 3 Equipos existentes en la cantera





d)

Anexo 4 Equipos utilizados en la planta de procesamiento

a) Trituradora de mandíbula



b) Mesa de control de los molinos de la planta



Variables e indicadores	Valoración Técnica					Valoración Medio - Ambiente			Valoración Seguridad					Valoración Económica				Valoración Social				
	c	v(0-5)	l%	p	valor	v(0-5)	l%	p	valor	v(0-5)	l%	p	valor	v(0-5)	l%	p	valor	v(0-5)	l%	p	valor	
Cantera																						
Posee concesión minera aprobada	Si	5	100	5		5	30	1.5		0	0	0		5	100	5				0		
Posee informe geológico aprobado y actualizado	Si	5	100	5		5	40	2		0	20	0		5	100	5				0		
Posee proyecto minero aprobado y actualizado	Si	5	100	5		4	80	3.2		3	100	3		4	100	4		3	100	3		
Posee proyecto de rehabilitación	No			0		3	100	3				0				0		5	100	5		
Se explota el yacimiento según proyecto minero	No	3	100	3		5	100	5		4	100	4		4	100	4				0		
Se cumple con el plan anual de la minería	Si	3	100	3				0				0		4	100	4				0		
Posee plano topográfico actualizado del yacimiento	Si	5	100	5				0				0				0				0		
Sistema de explotación	Banco descendiente	4	50	2		3	20	0.6		4	100	4				0				0		
Estado técnico de drenaje	Bueno	5	100	5	50	4	80	3.2	35	4	50	2	30		0	0	25	4	50	2	15	155
Calidad en los frentes de trabajo	Regular	4	100	4	38.2	0	0	0	18.5	3	100	3	18	0	0	0	22			0	10	106.7

Altura de los bancos	17-19 m	3	40	1.2	55 %		0	0	53 %	4	50	2	60 %		0	0	88 %		0	66.6 %	68.8%
Reservas Técnicas																					
Existencia de las reservas técnicas planificadas	Si	5	100	5			0	0			0	0			0	0			0	0	
Existe secuencia de preparación de reservas	Si	3	50	1.5				0				0		3	80	2.4				0	
Reflejo en el plano topográfico las reservas técnicas	Si	4	90	3.6	25	0	0	0	0	0	0	0	0	3	95	2.85	10	0	0	0	0
Estado de las reservas	Buena	5	100	5	17.5			0	0			0	0	0	0	0	5.85			0	0
Se controlan las reservas técnicas del yacimiento	Si	4	60	2.4	70 %	0	0	0	0	0	0	0	0%	0	0	0	59 %	0	0	0	0
Estabilidad del frente																					
Grado de fracturación del frente	Malo	0	90	0		0	0	0		4	100	4		3	30	0.9				0	
Se sanean y limpian los frentes	No	3	100	3	10	3	30	0.9	5	3	80	2.4	15			0	4			0	0
Presencia de fallas	Si	0	100	0	5.1			0	0.9	3	100	3	6.4		0	0	0.9		0	0	0
Situación de fallas	Regular	3	70	2.1	51 %			0	18 %			0	42.6 %			0	18 %			0	0%
Límites de concesión minera																					
Están documentados y señalizados los vértices de la concesión	Si	5	50	2.5	10	4	40	1.6	10	5	50	2.5	5	5	50	2.5	5	0	0	0	0
Posee Vértices de explotación según	Si	5	10	5	7.	5	60	3	4.	0	0	0	2.5	0	0	0	2.5	0	0	0	0

resolución de la ONRM			0		5				6												
Mantenimiento anual a los vértices	Si		0	0	75%		0	0	46%	0	0	0	50%	0	0	0	50%	0	0	0	0%

Estado de las pistas

Pendiente adecuada		4	90	3.6		3	0	0		5	100	5			0	0			0	0		
Disposición de sistema de señalización de canteras	No		0	0			0	0		3	100	3			0	0			0	0		
Asfaltado de las pistas y accesos	No	0	70	0	15	0	30	0	5	0	70	0	20		0	0			0	0	0	40
Realización del mantenimiento planificado	Si	5	80	4	11.6		0	0	0	3	30	0.9	10.1		0	0			0	0	0	21.7
Existencia de esquema de parque para mantenimiento	Si	4	100	4	77.3%	0	0	0	0	3	40	1.2	50.5%		0	0			0	0	0%	54.25%

