



*Ministerio de Educación Superior
Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa
“Dr. Antonio Núñez Jiménez”
Facultad de Geología –Minería
Departamento de Minas*

Trabajo de Diploma

En opción al título de Ingeniero en Minas

*Tema: Diagnóstico tecnológico de la cantera de áridos
El Pilón de la provincia Holguín*

Autora: Francisca Suraia Correia Víctor

Tutores: Dr.C. Mayda Ulloa Carcassés

Ing. Lianeyis Aguilera Terrero

*Curso
2015 – 2016
Año 58 de la Revolución*



*Ministerio de Educación Superior
Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa
“Dr. Antonio Núñez Jiménez”
Facultad de Geología –Minería
Departamento de Minas*

Trabajo de Diploma

En opción al título de Ingeniero en Minas

*Tema: Diagnóstico tecnológico de la cantera de áridos
El Pilón de la provincia Holguín*

Autora: Francisca Suraia Correia Víctor -----

Tutores: Dra.C. Mayda Ulloa Carcassés -----

Ing. Lianeyis Aguilera Terrero -----

*Curso
2015 – 2016
Año 58 de la Revolución*

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, João Domingos Víctor y Elsa María Fernandes Correia Víctor, quienes han luchado y luchan cada día para mi bien estar, así como de mis hermanos.

Gracias por su confianza y amor incondicional, los amo con el alma.

AGRADECIMIENTOS

A Jehová Dios por haberme protegido, guiado y mantenido con vida todos estos años. Gracias Señor Jehová por confortarme en momentos de angustia y haber puesto siempre en mi camino personas buenas...

A mis padres por su amor, confianza y apoyo incondicional. Por la educación y valores inculcados pues gracias a ellos me he mantenido lejos de cualquier problema.

A mis tutoras Dr.C Mayda Ulloa Carcassés y a la Ingeniera Lianeyis Aguilera Terrero por haberme ayudado y guiado para la realización de este trabajo.

A todos mis hermanos, a mi abuela Esperança Fernandes Cristovão, a mi tía Maria da Conceição Cristovão Luís, quienes desde muy lejos me hicieron llegar su amor y apoyo incondicional, durante estos cinco años que me encuentro distante de la casa.

A mi amado Valdir Aníbal Firmino da Silva, por darme fuerza, coraje, por estar siempre a mi lado en los malos y buenos momentos y sobre todo por darme su amor limpio y verdadero. ¡Gracias mi vida!

Agradezco a todos los profesores del departamento de minería y del centro que contribuyeron para mi formación profesional.

Deseo expresar especial gratitud: al Dr.C. Roberto Watson Quesada, a la Dra. Naísma Hernández Jatib y al Dr. Yordanis Esteban Batista Legrá, por su gran apoyo, paciencia y dedicación de tiempo durante la elaboración de este trabajo.

De igual forma agradezco a todos los trabajadores de la cantera El Pílon quienes me atendieron con mucha amabilidad.

A la familia Lamorú Urgellés, (mi familia cubana), quienes me recibieron por primera vez en Moa y me hicieron parte de ellos, apoyándome en momentos difíciles, dándome su cariño y ternura a costo cero. Gracias por todo

A mis compañeros del aula, por su preocupación hacia mi persona y por compartir conmigo momentos inolvidables.

A mi querida compañera y amiga Kahundu Gracious Masule por apoyarme en momentos muy duros y hacerse siempre presente como un buen amigo. ¡Gracias Mwana!

A todas aquellas personas que contribuyeron en mi formación y que todo dieron e hicieron para que mi estancia en Cuba fuera lo más amena posible, les hago llegar mi sincera gratitud.

PENSAMIENTO

“Si aplicaste tiempo en instruirte en aquello que más amas, las horas de trabajo serán un camino de vivencias y para nada una carga en tu vida.”.

Roger Patrón Luján

RESUMEN

En Cuba la explotación de yacimientos de materiales para la construcción aporta la cantidad necesaria de materias para garantizar la obtención de productos indispensables para llevar a cabo las tareas planteadas por la revolución, lo que constituye un gran aporte al desarrollo socio-económico del país. No obstante, a la importancia de este sector, hasta el momento no se han desarrollado en el país investigaciones integrales del desempeño del mismo. El presente trabajo tuvo como objetivo general aplicar la matriz de evaluación de cantera (mECA) para realizar el diagnóstico tecnológico de la cantera de áridos El Pílon. El mismo se fundamentó en la valoración de los aspectos tecnológicos, medio ambientales, de seguridad y socio-económicos de un conjunto de variables e indicadores que se seleccionaron a partir de las condiciones reales de la cantera. El resultado alcanzado permitió comprobar que el nivel de desempeño de la cantera es regular y el Índice mECA obtenido, la sitúa a un 33% de lo que sería una cantera modelo.

SUMARY

In Cuba the exploitation of deposits of materials for construction contributes sufficient quantity of matters to guarantee the obtaining of indispensable products to carry out the tasks outlined by the revolution, which constitutes a great contribution to the socio-economic development of the country. Nevertheless, the importance of this sector, up until this moment it had not been developed in the country's integral investigations. The present work had as a general objective to apply the matrix of the pit evaluation (mECA) to carry out the technological diagnosis of the pit of arid of El Pílon. The work was based in the assessment of the technological aspects, environmental, security and socio-economic of a group of variables and indicators that were selected starting from the real conditions of the pit. The reached result was able to prove that the level of acting of the pit is regular and the Index mECA obtained locates it to 33% of what would be a pit model.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES Y TENDENCIA ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA	5
1.1. Conceptos generales	5
1.2. Importancia de los áridos a escala mundial.....	5
1.3. Desarrollo de los áridos en Cuba	8
1.4. Diagnóstico tecnológico.....	9
1.5. Situación de la temática a nivel internacional.....	10
1.6. Situación de la temática en Cuba.....	12
1.7. Documentos legales que amparan la investigación	13
CAPITULO II. CARACTERIZACIÓN DE LA CANTERA EL PILÓN.....	15
1.1. Ubicación geográfica.....	15
2.2. Generalidades de la actividad minera	21
2.2.1. Organización general de los trabajos mineros	25
2.2.2. Régimen de trabajo y productividad de la cantera.....	25
2.2.3 Esquema tecnológico y principales elementos de explotación.....	26
CAPÍTULO III. DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DE LA CANTERA EL PILÓN....	30
3.1 Características generales de la mECA.....	30
3.1.1 Evaluación de las variables e indicadores.....	31
3.2. Aplicación de la mECA en la Cantera de áridos El Pílon.....	35
3.2. 1. Selección de las variables e indicadores a utilizar en la mECA para la cantera El Pílon.	35
3.2.2 Descripción de los aspectos evaluados en la cantera El Pílon.....	40

3.2. 3. Cálculo de la mECA para la cantera El Pílon	46
CONCLUSIONES.....	58
RECOMENDACIONES	59
BIBLIOGRAFÍA	60
ANEXOS	

INTRODUCCIÓN

En toda la historia universal de la humanidad, no ha existido ni una sola civilización que no haya basado su desarrollo, o parte de este, en el aprovechamiento de los recursos minerales, es decir, desde sus comienzos, el ser humano ha modificado su entorno para adaptarlo a sus necesidades y para ello ha hecho uso de todo tipo de materiales naturales que, con el paso del tiempo y el desarrollo de la tecnología, se han ido transformando en distintos productos mediante procesos de manufactura con un creciente desarrollo tecnológico. La obtención selectiva de estos recursos minerales se denomina minería.

En Cuba la actividad minera constituye uno de los principales renglones de la economía, dentro de ella desempeña un papel fundamental la explotación de yacimientos de materiales para la construcción, ya sea arena, grava, mármol y cemento (Watson et al., 2008).

Luego del triunfo de la Revolución hubo un incremento de las construcciones tanto civiles como militares en todo el país y con ello surge la necesidad de contar con más reservas de materia prima, tal hecho conllevó a la apertura y desarrollo de nuevas canteras de materiales para la construcción.

En los lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución aprobado el 18 de abril de 2011 se hace mención a la necesidad de recuperar e incrementar la producción de materiales para la construcción de modo tal que se aseguren los programas inversionistas priorizados de Cuba y se declara, que se debe definir una política tecnológica que contribuya a reorientar el desarrollo industrial del país.

En dichos lineamientos se indica, además, "...que comprenda el control de las tecnologías existentes en el país, a fin de promover su modernización. Asimismo, debe priorizarse que las entidades económicas en todas las formas de gestión contarán con el marco regulatorio que propicie la introducción sistemática y acelerada de los resultados de la ciencia, la innovación y la tecnología en los procesos productivos y de servicios, teniendo en cuenta las normas de responsabilidad social y medioambiental establecidas..." (PCC, 2011: 22)

Alrededor de 135 canteras de materiales para la construcción se explotan en Cuba, cuya producción aporta gran cantidad de materias primas a todo el territorio nacional, lo que garantiza la obtención de diversos productos necesarios para llevar a cabo las tareas planteadas por la revolución, lo que constituye un gran aporte socio-económico para el desarrollo del país.

No obstante, a la importancia de este sector, hasta el momento no se han desarrollado en el país investigaciones integrales del desempeño de este sector.

En el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa “Dr. Antonio Núñez Jiménez” se desarrolla un proyecto de investigación para la caracterización minero ambiental de las canteras de materiales para la construcción de las cinco provincias orientales del país, del cual forma parte el yacimiento El Pilón.

En esta cantera se explota calizas mediante el método de perforación y voladura a diferentes niveles de profundidad. El material que se extrae se procesa en una planta trituradora y procesadora donde se obtienen cinco productos que posteriormente se comercializan en forma de arena, grava, estéril y relleno.

Los trabajos de investigación en esta cantera han estado dirigidos fundamentalmente a estudios medioambientales, perfeccionamiento de las labores de perforación y voladura y elección adecuada del método de arranque, sin embargo, hasta el momento no se han llevado a cabo estudios que integren, además del nivel técnico, lo relacionado con el medio ambiente, la seguridad, la protección del trabajo y sus efectos socio-económico.

En la actualidad existen herramientas que permiten evaluar integralmente el desempeño de una cantera, tal es el caso del concepto moderno de diagnóstico tecnológico que aplicado a través la matriz de evaluación de canteras (mECA) que incluye variables e indicadores específicos y proporciona una visión general de la actividad de una empresa.

Esta situación fundamenta la necesidad de realizar un diagnóstico tecnológico integral de los aspectos técnicos, medioambientales, de seguridad y socio económico de la cantera de áridos “El Pilón” que permita establecer el estado general de la cantera, lo que constituye el **problema de esta investigación**.

El **objeto de estudio** radica en el diagnóstico tecnológico de canteras de áridos y el **campo de acción**, la cantera de áridos el “El Pilón”.

El **Objetivo General** es “realizar el diagnóstico tecnológico a través de la mECA de la cantera de áridos El Pilón para establecer el estado general de la misma”.

De este objetivo general se derivan los siguientes **objetivos específicos**:

- Caracterizar la cantera El Pilón.
- Seleccionar las variables e indicadores que componen la mECA.
- Calcular los parámetros de la mECA en la cantera El Pilón.

Esta investigación se sustenta en la siguiente **hipótesis**: Si se caracteriza la cantera, se seleccionan las variables y los indicadores a evaluar, se calculan los parámetros de la mECA, entonces se puede obtener el diagnóstico tecnológico y establecer el estado general de la cantera de áridos “El Pilón”.

En el desarrollo del trabajo se aplicaron métodos empírico y teóricos de la investigación científica.

Entre los métodos empíricos:

- Observación: para conocer la realidad la cantera de áridos, las características tecnológicas y el estado actual del medio ambiente.
- Entrevista a especialistas para fundamentar la elección de las principales variables e indicadores que inciden en la evaluación tecnológica de la cantera.
- Compilación: permite reunir y sistematizar información mediante la revisión de fuentes bibliográficas, orales, digitales o de otro tipo.

Entre los métodos teóricos:

- Histórico - lógico: para analizar la trayectoria tecnológica de la cantera.
- Deductivo - inductivo: para la identificación de los principales indicadores que inciden en la evaluación desde el punto de vista tecnológico, medioambiental y socioeconómico de las canteras de áridos.
- Hipotético - deductivo: para la formulación de una hipótesis y luego, a partir de inferencias lógicas-deductivas, se arriba a conclusiones particulares que posteriormente se pueden comprobar.

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

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

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES Y TENDENCIA ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA

El objetivo del presente capítulo es ofrecer una visión general sobre el diagnóstico tecnológico de una cantera de áridos. A partir del conocimiento de los antecedentes ha sido seleccionada y analizada la información más importante, para establecer y aplicar una metodología que permita determinar el estado tecnológico de una cantera.

1.1. Conceptos generales

Existen numerosas definiciones del concepto de áridos, en función de la fuente a la que se acuda:

López (1994), plantea que áridos son materiales minerales, sólidos inertes, con las granulometrías adecuadas y se utilizan para la fabricación de productos artificiales resistentes, mediante su mezcla íntima con materiales aglomerantes de activación hidráulica (cales, cementos, etc.) o con ligantes bituminosos.

Ebensperguer (2003) citado por Fontealba (2009) define a los áridos como el conjunto de fragmentos de materiales pétreos suficientemente duros, de forma estable e inerte en los cementos y mezclas asfálticas, que se emplean en la fabricación de morteros, hormigón y bases estabilizadas.

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 escala mundial

Los áridos son materias primas minerales que están íntimamente relacionadas con el desarrollo socio-económico de un país y consecuentemente, con la calidad

de vida de la sociedad. Al utilizarse fundamentalmente en la construcción de obras públicas y de infraestructura constituyen un buen índice de la actividad económica de un país en cada momento.

En la última década el desarrollo del sector de la construcción, el desarrollo industrial, los logros técnicos, el crecimiento del consumo y especificaciones cada vez más estrictas, han convertido el sector de áridos en 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).

Cada vez toma más fuerza la idea de que es posible desarrollar actividades económicas dentro del concepto de sostenibilidad. Este concepto se formalizó por primera vez en 1987 por la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo y hace referencia a “un modo de desarrollo que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de atender sus propias necesidades” (Comisión Europea, 2008).

El sector de los áridos debe tender a una industria sostenible teniendo en cuenta una eficiencia en los recursos, a través de una mejor extracción y producción, así reduce costos, sin olvidar que la biodiversidad, Seguridad y Salud son de gran fortaleza para las empresas.

No se publican estadísticas de producción mundial de áridos, conociéndose solamente datos puntuales concernientes a algunos países occidentales; otros indican su extracción de arenas, gravas y rocas, pero no diferencian las cantidades destinadas a usos ornamentales, industriales y áridos de construcción. Se estima que el consumo mundial de árido hoy en día podría alcanzar los 21 500 millones de toneladas. (Pérez, 2012).

En los países más industrializados de Europa Occidental (Alemania, Reino Unido, Francia, 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 esos 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.

A fin de dar su aporte a la discusión de modelos y estrategias que permitan ver a los áridos como parte del proceso y tecnologías que generen cambios efectivos en los grupos sociales de referencia, Cacopardo et al. (2015), plantean que el sector de los áridos debe situarse en un marco más amplio que el científico o técnico, de modo que sean parte tanto de los circuitos institucionales, alianza con empresas así como redes socio territoriales para que se promuevan la inclusión social a partir de emprendimientos productivos en un sector de la sociedad.

En la Cumbre Rio+20 se destacó la importancia del acceso de todos los países a las tecnologías ambientalmente racionales. Por lo que se solicitó a las organizaciones pertinentes de las Naciones Unidas señalar opciones para crear un mecanismo que promueva el desarrollo, la transferencia y la difusión de tecnologías limpias y ambientalmente racionales teniendo siempre en cuenta las necesidades tecnológicas de los países en desarrollo.

Reconocen además la importancia de marcos jurídicos y reglamentarios, políticas y prácticas firmes y efectivas para el sector minero que logren beneficios económicos y sociales que incluyan salvaguardias efectivas que reduzcan tanto los efectos sociales como ambientales y conserven la biodiversidad y los ecosistemas.

El sector de la construcción tiene una importancia significativa en América Latina, tanto por su aporte directo e indirecto a la economía de la región como por su rol indirecto en la satisfacción de las necesidades básicas a través de las infraestructuras. La extracción de áridos en este continente tuvo un incremento relativamente fuerte (3.7 %/año) en el periodo de 1970 a 2008, pero comparando este dato con otras regiones como Asia y el Pacífico este incremento es más lento. Según el PNUMA (2013), 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.Desarrollo de los áridos en Cuba

En Cuba la producción de áridos es uno de los renglones de máxima demanda, tanto por el mercado interno como el externo, aunque, no cuenta con las condiciones extraordinarias de reservas naturales que existen en los países de la plataforma continental como Estados Unidos y Europa Central (Pérez, 2012).

En su mayoría los áridos del país son de origen calizo generalmente de rocas sedimentarias, se obtienen directamente de yacimientos y en canteras. Los de yacimientos corresponden a una explotación a cielo abierto de yacimientos de arenas y gravas las cuales se depositan generalmente en terrazas fluviales, son extraídas mediante simples sistemas de lavado y clasificación, empleándose tal y como se encuentran en la naturaleza.

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.

Según Hernández (2012) citado por Penehafo (2015) todos estos problemas surgen fundamentalmente debido a:

- Bajo grado de conocimiento de las reservas, debido a que no se realizan suficientes estudios ni exploraciones que permitan aumentar el grado de conocimiento del yacimiento y orientar los trabajos de explotación de forma racional.
- Deterioro de la infraestructura instalada y tecnología de arranque.
- Alto grado de deterioro del equipamiento tecnológico.
- Poca exigencia en la toma de medidas para la mitigación del impacto medio ambiental, entre otros.

La revisión bibliográfica realizada, permitió valorar la importancia del sector de los áridos para el desarrollo socio- económico de cualquier país, el lugar ocupa

actualmente en la industria a nivel mundial y además observar que el incremento de las demandas de esta materia prima no resuelve las necesidades poblacionales ni industriales debido al deterioro tecnológico de sus instalaciones que su vez incrementan los problemas de contaminación ambiental en las canteras y las áreas aledañas.

1.4. Diagnóstico tecnológico

El diagnóstico tecnológico consiste en analizar si una empresa cuenta con los recursos necesarios, ya sean humanos, técnicos, materiales y financieros, así como su estructura y competencia para que ésta pueda alcanzar márgenes favorables de producción y de así satisfacer la demanda del mercado.