Acarreo con buldócer

Cumplimiento con el plan de acarreo mensual	Si	5	90	4.5			0	0			0	0		5	70	3.5					0		
Estado técnico del equipo	Bueno	5	100	5	15	4	20	0.8	5	5	85	4.25	5	5	100	5	20			0	0	0	45
Cumplimiento con el índice de consumo de diésel	Si			0	14.5			0	0.8			0	4.25	5	80	4	17.5			0	0	0	37
Se cumple con la productividad planificada	Si	5	100	5	96			0	16			0	85%	5	100	5	87.5%			0	0%	82.2%	

Estado de las plataformas

Ancho del trabajo según el proyecto	No	4	90	3.6	15		0	0	5	3	100	3	15		0	0	0		0	0	0	35
Seguridad de las plataformas y taludes	Si	3	95	2.85	8.95			0	2	4	100	4	10.2			0	0			0	0	21.1
Se mantiene la limpieza de plataforma	Si	5	50	2.5	59.6%	4	30	2	40%	5	80	3.2	68%		0	0	0%		0	0	0%	60.28%

Red de perforación propuesta

Confección y cumplimiento del pasaporte de perforación	Si	4	100	4			0	0			0	0		5	100	5			0	0		
Los equipos cumplen con productividades planificadas	Si	5	100			0	0	0		0	0	0		5	90	4.5		0	0	0		
Poseen captadores de polvo	No		0	0		0	100	0			0	0		0	30	0			0	0		
Los operarios poseen los medios de seguridades requeridos	Regularmente		0	0	20		0	0	0	4	100	4	5		0	0	0		0	0	0	25
Diámetro de perforación	85-115 mm	4	80	3.2	12.2		0	0	0		0	0	4		0	0	0		0	0	0	16.2
Se controla la perforación ejecutada en el yacimiento	Si	5	100	5	61%			0	0%			0	80%			0	0%			0	0%	64.8%

Carga de los barrenos y voladura

Cumplimiento del pasaporte de voladura planificado	SI	5	80	4			0	0			0	0		4	80	3.2			0	0		
Se obtiene la granulometría planificada	Parcial	3	100	3			0	0			0	0		0	90	0			0	0		

Tipo de explosivo adecuado	Si	5	10	5		4	95	3.8			0	0			0	0			0	0		
Se controla el uso de los explosivos y los medios de explosión	Si	5	90	4.5		5	80	4		5	100	5		5	100	5			0	0		
Se mide la generación de polvo producida	No		0	0	20	5	70	3.5	25	4	30	1.2	20		0	0	10		0	0	10	85
Proyecciones fuera de los límites previstos	No		0	0	16.5	4	80	3.2	17	4	95	3.8	14.75		0	0	8.2	5	80	4	9	65.45
Generación de onda aérea	Si		0	0	82.5%	3	85	2.5	68%	5	95	4.75	73.75%		0	0	82%	5	100	5	90%	77%
Carga y transporte																						
Sistema de carga y transporte	Si	4	10	4				0		4	90	3.6				0					0	
Estado técnico del equipo	Bueno	5	10	5		4	60	2.4		5	90	4.5		4	80	4					0	
Correspondencia de equipo de carga con medios de transporte	Si	4	10	4		0	0	0		0	0	0		4	70	2.8					0	
Distancia del frente a la tolva primario	2.5 km		0	0		0	0	0		0	0	0		4	50	2		0	0	0		
Cumplimiento de índice de consumo de diésel	Si	5	80	4		0	0	0		0	0	0		5	90	4.5				0	0	
Equipos cumplen productividades planificadas	Si	4	10	4	25	0	0	0	15	0	0	0	15	5	80	4	25	0	0	0	0	80
Sistema de apantallamiento natural o artificial	Si		0	0	21	3	80	2.4	5.4	3	20	0.6	8.7			0	17.3			0	0	52.4
Circulación a través de la población	Regular		0	0	84%	3	20	0.6	36%	0	0	0	58%	0	0	0	69.2%		0	0	0%	65.5%