Marrugo, J. (2008) define el diagnóstico tecnológico como el diagnóstico analítico de la trayectoria pasada y del estado actual de la empresa, así como de sus potencialidades prospectivas, respecto al cumplimiento de su misión, sus objetivos y sus actividades productivas, del estado de sus recursos y de su funcionamiento técnico organizacional.

Para Martínez (2009) el diagnóstico tecnológico de un sector o de una organización es el conjunto de actividades incluidas en el plan de actuación tecnológica (PAT).

Además, considera que, para su ejecución, 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 diagnóstico tecnológico combina dos enfoques necesarios y complementarios: enfoques desde las tecnologías y enfoques desde las empresas. La primera supone que la evolución de la tecnología es independiente de la empresa que las utiliza, y la segunda, trata de conocer cómo se emplea en otras organizaciones similares. (Getec, 2009 citado por Martínez, 2009).

1.5. Situación de la temática a nivel internacional

La temática ha sido abordada por pocos autores entre los que se relacionan, Taboada, et al., (2000), Gómez et al., (2007), Martínez (2009), Sepúlveda (2013), otros autores han publicado sobre la temática, pero desde el punto de vista social o empresarial: López et al., (2007), Marrugo, (2008), Bernal et al., (2011), Federico (2013) y otros.

Taboada, J. et al., (2000), determina en qué condiciones una empresa de pizarra que se explota mediante minería a cielo abierto debe acometer la transición a minería subterránea y selecciona empresas representativas del sector para realizar el análisis desde el punto de vista económico. Este análisis es muy amplio, pero el autor no tuvo en cuenta una metodología específica a seguir en su diagnóstico, ni la tecnología empleada en la cantera, elementos que serán recogidos por la autora del presente trabajo.

Por otra parte, Gómez et al., (2007), realiza un diagnóstico tecnológico con el fin de examinar la capacidad tecnológica de todas las áreas de la corporación COTECMAR. Este diagnóstico permitió determinar el estado de desarrollo tecnológico, así como las áreas que presentan debilidades o fortalezas tecnológicas dentro de la corporación. Permitió además priorizar inversiones en equipos y capacitaciones al personal involucrado en el manejo y desarrollo de las tecnologías propias de la organización.

Aunque no se relacione con la rama de la minería y recoja solamente los aspectos tecnológicos de la corporación, la investigación constituye un gran aporte para la elaboración del presente trabajo debido a que se empleó una metodología similar a la que se aplicará en este trabajo.

Marrugo (2008), realiza un inventario como instrumento metodológico para obtener información cualitativa y cuantitativa sobre las tecnologías disponibles en la empresa. Como resultado de la investigación, se determinó las capacidades tecnológicas, los productos críticos y tecnologías críticas de dicha empresa mediante el empleo de la herramienta benchmarking.

La importancia de este trabajo radica en la manera que aborda los aspectos importantes que se deben tener en cuenta a la hora de realizar un diagnóstico tecnológico de una empresa, aunque está orientado hacia las tecnologías de la misma.

Martínez (2009), elabora un sistema de evaluación del nivel tecnológico tomando como muestra 50 canteras teniendo siempre en cuenta los aspectos que las afectan. Para determinar el estado tecnológico del sector, el autor comprobó los parámetros característicos de cada explotación con una cantera de referencia mediante la matriz de evaluación de canteras de áridos mECA como herramienta de “benchmarking”. La matriz mECA consta de 200 variables con sus respectivos indicadores y a partir de los resultados de la misma el autor realiza un análisis DAFO, para determinar las debilidades, amenazas, fortaleza y oportunidades del sector.

Esta investigación constituye un gran aporte para el desarrollo del presente trabajo, aunque el mismo se limita a la aplicación de la mECA para la obtención del diagnóstico tecnológico de la cantera a estudiar.

Otro importante trabajo es el de Bernal et al., (2011), que presenta un diagnóstico sobre los impactos contables y financieros de los estándares internacionales de contabilidad en las empresas del sector real y propone una herramienta para modelar y simular el impacto financiero; en su investigación expone además los resultados obtenidos en el proceso de selección de los estándares y mejores prácticas que se recomienda aplicar a las sociedades del sector real.

En este trabajo el autor aborda el análisis tecnológico, aplicable solamente a la estructura financiera de una empresa

Sepúlveda (2013), identifica elementos de carácter minero y económico que permiten aportar a la planificación del sector minero e implementa mejoras técnicas y ambientales en proyectos de explotación. Sin embargo, a pesar del estudio abarcador que realiza sobre los impactos positivos del sector analizado, no realiza un estudio integral de toda la tecnología utilizada en el propio sector, lo cual daría a la investigación un aporte mucho más novedoso.

1.6. Situación de la temática en Cuba

En las provincias orientales de Cuba se han realizado investigaciones para caracterizar desde el punto de vista minero y ambiental la industria extractiva de materiales para la construcción.

Entre los investigadores se destaca Romero (1998) quien realiza un diagnóstico ambiental en forma general de todos los yacimientos de materiales para la construcción de la región oriental. En la investigación el autor no considera las particularidades de cada yacimiento y los caracteriza teniendo en cuenta solamente la ubicación y materia prima que se explota descartando la geología, clima, topografía, hidrogeología y la descripción del medio biológico.

Hace referencia además a la situación y perspectiva de la industria extractiva de áridos, expone los factores que han acelerado la contaminación ambiental e identifica los impactos ambientales.

Por otra parte Gámez, (2013); Noris, (2013); Aguilar, (2014), realizan la caracterización minero- ambiental en las canteras de materiales para la construcción de las provincias de Granma, Guantánamo y Holguín, en la cual analizan la estructura productiva de las canteras y las características geológicas y minero técnicas de cada yacimiento en explotación, identifican, además, los efectos ambientales que se manifiestan en cada cantera y proponen medidas generales de mitigación para los impactos negativos. Estas investigaciones resultaron de gran importancia debido a que permitieron determinar los efectos ambientales negativos generados por la explotación de cada uno de los yacimientos, sin embargo, no se tuvo en consideración el inventario de las tecnologías empleadas en las canteras, así como el estado en que estas se encuentran con vista a obtener un resultado de mayor relevancia.

Así pues, Mena (2015), estudió los efectos sobre el medio ambiente de la explotación del yacimiento de calizas “El Pílon”. Mediante el estudio el autor pudo determinar los efectos medioambientales que causa la explotación del yacimiento Pílon y propuso un plan de medidas de carácter técnico organizativo de modo a facilitar la mitigación de estos impactos. La importancia de este trabajo está dada

por que permitió adecuar los procesos mineros ambientales a las condiciones reales del yacimiento y dotar a la empresa de materiales para la construcción de la provincia de Holguín de elementos claves para producir con eficiencia, con conocimiento actualizado de los efectos que produce esta cantera sobre el medio ambiente. Sin embargo, el autor no hace un análisis completo de las tecnologías de explotación ni de los aspectos socio- económicos, ni los relacionados con la seguridad del trabajo.

El análisis bibliográfico sobre los antecedentes de la temática, resaltan la necesidad de realizar, en las canteras de materiales para la construcción, estudios integrales que permitan determinar el nivel técnico y los aspectos relacionados con el medio ambiente y la seguridad del trabajo y socio-económico.

1.7. Documentos legales que amparan la investigación

La Ley de Minas promulgada el 23 de enero de 1995, en su artículo 9 plantea que la actividad minera se ejecuta teniendo en cuenta la competencia que la legislación le confiere al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente en sus asuntos ambientales.

El artículo 41 inciso n) de la misma ley se plantea que los concesionarios están obligados a realizar investigaciones técnico-productivas e introducir innovaciones tecnológicas relacionadas con el objeto de su concesión de maneras a mejorar la eficiencia económica y el aprovechamiento de los recursos naturales. El inciso c) del mismo artículo, plantea que los concesionarios están obligados a preservar adecuadamente el medio ambiente y las condiciones ecológicas del área concesionada, elaborando estudios de impacto ambiental y planes para prevenir, mitigar, controlar, rehabilitar y compensar dicho impacto derivado de sus actividades; tanto en dicha área como en las áreas y ecosistemas vinculados a aquéllos que puedan ser afectados.

Además de la Ley de Minas se debe prestar la debida atención a la Ley 81 del Medio Ambiente promulgada el 11 de julio de 1997. En el capítulo VIII artículo 57 establece que “le corresponde al ministerio de ciencia, tecnología y medio ambiente en coordinación con otros organismos promover:

- Los estudios encaminados a ampliar los conocimientos sobre el estado de los recursos naturales y el medio ambiente en general;
- La investigación científica y la innovación tecnológica, de formas a permitir el conocimiento y desarrollo de nuevos sistemas, métodos, equipos, procesos, tecnologías y dispositivos para la protección del medio ambiente, la adecuada evaluación de procesos de transferencia tecnológica;
- Desarrollar y aplicar las ciencias y las tecnologías que permitan prevenir, evaluar, controlar y revertir el deterioro ambiental, aportando alternativas de solución a los problemas vinculados a la protección del medio ambiente”.

Otro aspecto importante a tener en cuenta en la concepción de este trabajo son los elementos recogidos en los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución en Cuba (Partido Comunista de Cuba, 2011). En ello se enfatizan la necesidad de recuperar e incrementar la producción de materiales para la construcción que aseguren los programas inversionistas priorizados del país y se declara que se debe 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. Asimismo, se plantea que debe priorizarse que las entidades económicas en todas las formas de gestión cuenten con el marco regulatorio que propicie la introducción sistemática y acelerada de los resultados de la ciencia, la innovación y la tecnología en los procesos productivos y de servicios, teniendo en cuenta las normas de responsabilidad social y medioambiental establecidas.

CAPITULO II. CARACTERIZACIÓN DE LA CANTERA EL PILÓN

1.1. Ubicación geográfica

El área de estudio se encuentra ubicada al este de la ciudad de Mayarí a unos 7 Km aproximadamente, ubicándose en el poblado de Pílon, municipio Mayarí a 1 kilómetro al Sur de la carretera central Mayarí-Levisa, con las coordenadas Lambert del centro del yacimiento siguientes:

X: 625 000-625 600 m

Y: 221 000-221 300 m

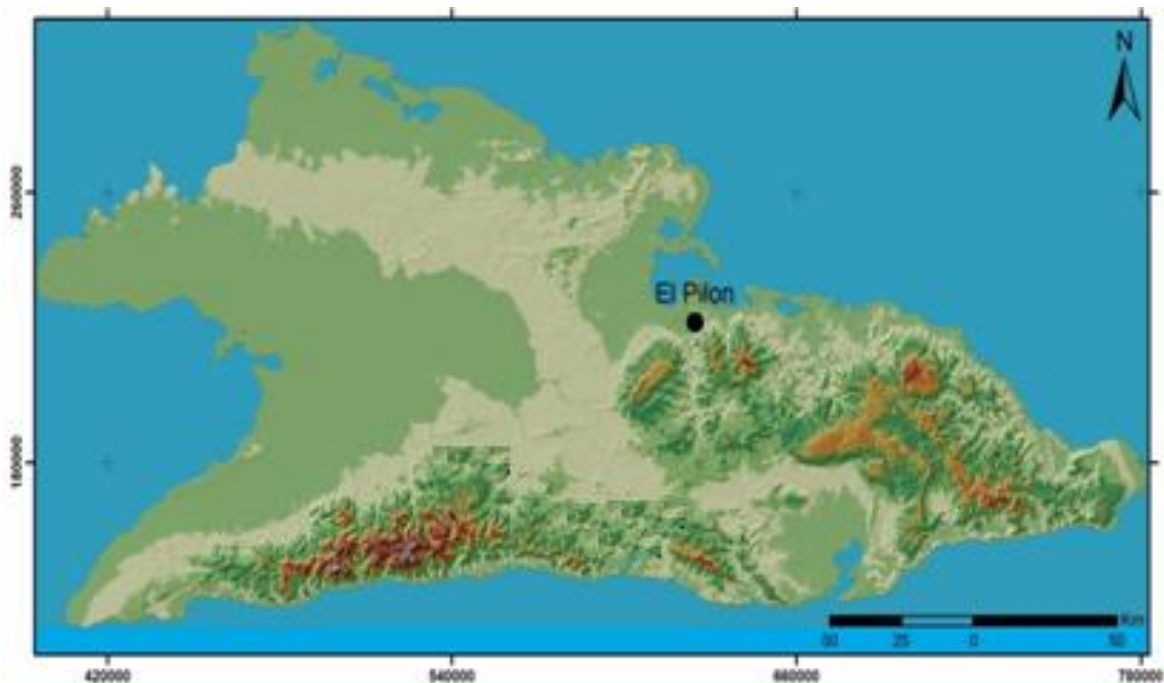


Figura 2.1. Ubicación geográfica cantera El Pílon, (Tomado de Hernández, 2014)

- **Relieve**

El relieve original fue modificado por las acciones de explotación, actualmente son niveles de explanación que interceptan los frentes de explotación aproximadamente en las cotas 60, 70 y 80 m. La máxima elevación está al SE con 137.6 m de altura.

- **Hidrografía**

La red hidrográfica es poco compleja. El yacimiento está limitado por dos arroyos; uno al Norte que corre en dirección E-W y el otro al Sur Sureste, ambos tributan sus aguas al arroyo El Polo que a su vez es tributario de los ríos Ceiba y Mayarí.

- **Geología del yacimiento**

El yacimiento El Pílon se ubica en el extremo oriental de Cuba. Es un yacimiento de calizas que se enmarca en un contexto geológico de poca complejidad, con formaciones geológicas de edades del Oligoceno Superior-Mioceno Inferior parte baja, en contacto con serpentinitas (Figura 2.2).

El yacimiento se encuentra en el Formación Bitirí y las litologías que lo componen se subdividen en tres tipos principales diferenciadas por capas: calizas, calizas organógenas y órgano-detriticas. En ocasiones, estas calizas se encuentran en contacto con serpentinitas, las que se describen a continuación:

Capa 1: Caliza estratificada de color blanco crema con tonalidades amarillentas. Posee resistencia media, es compacta, de grano fino y en los planos de estratificación a veces se observa un material arcilloso carbonatado, de color gris verdoso. Constituye la secuencia inferior del corte estratigráfico del yacimiento.

Capa 2: Caliza organodetrítica de color blanco crema hasta rosado claro, presenta oquedades cársticas de diferentes dimensiones y grietas rellenas de óxidos de hierro y de calcita. Exhibe una estructura masiva, en gran parte con textura brechosa y de resistencia media; es la variedad más extendida en el yacimiento, que ocasionalmente se presenta recristalizada y marmolizada.

La resistencia a la compresión de las calizas de esta capa disminuye en ocasiones debido a roturas de las muestras por planos de agrietamiento durante el proceso de ensayo.

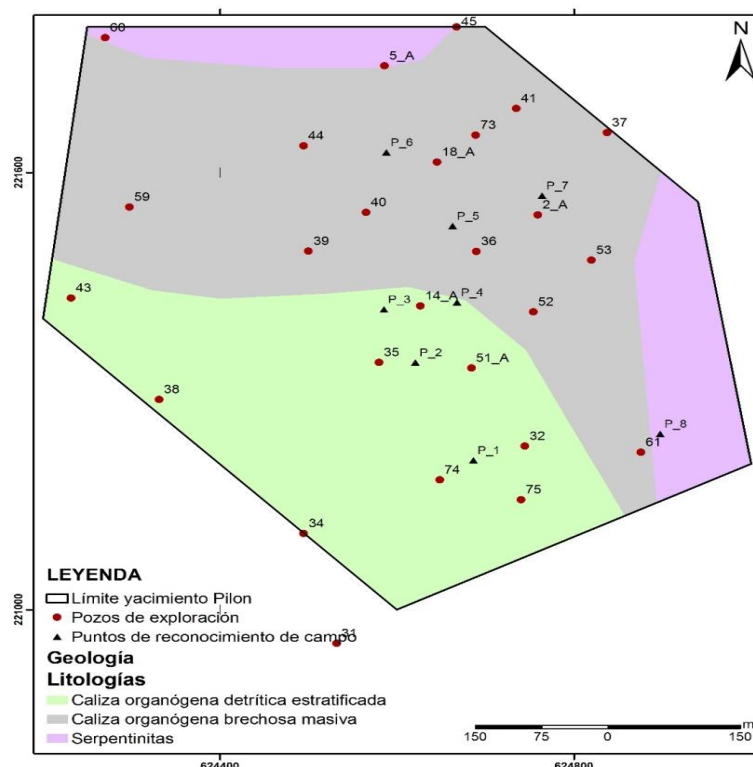
Capa 3: Caliza organógena de color blanco rosáceo con manchas amarillentas, presenta abundantes restos fósiles de corales, conchas de bivalvos, etc. Se observa muy porosa con abundantes oquedades cársticas, generalmente es

masiva y de resistencia baja. En algunos intervalos se alterna con una caliza margosa al parecer estratificada.

Las serpentinitas conforman el basamento de la secuencia carbonatada con relaciones tectónicas evidentes entre ellas. Éstas poseen un color verdoso, están agrietadas y muchas veces rellenas de calcita.

En el área de estudio se presentan diversos fenómenos físico-geológicos, tales como:

- Intemperismo: Este fenómeno se encuentra muy extendido, observándose como resultado suelos finos, de colores blancos y rojizos.
- Carso: Su manifestación es extensa, tanto a nivel superficial como subterráneo. Las oquedades cársticas de diferentes dimensiones dan paso a microestructuras de 10,50 a 17,70 m. Además, en varias zonas del yacimiento



son visibles cavernas de grandes dimensiones.

Figura 2.2. Plano geológico del área de estudio, yacimiento Pilon, (Tomado de Hernández, 2014)

- **Propiedades de la materia prima**

- a) Composición petrográfica

Las rocas estudiadas del yacimiento son piedra de construcción, están representadas por calizas pelito mórficas, pelito mórfica – organógenas, calizas organógenas detríticas, calizas brechosa y conglomerados calcáreos.

Son rocas muy duras, compactas de color blanco y blanco cremoso menos frecuentemente con tonalidades rosáceas que yacen masivamente formando grandes espesores. En general son calizas muy puras con un contenido muy alto de CO_3Ca , solo se observan componentes terrígenos en los conglomerados calcáreos en que aparecen pequeños clastos de cuarzo en cantidades de 1 a 2 %.

Las rocas más abundantes en el yacimiento son las calizas organógenas detríticas con variable grado de re- cristalización. La característica de todas estas rocas es que se han formado en condiciones litorales y neríticas someras en un medio ambiente dinámico expuesto a la acción de las olas y los mares.