Fragmentación secundaria																						
Existe acumulación de rocas sobre medidas	Si	3	70	2.1	15	0	0	0	10	0	0	0	5	0	90	0	5	0	0	0	35	
Se realiza fragmentación secundaria planificada y adecuada	Parcial	3	10 0	3	10 .1	3	3	0.9	2.1	0	0	0	4	3	10 0	3	3		0	0	19.2	
El método utilizado es adecuado	Si	5	10 0	5	67 .3 %	3	4 0	1.2	21 %	5	80	4	80%		0	0	60 %		0	0	54.8%	
Escombrera																						
Ubicación y parámetros técnicos	Si	5	30	1.5	5	4	95	3.8	15	5	80	4	15	0	0	0	0	5	80	4	5	40
Ejecución según el proyecto	Si		0	0	1. 5	5	60	3	9.3	5	80	4	10. 4	0	0	0	0	0	0	0	4	21.4
Se depositan adecuadamente el material	Si		0	0	30 %	5	50	2.5	62 %	4	60	2.4	69. 3%		0	0	0%		0	0	80 %	53%
Planta de procesamiento																						
Cumplimiento del proyecto de procesamiento	Si	5	100	5		4	100	4		5	100	5		5	100	5		0	0	0		
Cumplimiento del plan de producción	Si	4	100	4			0	0			0	0		4	100	4				0		
Existencia del proyecto de procesamiento actualizado y aprobado	Si	5	100	5		4	50	2		0	0	0				0				0		
Adecuado flujo tecnológico	Si	5	100	5				0				0				0				0		
Existe acopios próximos a la tolva	Si	4	100	4				0				0		5	100	5				0		

primaria																				
Equipos cumplen plan de proyecto	Si	4	100	4				0				0		4	100	4				0
Sistema de apantallamiento superficial o natural (efectividad)	50%		0	0			0	0	0	4	50	2			0	0				0
Señalización adecuada de las instalaciones	90%		0	0			0	0		5	100	5			0	0				0
Dispone de sistema de control de la producción	Si	5	100	5			0	0	0			0		5	100	5				0
Grado de automatización instalado	Si 100%	5	100	5			0	0		0	0	0		5	100	5				0
Cerramiento de la tolva de alimentación de la trituradora	Si	5	100	5			5	80	4		5	100	5		5	90	4. 5			0
La tolva de alimentación dispone sistemas de reducción de los niveles sonoro	Si		0	0			4	95	3.8			0	0			0	0			0
Sistema de eliminación de polvo	No		0	0			0	100	0		0	80	0			0	0			0
La tolva dispone de barrera no franqueable			0	0			0	0			3	100	3			0	0			0
Existen fragmentos de materiales en los accesos	No		0	0			0	0			5	30	0.9				0			0
Dispone de medios para el control de descarga	Si	5	80	4				0		5	60	3		5	40	2				0
Dispone de caseta de control de operaciones del primario	Si	5	100	5				0		5	50	2.5		5	80	4				0
La caseta cumple	Si			0			5	100	5		5	80	4			0	0			0

con las condiciones de seguridad e higiene de trabajo																				
Los transportadores disponen de detectores de metales (los necesarios)	Si	4	90	3.6				0				0				0				0
Los transportadores disponen de sistemas de control de producción. Balanzas (los necesarios)	Si	5	70	3.5			0	0			0	0				0				0
Los transportadores se encuentran tapados	NO		0	0			0	0		5	50	2.5				0				0
Los transportadores disponen de seguridad anti atrapamiento	Si			0				0		5	80	4				0				0
Los transportadores disponen de protección de las correas de los motores(cubre poleas)	Si			0				0		4	100	4				0				0
Los transportadores disponen de protección de tambores (carenado del tambor de cola)	Si		0	0				0		4	80	3.2				0				0
Los transportadores disponen de escalerilla de acceso y pasarela de vista	Si			0				0		5	100	5				0				0
Los tambores de cola están en una altura adecuada	Si			0		5	100	5		4	100	4				0				0
Cerramiento de los equipos de trituración	Si	5	80	4		5	80	4		5	100	5			0	0			0	0

Cerramiento de los equipos de mollienda	Si	5	80	4		5	80	4		5	100	5			0	0			0	0
Cerramientos de los esquemas de clasificación	Si			0		4	90	3.6		5	100	5				0				0
Dispone de caseta de control de operaciones en la zona de clasificación	Si	5	50	2.5				0		5	50	2.5				0				0
Dispone de medios audiovisuales para controlar la descarga	Si	4	50	2				0		5	20	1				0				0
La caseta cumple con las condiciones de seguridad e higiene en el trabajo	Si			0		5	100	5		5	100	5				0				0
Dispone de sistema que reduzca el ruido en la alimentación y descarga de los equipos de trituración	Si		0	0		4	100	4		4	100	4				0				0
Dispone de sistema que reduzca el polvo en la alimentación y descarga de los equipos de trituración	No			0		0	80	0		0	100	0				0				0
Acopios disponen de protección contra el viento	No			0		0	50	0		0	30	0				0				0
Cerramiento de los acopios	No			0		0	50	0			0	0				0				0
La carga del material de los acopios se realiza por la cinta transportadora	Si	4	50	2			0	0		3	30	0.9				0				0
Altura de caída adecuada	Si	5	100	5				0		5	100	5				0				0
Existe sistema de alimentación o reducción de polvo	Si			0				0		4	100	4				0				0

en las descargas de los silos																						
Existe señalización adecuada en las instalaciones	Si			0				0		4	100	4				0				0		
Uso de elementos de protección individual (EPI's)	No			0				0		0	80	0				0						
Nivel de mantenimiento de las instalaciones	Bueno	4	100	4				0		4	100	0		5	100	5				0		
Consumo eléctrico KW/t	Exacto	3	50	1.5				0	0			0	0		5	80	4			0		
Disponen de sala de control eléctricos	Si	5	100	5				0	0		5	90	4.5		5	100	5			0	0	
Estado de la sala de control eléctrico	Bueno	4	20	0.8				0	0		4	30	1.2			0	0			0	0	
Estado de la canalización eléctrica	Bueno	4	20	0.8				0	0		4	30	1.2			9	0			0	0	
Disponen de taller de mantenimiento	Si	5	80	4				0	0			0	0			0	0			0	0	
Estado de taller de mantenimiento	Bueno	5	80	4		5	60	3		5	60	3				0	0			0	0	
Disponen de cubetas para evitar el vertido de combustible y aceites	Si		0	0		4	90	3.6		4	50	2					0				0	
Consumo de diesel según el plan	Si	4	50	2				0	0			0	0			0	0				0	0
Dispone de surtidor propio																						
Autorización de productor de residuos peligrosos	No		0	0		0	50	0				0	0			0	0					0
Consumo de agua para el lavado de los	Si	5	50	2.		4	50	2					0				0					0

áridos (se prevé su recirculación)				5																		
Riegos de vías al día (dependiendo de la zona de la cantera)	No	0	50	0		0	80	0		0	50	0				0				0		
Dispone de salas comedor para los trabajadores	Si			0				0		5	70	3.5				0				0		
Dispone la sala de aseo según norma de seguridad e higiene en el trabajo	Si			0		5	80	4		5	80	4				0				0		
Dispone de laboratorio de planta	Si	5	100	5		5	85	4.25				0		5	80	4				0		
Dispone de sistema de gestión medioambiental ISO UNE 14 001	Si			0		5	100	5				0				0				0		
Dispone de sistema de gestión calidad ISO UNE 9 001	Si	5	100	5		5	100	5				0				0				0		
Dispone de sistema de la seguridad OSHAS	Si			0	155			0	90	5	100	5	175		0	75				0	5	500
Balance de material (aprovechamiento de la planta)	Provechosa	5	100	5	117.2			0	67.25			0	118.9	5	100	5	66.5	5	100	5	5	374.85
Venta del material	Abundante 100%		0	0	75.61 %		0	0	74.72 %		0	0	67.94 %	5	100	5	88.66 %		0	0	1%	74.97%
Control de servicios recibidos																						
Subcontratación de la perforación y voladura	Si	3	100	3	5		0	0	0		0	0	0		0	0	5		0	0	0	10
Cumplimiento del costo de perforación y la voladura	Si	0	0	0	3		0	0	0		0	0	0	5	100	5	5		0	0	0	8

Subcontratación de la cara y transporte	No	0	0	0	60%	0	0	0	0	0	0	0	0%	0	0	0	1%	0	0	0	0%	80%
Empleo																						
Aumento del nivel de empleo	Si			0				0				0				0		5	100	5		
Número total de trabajadores	Necesarios	5	80	4	15			0	0		0	0	0	4	70	2.8	15		0	0	5	35
Número de jornadas de trabajo	1	4	50	2	7			0	0		0	0	0	5	80	4	10		0	0	5	22
Índice de ausentismo	1%	5	20	1	46.6%			0	0%		0	0	0%	4	80	3.2	66.6%		0	0	1%	62.8%
Formación																						
capacitación profesional	70%	4	50	2	10			0	0	4	70	2.8	10	5	50	2.5	10			0	0	30
Horas de seguridad y salud	70%	4	50	2	4			0	0	4	70	2.8	5.6	5	50	2.5	5			0	0	14.6
					40%				0%				56%				50%			0	0%	48.6%
Accidentes																						
Número de accidentes mortales	0	0	0	0	10			0	0	5	60	3	15	5	30	1.5	15	5	60	3	10	50
Número de horas pérdidas por accidentes	0	5	70	3.5	7	0	0	0	0	5	0	0	6	5	50	1.5	3		0	0	6	22
Índice de incidencia	0.1	5	70	3.5	70%	0	0	0	0%	5	60	3	40%	5	0	0	20%	3	100	3	60%	44%
Inversión																						
Magnitud de negocio	Grande	5	100	5			0	0			0	0		4	100	4			0	0		