Las características tecnológicas que presentan este tipo de rocas como materia prima son las siguientes:

- Peso volumétrico – seco: $2,52 \text{ gr./cm}^3$ promedio
- Peso volumétrico – saturado: $2,60 \text{ gr./cm}^3$ promedio
- Absorción: 2,20 % promedio
- Marca obtenida de trituración: 400 representativa

- b) Tipos tecnológicos de la materia prima:

- Resistencia a la compresión: 1051 gr./cm^2
- PV seco: $2,53 \text{ gr./cm}^3$
- Absorción: 4,2 %
- Materia prima resistente, poco absorbente y poco porosa.

- Hidrología superficial y subterránea

La red hidrográfica de la zona está conformada fundamentalmente por el arroyo El Polo, cuyo curso es intermitente y corre a menos de 100 m del área del yacimiento con una dirección sudeste – noroeste. Como tributarios del mismo existen otros arroyos pequeños y numerosas cañadas que solo corren en tiempo de lluvia.

Las aguas subterráneas yacen a profundidades mayores de 12 m y se alimentan de las precipitaciones atmosféricas.

Tanto las aguas superficiales como las subterráneas son dulces, con una mineralización menor que 1 g/l.

- Calidad atmosférica

La calidad del aire se encuentra afectada por el proceso extractivo y específicamente por la tecnología utilizada en el área del molino que no es moderna, lo que unido a la circulación de los vehículos que trasladan el material, provoca que la cantidad de polvo en suspensión en la atmósfera durante el proceso sea superior a la concentración normada, constituyendo un serio peligro para la salud de los trabajadores y el medio ambiente en general.

La contaminación sónica existente está asociada fundamentalmente a las actividades antes señaladas.

- Flora

Actualmente en el área de la cantera hay especies intrapófitas pioneras, intrapófitas recurrentes, hemiagriófitas y un gran número de especófitos son muestra palpable de la actividad antrópica y como testigo de la vegetación original solo quedan algunas especies que han renacido en las acumulaciones de bloques de caliza que han quedado en las áreas no explotadas hace algún tiempo (Mena, 2015).

- Fauna

La vegetación existente originalmente en el área de estudio sostenía comunidades de fauna higrófila de bosques semicaducifolios a los que eventualmente se le sumaban elementos (especies) de comunidades xerófilas provenientes de los charrascales aledaños y las formaciones cavernosas albergaban una rica y diversa fauna, correspondiente a este tipo de hábitat.

En el área predominan especies tales como: Paloma Rabiche (*Zenaida macroura*), Tojosa (*Columbina passerina*), Gorrión (*Passer domesticus*), Sabanero (*Sturnella magna*), Chichinguaco (*Quiscalus niger*), Sinsonte (*Mimus polyglottos*), Araña Viuda Negra (*Latrodectus mactans*), Lagartija común (*Anolis sangrer*) y moluscos como: *Hemitrochus fuscolabiata* y *Praticolela griseola*, entre otras. Es de significar que se observaron también especies provenientes de comunidades aledañas como el negrito (*Melopyrrha nigra*) y la *Polymita venusta*.

La fauna cavernícola ha sido al parecer una de las más impactadas debido a las explosiones; las poblaciones de murciélagos han desaparecido de muchas de las cuevas (de las que todavía se conservan) y con ellos toda una suerte de fauna guanofila asociada. Sin embargo, aún hoy son utilizadas como refugio y nidificación de la golondrina de cuevas (*Pterochelidon fulva*) una especie migratoria, residente de verano que cría en Cuba (Mena, 2015).

- Uso y aprovechamiento de la tierra

En la zona de interés la tierra tiene un uso fundamentalmente agrícola y ganadero. Adyacente a la cantera aparece una parcela ocupada por plantaciones de coco y otras están sembradas de cultivos varios, constituyendo importantes agroecosistemas para el autoconsumo de la población residente en el lugar.

- Aspectos socio - económicos y culturales

Cercano al área de la cantera se encuentra el asentamiento rural “El Pílon” que consta de viviendas, con diferentes estilos constructivos, existiendo desde el típico bohío hasta otras más modernas del tipo chalet. La población residente en el mismo se encuentra dispensariada.

El acceso al área se realiza a través de la carretera Holguín – Moa y luego por un terraplén de 1 Km aproximadamente hasta el mismo yacimiento.

- Estado actual del medio ambiente

Los trabajos sistemáticos de la explotación de la cantera han provocado una total transformación de las condiciones ambientales en lugar.

La meseta conformada por rocas calizas afectadas por el proceso cársico que originó un sistema cavernario donde las estalagmitas formaban figuras caprichosas y de gran belleza, fue cediendo paso a un paisaje nuevo totalmente degradado y sin calidad visual, en el que predominan grandes excavaciones a diferentes niveles, separadas por taludes casi verticales de más de 3 m de alto

La vegetación que existía en lugar, característica de mesetas de este tipo, fue desapareciendo en la medida que se abrían nuevos frentes, ampliando el área de explotación; provocando que las especies de la fauna fueran emigrando hacia zonas cercanas no afectadas por la actividad.

2.2. Generalidades de la actividad minera

El ciclo de desarrollo y los procesos tecnológicos de la cantera son los siguientes:

1. Tala y Desbroce
2. Destape
3. Extracción
4. Carga
5. Transporte
6. Preparación mecánica

- Tala y Desbroce

En la tala y desbroce se realiza todo lo referente a eliminar la materia vegetal del área que se va explotar. Esta actividad es realizada con buldócer, cargadores y camiones de volteo.

- Destape

En el destape consiste, como su nombre indica, destapar el mineral útil que es en este caso la caliza, eliminar todo el estéril que yace sobre el material útil. Se usa para este caso el buldócer dependiendo del espesor de material a mover y de las características de este. También puede usarse perforación y voladura de acuerdo a las condiciones existentes en el área.

- Extracción

La extracción es el arranque que se le realiza al material útil, que en este caso es a través de la perforación y voladura, y se emplea para a este fin la carretilla barrenadora y el compresor.

Actualmente se perfora a una profundidad de 13 m, con una longitud de sobre perforación de 1 m, obteniéndose escalones de aproximadamente 12 m.

- Carga

Para la carga tanto de las rocas ya sean estéril o mineral, se utiliza un cargador Volvo de 5 m³ de capacidad. Existe como equipo de carga complementario, la excavadora Hitachi.



Figura 2.3 Cargador Volvo existente en la cantera El Pílon

- Transporte

La transportación de las rocas (tanto estéril como mineral) desde la cantera hasta la escombrera, tolva de recepción o almacén de mineral según el caso se realizar con camiones Belaz – 540 de 27 t de capacidad de fabricación rusa.



Figura 2.4 Camión Belaz existente en la cantera El Pílon

- Preparación mecánica

La planta de tratamiento y clasificación (ver figura 2.5) cuenta con tres etapas de reducción de tamaño de la materia prima y se obtienen cinco productos:

- Hormigón de 1/1/2, con granulometría de 38 a 19mm
- Gravilla 3/4, con 19 a 10mm de granulometría
- Granito 3/8, con una granulometría que varía de 15 a 10mm. hasta
- Arena con granulometría de 5 hasta 0.15mm
- Polvo piedra cuya granulometría varia de 5 a 0mm.

2.2.1. Organización general de los trabajos mineros

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.

Uno de los aspectos más importante es el régimen de trabajo que se establece atendiendo a varios factores, como el volumen de producción anual, características de las instalaciones que procesan la materia prima, estado técnico del equipamiento que interviene en el proceso productivo, etc.

Para el caso de estudio se consideró:

- La existencia de un régimen de trabajo anterior
- La correspondencia de las instalaciones industriales con el equipamiento minero, los volúmenes de producción etc.

El régimen de trabajo establecido comprende:

- Días laborables al año: 280
- Días de paradas por reparación: 30 (no se cumple)
- Días de parada por afectaciones climáticas: 26
- Cantidad de turnos diarios: 2
- Duración de los turnos de trabajo: 12.5 horas diurnos y 8 horas nocturnos
- Días efectivos a trabajar en el año: 224

2.2.2. Régimen de trabajo y productividad de la cantera

De acuerdo a los datos obtenidos luego de un análisis relacionado con las producciones realizadas en los últimos años, además de los volúmenes extraídos y teniendo en cuenta el estado técnico de la planta procesadora junto con el equipamiento a utilizar, la producción anual es de 99 900 m³

Esta empresa cuenta con los equipos que se muestran en la Tabla 2.2

Tabla 2.2 Relación de equipos para la minería de la cantera

No	EQUIPO	MARCA	MODELO	RENDIMIENTO	CANTIDAD
1	Excavadora	Hitachi	UH – 181	1.5 m ³	1
2	Cargador	Volvo	L – 180E	4.6 m ³	1
3	Bulldócer	Komatsu	D-85	220 hp	1
2	Camión volteo	Belaz	7540 –A	15 m ³	2
5	Compresor	Betico	-	4 m ³ /h	1
6	Carretilla barrenadora	Segeda	-	10.5 m/h	1
7	Cargador	Volvo	L-60E	1.75 m ³	1

2.2.3 Esquema tecnológico y principales elementos de explotación

Se mantienen dos niveles de explotación: nivel +70 y nivel +60, referidos a la cota de los pisos del escalón.

Se utiliza el esquema tecnológico de transporte, para la ejecución de los trabajos mineros con el acarreo de la roca de estéril hacia la escombrera o de material útil hacia la tolva receptora o almacén de mineral.

Todas las rocas se extraen con la granulometría primaria obtenida de los trabajos de voladura encargados por la EXPLOMAT, la cual utiliza carretillas barrenadoras Atlas Copco con diámetros de broca igual 85 y 115mm. La parte restante es ejecutada con el complejo de barrenación del centro. En la (Tabla 2.3) se muestran los parámetros de perforación y voladura.

Tabla 2.3 Parámetros de perforación y voladura

No.	PARÁMETROS	U/M	CANTIDAD
1	Volumen de roca a extraer	m ³	99 900
2	Red de perforación	m	3.5 x 4.5
3	Productividad por barrenos	m ³	288
4	Altura del escalón	m	12
5	Diámetro de los barrenos	mm	85 y 115
6	Línea de menor resistencia	m	3.5
7	Distancia entre filas	m	3.5
8	Distancia entre barrenos	m	4.5
9	Volumen de roca a extraer por barreno	m ³	173
10	Sobre perforación	m	1.0
12	Longitud de carga total / barreno	m	7.6
13	Longitud de atraque	m	1.0
14	Longitud de explosivo industrial / barreno	m	1.5
15	Carga de explosivo industrial / barreno	kg	17.91
16	Longitud de explosivo nacional / barreno	m	6.1
17	Carga de explosivos nacional / barreno	kg	61.0
18	Gasto específico de explosivo total	kg/ m ³	0.34
19	Por ciento de rocas sobre medidas	%	5

Los principales elementos de explotación son:

- Altura del escalón: 12 m
- Talud del escalón en su estado de trabajo: 80°
- Ancho de la berma de seguridad: 3 m
- Ancho de la plataforma de trabajo 15 m

- Características cualitativas del mineral

Los trabajos de exploración geológica para la exploración adicional de este yacimiento se realizaron con el fin de abastecer con reservas industriales a la planta trituradora clasificadora con una capacidad de 300 000 m³ / año de piedra triturada y de arena artificial para la construcción.



Figura 2.6 Carretilla barrenadora que utiliza EXPLOMAT en la cantera El Pilón

Las calizas del yacimiento que se utilizan para producir las piedras trituradas se evalúan desde el punto de vista de su utilización en las diferentes ramas de la construcción, en correspondencia con las exigencias de las normas siguientes:

1. GOST – 10268 – 70 Agregado para hormigón pesado
2. GOST – 8224 – 72 Hormigón para carreteras
3. GOST – 9128 – 76 Mezclas de hormigón asfáltico de carreteras, aeródromos y hormigón asfáltico.

4. GOST – 8267 – 75 Piedras trituradas de la piedra natural para los trabajos de construcción.
5. GOST – 8736 – 77 Arenas para los trabajos de construcción.

CAPÍTULO III. DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DE LA CANTERA EL PILÓN

El objetivo del presente capítulo es explicar las características de la mECA y aplicarla en el diagnóstico tecnológico de la cantera El Pílon.

3.1 Características generales de la mECA

Una herramienta importante para la realización del diagnóstico tecnológico lo constituye, la matriz mECA, desarrollada por Martínez (2009) que relaciona los aspectos técnicos, medioambientales, de seguridad y socioeconómicos de 16 variables y 200 indicadores que de forma particular intervienen en la evaluación integral de una cantera.

Las características de cada aspecto a evaluar se describen a continuación:

- **Aspecto Técnico**

Se utilizan los datos sobre maquinaria, las variables de voladura y 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 móvil, según la disposición de las diferentes zonas de cantera y planta.
- Las capacidades de producción que permiten los equipos de carga y transporte de que se dispone.
- Los consumos energéticos y el costo por metro cúbico del procesamiento de la materia prima.

- **Aspectos Medioambientales y de Seguridad**

Los datos se toman de los informes de la cantera y se comprueba la existencia, o no, de medidas encaminadas a eliminar o reducir los impactos, como: ruido, polvo, impacto visual, la correcta gestión del agua y los peligros en zonas de presencia de trabajadores, así como, su señalización.

- Aspecto socio-económico

Se analiza el número medio de empleos directos e indirectos, así como, una valoración positiva de los impactos en los índices técnicos que se miden en la cantera.

3.1.1 Evaluación de las variables e indicadores

Cada variable y sus indicadores se recogen en una tabla con dos columnas y sus subcolumnas (Tabla 3.1); entiéndase por variable a todo aquel aspecto de una explotación de áridos susceptible de evaluación técnica, medioambiental, en seguridad o socioeconómica. Así pues, los indicadores no son más que los parámetros a evaluar dentro de dicha variable. En la primera columna se exponen las variables y sus indicadores y en la segunda los aspectos a evaluar. Esta última columna se divide en cinco subcolumnas: en la columna (c) corresponde a los datos obtenidos en el campo, referido a cada variable. La columna (v) es la valoración de cada indicador y se confieren valores entre 0 y 5, (Anexo II). La importancia de las variables dentro del conjunto global de los aspectos, se identifica con la letra (i), la cual puede superar el 100%.

La puntuación final corresponde a la columna (p), y se obtiene al multiplicar el valor de (v) por la importancia (i).

En la última subcolumna aparecen tres celdas, con la palabra “valores”, las que se denominan, de arriba hacia abajo:

- Valor máximo del campo (VMCe): corresponde a la máxima puntuación que una cantera puede obtener al sumar los valores de la columna (p).
- Valor obtenido del campo (VCe): se obtiene al sumar los valores de la columna (p).
- Porcentaje (PCe): es el porcentaje entre lo obtenido en la valoración VCe y lo máximo que podría obtener VMCe

Tabla 3.1. Evaluación de cada variable y sus indicadores en la mECA

Variable e indicadores	Técnico				
	c	v(0-5)	i	p	Valor
					VMCe
					VCe
					PCe

De esta manera se obtiene el primer resultado parcial para cada aspecto a evaluar. En lo adelante los aspectos que se analizan (ambiental y socio económico) siguen la misma secuencia que el aspecto técnico.

Para terminar el análisis, se suman los valores de la evaluación de los tres aspectos analizados, integrándolos en uno solo, que indica la situación de cada actividad que ha sido evaluada.

- Valor máximo del campo (**VMC**): se consideran todos los criterios de evaluación. Se suman todos los VMCe en horizontal.
- Valor del aspecto de la explotación (**VC**): se consigue al sumar 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.

La (tabla 3.2), muestra el recorrido horizontal y realiza un análisis en el que individualiza las distintas etapas de la actividad minera que confiere un tratamiento general por actividad, que permite una planificación concreta de la explotación por etapas.

Tabla 3.2. Recorrido horizontal de la mECA

Variable	Valoración técnica					Valoración medioambiental y de seguridad					Valoración Socio-económica				
	c	v(0-5)	i	p	Valor	v(0-5)	i	p	Valor	v(0-5)	i	p	Valor		
					VMCe				VMCe				VMCe	VMC	
					VCe				VCe				VCe	VC	
					PCe				PCe				PCe	PC	

En la tabla 3.3 se expone de manera vertical la importancia que se atribuye a cada variable analizada para cada uno de los aspectos evaluados (técnico, medioambiental, en seguridad y socioeconómico). Al llevarse a cabo el análisis, se consigue obtener una visión de toda la explotación para un grupo de características en concreto. Este análisis vertical permite disponer de una visión integral de cada aspecto que se pretende analizar

Tabla 3.3. Recorrido vertical de la mECA

Variable	Valoración técnica					Valoración medioambiental y de seguridad					Valoración socioeconómica				
	c	v(0-5)	i	p	Valor	c	v(0-5)	i	p	Valor	c	v(0-5)	i	p	Valor
					VMCe					VMC e					VMC e
					VCe					VCe					VCe
					PCe					PCe					PCe
				*					*					*	

El resultado final (*) se corresponde a la suma de todas las puntuaciones (p) de todos los indicadores.

En el proceso de cálculo hasta el resultado final, la calificación de cada uno de los aspectos evaluados, es sometida a una ponderación, en relación con el peso que se desea que tenga dentro del valor global.

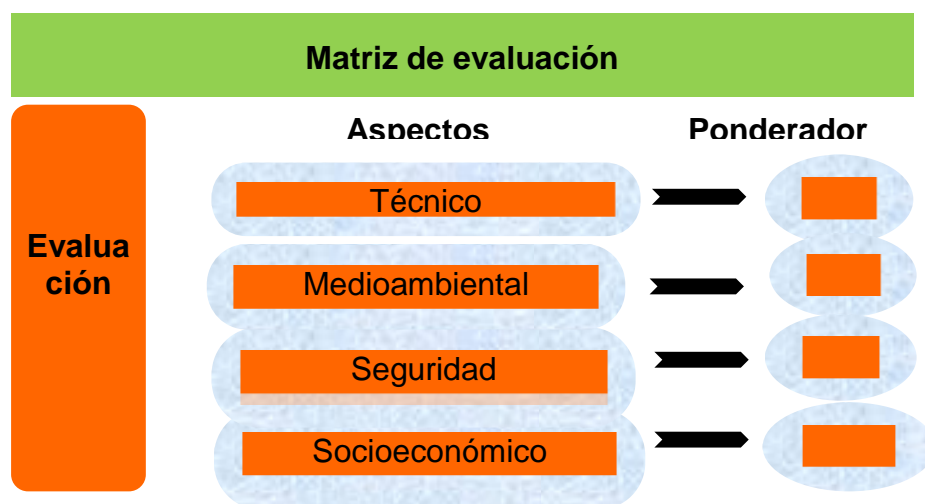


Figura 3.1 Importancia de los aspectos de evaluación a partir del análisis de la matriz (mECA).