Se dispone de plan de inversión a corto y mediano plazo	Si	0	0	0			0	0			0	0		5	70	3.5			0	0		
Costes de desarrollo minero	Medio	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	5	70	3.5	20	0	0	0	5	35
Existe comunicación con la población	Si	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	3	60	1.8	12.8	0	0	0	4	25.8
Dispone la empresa de hoja de reclamación al servicio del cliente	Si	5	80	4	90%	0	0	0	0	0	0	0%					64%	5	80	4	80%	73.71%
Transporte Exterior																						
Aumento del beneficio de la red de transporte a la población periférica	Si	0	0	0	0			0	0			0	0			0	10	5	100	5	5	15
Existe control de transporte desde los almacenes hasta puntos de venta	Si		0	0	0			0	0			0	0	5	80	4	8	0	0	0	5	13
Control proporción de transporte por carretera con respecto al total	Si		0	0	0%		0	0	0		0	0	0%	4	50	2	80%	0	0	0	1%	86.6%
Incidentes medio ambientales																						
Número de incidentes medio ambientales		0	0	0	0		5	100	5			0	0			0	0		5	80	4	
Impacto visual	Grande		0	0			5	100	5		0	0	0			0	0		4	90	3.6	
Nivel de rehabilitación de la cantera	Parcial			0	0	3	100	3	25	0	0	0	5		0	0	0	3	100	3	25	55
Existe pérdida de la vegetación de la cantera	Si			0	0	3	80	2.4	16.3	0	0	0	0.6		0	0	0	3	80	2.4	15.4	32.3
Alteración del paisaje natural por	Si			0	0%	3	30	0.9	65	3	20	0.6	12%		0	0	0%	3	80	2.	61	58.7%

disminución de sus componentes (cárcavas, relieve)									.2 %											4	.6 %	
Lagunas de lodo																						
Ubicación y parámetros según proyecto	Si			0	0	5	100	5	10	4	50	2	10			0	0	5	80	4	10	30
Ejecución según proyecto	Si			0	0	4	80	3.2	8.2	4	60	2.4	4.4			0	0	5	80	4	8	20.6
					0%				82 %				44 %			0%					80 %	68.6%
Contaminación del agua de la superficie y subterránea																						
Cambio de las propiedades físico-químicas del agua	Si			0	0	0	0	0	5			0	0			0	0	3	100	3	10	15

Existen alteraciones en el drenaje superficial y subterráneo por la formación de oquedades, así como de las cuencas hidrográficas y viales	Si			0	0	3	50	1.5	1.5			0	0			0	0	3	100	3	6	7.5
					0%				30%				0%				0%				60%	50%
Seguridad Minera																						
Existe plan de seguridad minera actualizado y aprobado	Si			0	0			0	0	5	100	5	15			0	0				5	20
Está basado en las resoluciones, leyes y decretos pertinentes	Si			0	0			0	0	5	50	2.5	12.5			0	0	5	80	4	4	16.5
Se cumple plan de seguridad minera	Si			0	0%			0	0%	5	95	4.75	81%			0	0%				80%	82.5%
				375				160				235				195				76		