Para obtener los resultados globales y el Índice mECA (Tabla 3.4) se utiliza el valor de asignación de peso de los ponderadores (segunda columna, tabla 3.4) que hace referencia a la importancia que, para el evaluador, van a tener los aspectos analizados.

El índice específico (tercera columna, tabla 3.4) hace referencia a los valores obtenidos en la mECA una vez que se ha realizado el análisis de recorrido vertical para cada uno de los aspectos. El índice global (cuarta columna, tabla 3.4) es el resultado de multiplicar la importancia de cada ponderador por el índice específico. Y por último, se obtendrá un valor como suma de todos los índices globales, representando el valor cuantitativo entre 0 y 100 % y al que se le denomina Índice mECA. El 100 % corresponde a una explotación que cumple con todos los criterios técnicos, medioambientales, de seguridad y socioeconómicos.

Los rangos de calificación están entre Excelente y Mal según los valores siguientes:

- 91% -100% (Excelente)

- 70% - 90% (Muy Bien)
- 50% - 69% (Bien)
- 21% - 49% (Regular)
- 0% - 20% (Mala)

Tabla 3.4. Resultados globales y índice mECA

Aspectos	Ponderadores	Índices específicos	Índices globales	
Técnico				
Medioambiental-seguridad				Índice mECA
Socia-económico				

3.2. Aplicación de la mECA en la Cantera de áridos El Pílon

3.2. 1. Selección de las variables e indicadores a utilizar en la mECA para la cantera El Pílon

La selección de las variables y los indicadores de la mECA se realizó a través de consultas a especialistas pertenecientes a la empresa de materiales de construcción y al Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa y las observaciones personales de la autora, sobre la base de las características de la cantera, el desarrollo de la industria de materiales de construcción de Cuba y la situación socioeconómica del país.

Se escogieron 14 variables y 121 indicadores que conforman la matriz como herramienta del diagnóstico tecnológico, las que se exponen a continuación de acuerdo al nivel de importancia y aplicación sugeridas por los mismos.

1. Cantera:

- Altura total del frente
- Altura de los bancos
- Sistema de explotación
- Nivel de rehabilitación

- Impacto visual

2. Límites de la explotación

La cantera debe disponer de:

- Vallado externo de la explotación
- Pantallas vegetales o cordones de tierra perimetrales
- Captadores de polvo perimetrales
- Señalización adecuada de las instalaciones que indiquen el tipo de actividad

3. Estabilidad del frente:

- Elementos referidos a fracturación del frente en caso de existir

4. Estado de las plataformas:

- Anchura de trabajo (según normativas)
- Limpieza

5. Estado de los caminos:

- Ancho de las pistas
- Pendientes (según normativas)
- Sistemas de señalización en cantera
- Asfaltado de las pistas y accesos

6. Perforación:

- Los equipos cumplen con la normativa vigente
- Existen pantallas acústicas
- Estudios de niveles de ruido
- Sistemas de eliminación de ruido
- Sistemas de eliminación de polvo
- Tipo de martillo
- Diámetro de perforación

7. Voladura:

- Sistema de iniciación utilizado
- Consumo específico
- Tipo de explosivo
- Fragmentación adecuada

- Generación de polvo
- Proyecciones
- Cordón detonante
- Estudio de vibraciones

8. Carga y transporte:

- El sistema de carga y transporte adecuado
- Acoplamiento de carga y transporte
- Los equipos de transporte presentan sistemas para reducir o eliminar el ruido en la carga
- Sistema para cubrir la carga desde el frente de cantera hasta la planta
- Distancia del frente a la tolva del primario (según normativa)
- Sistema de control del consumo de gasoil
- Dispone de sistemas de control de los consumos
- Los equipos cumplen la normativa vigente
- Existen sistemas de apantallamiento natural
- Se circula a través de asentamiento poblacional

9. Planta de tratamiento:

- Cuenta con el esquema de la planta
- Los almacenes deben encontrarse próximos a la tolva del primario
- Acoplamiento primario secundario
- Sistemas de apantallamiento natural
- Cuenta con la señalización adecuada de las instalaciones de manera general
- Deben cumplir con la normativa vigente
- Disponer de sistemas de control de la producción
- Grado de automatismo
- Cierre de la tolva de alimentación de la trituradora
- La tolva de alimentación dispone de forros u otro sistema de eliminación de los niveles sonoros
- Dispone de sistemas de eliminación de polvo
- Dispone de barrera no franqueable
- Sistemas de amortiguación de rocas

- Dispone de caseta de control de operaciones del primario
- Los operarios disponen de medios audiovisuales para controlar la descarga y el funcionamiento de los molinos
- La caseta cumple con las condiciones de seguridad e higiene en el trabajo
- Las cintas transportadoras disponen de detectores de metales
- Las cintas transportadoras disponen de control de producción
- Las cintas transportadoras disponen de sistemas de seguridad antiatrapamiento
- Las cintas transportadoras disponen de protección de las correas de los motores y de los tambores
- Las cintas transportadoras disponen de escalerillas de acceso y pasarela de vista
- Los tambores de cola están a una altura adecuada
- Los equipos de trituración, molienda y clasificación disponen de cierre
- Dispone de caseta de control de operaciones en la zona de clasificación
- Dispone de medios audiovisuales para controlar la descarga
- La planta dispone de control remoto para el funcionamiento de los molinos
- La caseta cumpla con las condiciones de seguridad e higiene del trabajo
- Sistemas que reduzcan o eliminen el ruido y el polvo en la alimentación y descarga de los equipos de trituración
- Los almacenes disponen de cierre y protección contra el viento
- Altura de caída del material adecuada
- Carga del material de los almacenes se realiza por cinta transportadora
- Dispone de circuito exclusivo para lavado de ruedas y de la carga de camiones
- Situación de la planta con respecto a la orografía del terreno
- Señalización adecuada de las instalaciones
- Nivel de mantenimiento de la instalación
- Cuenta con sistemas de alimentación eléctrica
- Potencia disponible
- Factor de potencia
- Dispone de arrancador de frecuencia

- Dispone de instalación de condensadores
- Registro de consumo eléctrico
- Cuenta con una sala de cuadros eléctricos
- Dispone de canalizaciones eléctricas y llevar su control
- La instalación cuenta con un taller automotor
- Existe un control del vertido de combustibles y aceites
- Existe un control del consumo de gasoil
- Existe un plan de gestión de residuos asimilables a urbanos
- Autorización de productor de residuos peligrosos
- Dispone de surtidor propio
- Control del consumo de agua para el lavado de los áridos
- Riegos de pistas al día
- Sistema de eliminación de polvo en las pistas
- Dispone de sala comedor para los trabajadores
- Dispone de sala de aseo según normativa de seguridad e higiene en el trabajo
- La instalación dispone de laboratorios para medir la granulometría de la materia prima obtenida
- Los sistemas de gestión medioambiental, de gestión de la calidad y gestión de la seguridad, están avalados por las normas ISO
- Subcontratación de la perforación y voladura
- Subcontratación de la carga y transporte

10. Empleo:

- Número medio de empleo directo (%)
- Número medio de empleo indirecto (%)
- Número de jornadas trabajadas al día
- Índice de ausentismo

11. Accidentes:

- Número de horas perdidas como resultado de los accidentes
- Número de accidentes mortales

- Índice de incidencia
- Número de accidentes porm³

12. Formación:

- Horas de especialización
- Horas de formación en seguridad y salud
- Horas de formación

13. Transporte:

- Distancia media de transporte desde el punto de extracción hasta los puntos de consumo por carretera

14. Incidentes medio ambientales:

- Número de incidentes medio ambientales
- Existencia de un técnico de minas en cantera
- Existencia de un técnico de minas en cantera

3.2.2 Descripción de los aspectos evaluados en la cantera El Pílon

- **Aspecto Técnico**

El sistema de explotación del yacimiento se realiza por banqueo descendente, la altura total aproximada de los frentes es de 24m.



Figura 3.2. Sistema de explotación por banqueo descendente de la cantera El Pílon

Debido al poco desarrollo tecnológico de la cantera, el método de arranque que se emplea es voladura, utilizando equipos de tecnología media. Las fragmentaciones resultantes que se obtienen de las voladuras se encuentran alrededor de 12 %, siendo lo establecido hasta un 10 %.

Los parámetros utilizados en la voladura son los siguientes:

- La distancia entre barrenos en la fila para un diámetro de 115mm es de 4m y para diámetros de 85mm es de 3.5m
- La distancia entre filas para diámetros de 115mm es de 3.3m y para barrenos de 85 mm de diámetro es de 2.8m
- La longitud de sobre- perforación es de 1m
- La línea de menor resistencia es de 2m
- La altura del escalón es de 12m
- El ángulo de inclinación de los barrenos es de 85°
- La longitud del relleno es de 2m

El desbroce y acarreo se realiza mediante el trabajo con buldócer de marca Komatsu D- 85 de origen, para la carga de la roca tanto de estéril como de

mineral se utiliza el cargador L-180 de procedencia sueca, con 5m^3 de capacidad del cubo, mientras que la transportación se realiza con camiones BELAZ de 15m^3 de capacidad de la cama cuya procedencia es rusa.