Variables e indicadores	Aspecto Técnico	Aspecto Medio Ambiente	Aspecto Seguridad	Aspecto Económico	Aspecto Social
Frente de explotación					
Posee concesión minera aprobada	Si – 5 Proceso – 3 No – 0	Si – 5 Proceso – 3 No – 0	Si – 5 Proceso – 3 No – 0	Si – 5 Proceso – 3 No – 0	Si – 5 Proceso – 3 No – 0
Informe geológico aprobado y actualizado	Si – 5 Proceso – 3 No – 0			Si – 5 Proceso – 3 No – 0	
Posee proyecto minero aprobado y actualizado	Si – 5 Proceso – 3 No – 0	Si – 5 Proceso – 3 No – 0	Si – 5 Proceso – 3 No – 0	Si – 5 Proceso – 3 No – 0	Si – 5 Proceso – 3 No – 0
Posee proyecto de rehabilitación		Si – 5 Proceso – 3 No – 0		Si – 5 Proceso – 3 No – 0	
Posee plano topográfico actualizado	Si – 5 Proceso – 3 No – 0				
Cumplimiento del plan anual de minería	Si – 5 No – 0				
Se explota el yacimiento según proyecto minero	Si – 5 No – 0	Si – 5 No – 0	Si – 5 No – 0	Si – 5 No – 0	Si – 5 No – 0
Calidad del frente de trabajo	Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0	Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0	Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0	Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0	
Altura de los bancos	Adecuado – 5 Regular – 3 Insuficiente – 0		Adecuado – 5 Regular – 3 Insuficiente – 0		
Estado técnico de drenaje	Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0	Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0			
Reservas técnicas					
Existencia de las reservas técnicas planificadas	Si – 5 No – 0			Si – 5 No – 0	
Existe secuencia de preparación de reservas	Si – 5 Proceso – 3 No – 0			Si – 5 Proceso – 3 No – 0	
Estado de las reservas	Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0			Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0	
Se reflejan en el plano topográfico las reservas	Si – 5 No – 0				
Se controlan las reservas técnicas del yacimiento	Si – 5 No – 0			Si – 5 No – 0	
Límites de la concesión minera					
Posee vértices de explotación según resolución de la ONRM	Si – 5 No – 0	Si – 5 No – 0			
Están monumentados y señalizados los vértices de la concesión		Si – 5 No – 0			

Estabilidad del frente					
Grado de fracturación del frente	Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0		Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0		
Se sanean y limpian los frentes	Si – 5 No – 0	Si – 5 No – 0	Si – 5 No – 0		
Presencia de cuñas	Si – 0 Regular – 3 No – 5				
Presencia de fallas	Si – 0 Regular – 3 No – 5				
Estado de las plataformas					
Ancho de la plataforma de trabajo según proyecto	Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0		Cumple – 5 Regular – 3 No Cumple – 0		
Limpieza en las plataformas de trabajo	Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0	Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0	Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0		
Seguridad de la plataforma y taludes según proyecto	Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0		Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0		
Estado de las pistas					
Ancho de las vías según proyecto	Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0		Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0		
Existencia de equipamiento para mantenimiento	Si – 5 No – 4				
Disposición de sistema de señalización en la cantera			Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0		
Realización del mantenimiento planificado	Si – 5 No – 0		Si – 5 No – 0		
Pendiente según proyecto	Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0		Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0		
Acarreo con buldócer					
Cumplimiento con el plan de acarreo mensual	Si – 5 No – 0			Si – 5 No – 0	
Estado técnico del equipo empleado	Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0	Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0	Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0	Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0	
Se cumple con el índice de consumo de diésel	Si – 5 No – 0			Si – 5 No – 0	
Cumple con la producción planificada	Si – 5 No – 0			Si – 5 No – 0	
Red de perforación propuestas					
Confección y cumplimiento del pasaporte de	Si – 5 No – 0			Si – 5 No – 0	

perforación					
Cumplimiento de los equipos con la producción planificada	Si – 5 No – 0			Si – 5 No – 0	
Poseen captadores de polvo		100 % – 5 50 % – 3 0 % – 0	100 % – 5 50 % – 3 0 % – 0		100 % – 5 50 % – 3 0 % – 0
Los operarios poseen los medios de seguridad requeridos			Si – 5 No – 0		
Diámetro de perforación adecuado	Si – 5 No – 0				
Se controla la perforación ejecutada en el yacimiento	Si – 5 No – 0				
Voladura					
Cumplimiento del pasaporte de voladura planificado	Si – 5 No – 0			Si – 5 No – 0	
Se obtiene la granulometría planificada	Si – 5 No – 0			Si – 5 No – 0	
Tipo de explosivo adecuado	Si – 5 No – 0			Si – 5 No – 0	
Se controla el uso de los explosivos y los medios de explosión	Si – 5 No – 0				
Se mide la generación de polvo producida		Si – 5 No – 0	Si – 5 No – 0		
Proyecciones fuera de los límites previstos			Si – 0 No – 5		
Generación de onda aérea peligrosa		Baja – 5 Media – 3 Alta – 0	Baja – 5 Media – 3 Alta – 0		Baja – 5 Media – 3 Alta – 0
Fragmentación secundaria					
Existe acumulación de las rocas sobre medidas	Baja – 5 Media – 3 Alta – 0				
El método empleado es el adecuado	Si – 0 No – 5				
Estado técnico del equipo utilizado	Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0				
Carga y transporte					
Sistema de carga y transporte	Adecuado – 5 No adecuado – 0			Adecuado – 5 No adecuado – 0	
Estado técnico de los equipos	Bueno – 5 Regular – 3	Bueno – 5 Regular – 3	Bueno – 5 Regular – 3	Bueno – 5 Regular – 3 Malo	

	Malo – 0	Malo – 0	Malo – 0	– 0	
Circulación a través de la población					Si – 0 No – 5
Cumplimiento del índice de consumo de diésel	Si – 5 No – 0				
Cumplimiento de los equipos con las producciones planificadas	Si – 5 No – 0			Si – 5 No – 0	
Existe correspondencia de equipos de carga con medios de transporte	Si – 5 No – 0			Si – 5 No – 0	
Escombrera					
Ubicación adecuada según parámetros técnicos	Si – 5 No – 0	Si – 5 No – 0			Si – 5 No – 0
Se depositan adecuadamente los materiales	Si – 5 No – 0	Si – 5 No – 0			Si – 5 No – 0
Planta de procesamiento					
Existencia del proyecto de procesamiento actualizado y aprobado	Si – 5 Proceso – 3 No – 0	Si – 5 Proceso – 3 No – 0	Si – 5 Proceso – 3 No – 0	Si – 5 Proceso – 3 No – 0	
Cumplimiento del proyecto de procesamiento	Si – 5 No – 0	Si – 5 No – 0	Si – 5 No – 0	Si – 5 No – 0	
Cumplimiento del plan de producción	Si – 5 No – 0			Si – 5 No – 0	
Adecuado flujo tecnológico	Si – 5 No – 0				
Existen acopios próximos a la tolva primaria	Si – 5 No – 0			Si – 5 No – 0	
Dispone de registro de control de la producción	Si – 5 No – 0			Si – 5 No – 0	
Grado de automatización instalado	Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0			Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0	
Cerramiento de la tolva de alimentación de la trituradora	Si – 5 No – 0	Si – 5 No – 0	Si – 5 No – 0		
La tolva dispone de barrera no franqueable			Si – 5 No – 0		
La tolva dispone de sistema de amortiguación			Si – 5 No – 0		
Dispone de	Si – 5		Si – 5		

caseta de control de operaciones	No – 0		No – 0		
Dispone de los medios para el control de descarga	Si – 5 No – 0			Si – 5 No – 0	
Medios para controlar el funcionamiento de los molinos	Si – 5 No – 0			Si – 5 No – 0	
Los transportadores disponen de detectores de metales	Si – 5 No – 0				
Los transportadores disponen de sistemas de control de producción	Si – 5 No – 0			Si – 5 No – 0	
Cerramiento de los equipos de trituración	Si – 5 No – 0	Si – 5 No – 0	Si – 5 No – 0		
Cerramiento de los equipos de molienda	Si – 5 No – 0	Si – 5 No – 0	Si – 5 No – 0		
Cerramiento de los equipos de clasificación	Si – 5 No – 0	Si – 5 No – 0	Si – 5 No – 0		
Dispone de medios audiovisuales para controlar la descarga	Si – 5 No – 0				
Acopios disponen de protección contra el viento		Si – 5 No – 0			Si – 5 No – 0
La carga del material de los acopios se realiza adecuadamente	Si – 5 No – 0		Si – 5 No – 0		
Nivel de mantenimiento de las instalaciones	Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0		Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0	Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0	
Consumo eléctrico	Exacto – 5 No exacto – 0			Exacto – 5 No exacto – 0	
Dispone de instalaciones de condensadores	Si – 5 No – 0				
Dispone de arrancador de frecuencia	Si – 5 No – 0				
Disponen de sala de cuadro eléctrico	Si – 5 No – 0			Si – 5 No – 0	
Estado de las salas de cuadro	Bueno – 5 Regular – 3		Bueno – 5 Regular – 3	Bueno – 5 Regular – 3 Malo	

eléctrico	Malo – 0		Malo – 0	– 0	
Estado de canalizaciones eléctricas	Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0		Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0	Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0	
Dispone de taller de mantenimiento	Si – 5 No – 0			Si – 5 No – 0	
Estado del taller	Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0			Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0	
Disponen de cubetas para evitar el vertido de combustibles y aceites		Si – 5 No – 0	Si – 5 No – 0		
Consumo de diésel según plan	Si – 5 No – 0			Si – 5 – 0	No
Dispone de laboratorio de planta	Si – 5 No – 0			Si – 5 – 0	No
Dispone de sistema de gestión de calidad	Si – 5 No – 0			Si – 5 – 0	No
Aprovechamiento de la planta	Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0			Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0	
Venta del material	Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0			Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0	
Los transportadores disponen de seguridad anti atrapamiento			Si – 5 No – 0		
Los transportadores disponen de escalerilla de acceso y pasarela de vista			Si – 5 No – 0		
Los transportadores disponen de protección de las correas de los motores (cubre poleas)			Si – 5 No – 0		
Los transportadores disponen de protección de los tambores (careando del tambor de cola)			Si – 5 No – 0		
La caseta cumple con las condiciones de seguridad e higiene de trabajo			Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0		
Dispone de		Si – 5	Si – 5		

sistema que reduzca el ruido en la alimentación y descarga de los equipos de trituración		No – 0	No – 0		
Sistema de eliminación de polvo		Si – 5 No – 0	Si – 5 No – 0		Si – 5 No – 0
La tolva de alimentación dispone de sistemas de reducción de los niveles sonoros		Si – 5 No – 0			
Sistema de apantallamiento natural o artificial		Si – 5 No – 0	Si – 5 No – 0		Si – 5 No – 0
Existe señalización adecuada en las instalaciones			Si – 5 No – 0		
Uso de los elementos de protección individual			Si – 5 No – 0		
Dispone de sistema de gestión medioambiental		Si – 5 No – 0			
Dispone de sala comedor para trabajadores			Si – 5 No – 0		
Dispone de salas de aseo según norma de seguridad e higiene			Si – 5 No – 0		
Autorización de residuos peligrosos		Si – 5 No – 0	Si – 5 No – 0		
Riego de vías al día (dependiendo de la zona de la cantera)		Si – 5 No – 0	Si – 5 No – 0		
Existe plan de seguridad minera actualizado y aprobado			Si – 5 Proceso – 3 No – 0		
Se basa en las resoluciones, leyes y decretos pertinentes			Si – 5 No – 0		
Se cumple el plan			Si – 5 No – 0		
Control de servicios recibidos					
Subcontratación de perforación y voladura	Si – 5 No – 0		Si – 5 No – 0		
Cumplimiento del			Si – 5		

costo de la perforación y voladura			No – 0		
Empleo					
Aumento de nivel de empleo					Si – 5 No – 0
Número de trabajadores	Adecuado – 5 No adecuado – 0			Adecuado – 5 No adecuado – 0	
Número de la jornada de trabajo	Adecuado – 5 No adecuado – 0		Adecuado – 5 No adecuado – 0	Adecuado – 5 No adecuado – 0	
Índice de ausentismo	Si – 5 No – 0			Si – 5 No – 0	
Accidente					
Accidentes mortales	No – 5 Si – 0		No – 5 Si – 0	No – 5 Si – 0	No – 5 Si – 0
Accidentes no mortales	No – 5 Si – 0		No – 5 Si – 0	No – 5 Si – 0	No – 5 Si – 0
Índice de incidencia	No – 5 Si – 0				
Formación					
Periodo en que se realiza la capacitación			Adecuado – 5 No adecuado – 0		
Horas de capacitación laboral	Suficientes – 5 Medio – 3 Insuficiente – 0		Suficientes – 5 Medio – 3 Insuficiente – 0		
Horas de capacitación de seguridad y salud	Suficientes – 5 Medio – 3 Insuficiente – 0		Suficientes – 5 Medio – 3 Insuficiente – 0		
Inversión					
Dispone de plan de inversión				Si – 5 No – 0	
Existe comunicación con la población	Si – 5 No – 0			Si – 5 No – 0	Si – 5 No – 0
Dispone la empresa de hoja de reclamación	Si – 5 No – 0			Si – 5 No – 0	Si – 5 No – 0
Transporte					
Aumento del beneficio de la red de transporte a la población periférica					Si – 5 No – 0
Existe control de transporte desde los almacenes hasta los puntos de venta	Si – 5 No – 0			Si – 5 No – 0	
Incidentes Medio ambientales					
Impacto visual		Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0			Bueno – 5 Regular – 3 Malo – 0
Incidentes medio ambientales		Si – 5 No – 0			Si – 5 No – 0