La distancia entre el frente de cantera y la planta de procesamiento es de aproximadamente 1000 metros, lo cual se relaciona con el consumo de combustible de los equipos que es de 1.55 l/m^3 , con un turno de trabajo de 12.5 horas durante el día y 8 horas en el período nocturno.

La planta de tratamiento en su primera etapa utiliza una trituradora de mandíbula o quijada MSN 1070, en la segunda y tercera etapa se emplean trituradoras de impacto y cuenta además con una etapa de clasificación. El proceso de cribado en la primera etapa se utiliza una criba de barrote que separa el estéril del rajón, en la segunda y tercera etapa el proceso se realiza con cribas vibrantes.

El consumo energético en la cantera es de 4.6 kW/m^3 de piedra y el costo por metro cúbico del procesamiento de la materia prima es $12.32\$/\text{m}^3$. La planta trabaja en base a 20.5 horas diarias con período de reparación total a cada 11 meses.



Figura 3.3. Planta de tratamiento y clasificación de áridos

La cantera trabaja con equipos mineros y de transporte que operan con motores de combustión interna, relacionado con el abastecimiento de energía eléctrica la misma tiene instalado un transformador de 1000kW, la instalación dispone de líneas de voltajes de operación de 33 000 Volt, y cuenta además con un taller de mantenimiento automotor, que brinda servicios de mantenimiento y reparaciones ligeras, tanto a los equipos tecnológicos como los no tecnológicos.

Los resultados de las entrevistas realizadas a los dirigentes y trabajadores de la planta de tratamiento de la cantera se pudieron evidenciar que el mantenimiento se considera regular, teniendo en cuenta que solo se realiza engrase y no se cumple con el mantenimiento planificado cada once meses.

- **Valoración Medioambiental**

Los trabajos sistemáticos de explotación de la cantera han provocado una total transformación de las condiciones ambientales en el lugar. La meseta conformada por rocas calizas afectada por el proceso cárstico que originó un sistema cavernario donde las estalactitas y estalagmitas formaban figuras caprichosas y de gran belleza, fue cediendo paso a un paisaje nuevo totalmente degradado y sin calidad visual, en el que predomina grandes excavaciones a diferentes niveles separadas por taludes casi verticales de más de tres metros de alto.

La vegetación que existía en el lugar, característica de mesetas de este tipo fue desapareciendo en la medida que se abrían nuevos frentes ampliando el área de explotación, provocando que las especies de la fauna fueran emigrando hacia zonas cercanas no afectadas por la actividad. La atmósfera del lugar se encuentra altamente contaminada por polvo y ruido fundamentalmente en las horas de extracción y procesamiento del material.

Para reducir los impactos generados por los equipos móviles se deben implementar las siguientes medidas:

- Mantenimiento correcto de la maquinaria para lograr el funcionamiento adecuado de estos.
- Cumplir con lo establecido en el pasaporte de barrenación y voladura.

- No utilizar cordón detonante lo que conlleva una reducción muy significativa de la onda aérea.
- Mejoramiento de las vías de acceso dentro del área de la instalación industrial.
- Cumplimiento del régimen de velocidad para los vehículos.

En la planta de procesamiento y clasificación, el análisis se realiza torno a las áreas que generan polvo y ruido. Como medidas de seguridad se realizan entregas de medios de protección individual a los operarios.

Gestión del agua: la cantera hasta el momento no cuenta con canalizaciones de agua. Para el lavado de la materia prima se utiliza el agua que proviene de escurrimiento producto de las lluvias, esta agua en el proceso productivo es recirculada. En épocas de sequía no se lleva a cabo el proceso de lavado del material. Se revisó que en el plan de inversiones de la cantera está concebido un proyecto para la canalización del agua.

Gestión de residuos: La empresa cuenta con un plan de entrega de residuos a CUPET mensualmente, lo que indica que no existe contaminación al medio en este sentido.

Valoración de la Seguridad del trabajo: la empresa de materiales de construcción de Holguín cuenta con proyectos donde muestran medidas encaminadas a mejorar la gestión en el área de seguridad, salud y medio ambiente en el trabajo, además de ofrecer conferencias a cada dirigente y trabajador, considerando que la premisa fundamental en una empresa es el hombre, su integridad física, bienestar y el ambiente que le rodea y fundamentada en la instrucción para la preparación de los equipos para su uso y la vinculación de los equipos en la prevención de los accidentes y enfermedades.

El sistema de señalización de la cantera es regular porque tanto el frente, la planta de tratamiento como las pistas no se encuentran debidamente señalizadas, sin embargo, no se ha registrado ningún tipo de accidentes.

Aunque la empresa dispone todos los años de presupuesto para la compra de medios de proyección individual y chequeo médico a sus trabajadores, existe un déficit muy alto de medios de protección personal.

No existe un control adecuado para el otorgamiento de vía libre a personal que no labore en la planta y el área donde se encuentran los equipos en operaciones no está delimitada.

Estructuralmente el estado de la planta es bueno, pero existen afectaciones mecánicas periódicas provocadas fundamentalmente por la falta de mantenimiento, además de ser una tecnología muy antigua.

Las instalaciones eléctricas no cuentan con su debida señalización, pero sí disponen de pizarras de distribución general con protecciones termo magnéticas contra sobre carga y corto circuito.

- **Valoración Socio-económica**

En términos económicos se puede resaltar que la empresa cuenta con producción anual de 99 900 m³, el número total de trabajadores es de 51, de ellos un 80% es directo a la producción y un 20% asignables de manera indirecta.

El aspecto positivo de la cantera hacia la comunidad está dirigido principalmente al incremento del nivel de empleo y al mejoramiento de la red de transporte ya que el 80% de sus trabajadores proceden del mismo poblado.

En la cantera se llevan a cabo los registros de los índices técnico-económicos medidos, los cuales se muestran en la tabla 3.5.

Tabla 3.5. Índices técnico-económicos de explotación y producción

Índices técnicos-económicos	U/M	VALOR
Índice de consumo combustible	l/m ³	1.55
Índice de consumo eléctrico	KW /m ³	4.6
Índice de consumo de explosivo	kg/m ³	0.34
Número de trabajadores	u	51
Precio de venta	\$/m ³	13.07
Valor anual de producción	\$	1 305 693
Producción anual	m ³	99 900
Recuperación en planta	%	75
Perdidas	%	25
Costo de producción	\$/m ³	12.32
Altura del escalón	m	12
Capacidad anual de planta	m ³ /año	150 000

Los índices técnicos económicos muestran que la empresa genera ganancias en función de que cumple el costo de producción es menor que el precio de venta del m³ del producto, sin embargo, el margen de ganancia es aún pequeño por lo que debe mejorar la productividad del trabajo y aumentar la producción para convertirse en una empresa rentable. Un aspecto que incide en estos resultados se relaciona con la obsolescencia de los equipos con que cuenta la cantera.

Los niveles de consumo de energía y combustible son permisibles porque no existen sobre giro en estos indicadores.

3.2. 3. Cálculo de la mECA para la cantera El Pílon

El cálculo de la mECA, para cada una de las variables a partir de sus indicadores se desarrolla en la secuencia que se muestra a continuación, en el ejemplo de la Variable 5 “Estado de los caminos”.

La evaluación se realiza de forma independiente para los aspectos técnicos, medioambientales y de seguridad y socio-económicos.

Tabla 3.6. Aspecto técnico

Variable e indicadores	Técnico				
Estado de los caminos	c	v(0-5)	i	p	Valor
1.Ancho de las pistas	SD	3	15%	0.45	
2.Pendientes (según normativas)	Adecuada	5	15%	0.75	2,75
3.Sistemas de señalización en cantera	No	0	0%	0	1.2
4.Asfaltado de las pistas y accesos	No	0	25%	0	44 %

En la primera columna de la Tabla 3.6 se exponen la variable y sus indicadores y en la segunda, el aspecto técnico con los parámetros a evaluar. En la subcolumna (c), se introducen los datos obtenidos en el campo de cada indicador. La subcolumna (v) es la valoración de cada indicador que varía entre 0 y 5 según los criterios de evaluación que se muestran en el Anexo II. A partir de las opiniones de los expertos consultados se obtuvieron los datos de las subcolumnas (c), (v) e (i), que se muestran en la tabla anterior.

Los valores en la subcolumna (i), muestran la importancia que se le asigna a cada indicador y en la subcolumna (p) se obtienen de multiplicar la valoración por la importancia asignada.

En la última subcolumna Valor, se obtienen en orden descendente los valores siguientes:

-VMCe (valor máximo del campo) que corresponde a la mayor puntuación que una cantera puede obtener al sumar los valores de la subcolumna (p) en el caso de una valoración igual a 5 en todos los indicadores de la variable, lo que sería igual a 2,75;

-VCe (Valor del campo) obtenido al sumar los valores de la subcolumna (p). En el ejemplo, el valor de esta celda es 1,2;

-P_{Ce} que es el porcentaje entre lo obtenido en la valoración V_{Ce} y lo máximo que se puede lograr V_{Ce}. En el ejemplo se corresponde de dividir 1,2 entre 2,75 que se obtiene un 44 %.

Este resultado significa que la valoración del aspecto técnico de la variable estado de los caminos es desfavorable, lo que se evidencia en las valoraciones obtenidas en los indicadores que más influyen en este aspecto (1, 2 y 4)

Para terminar el recorrido horizontal de la mECA se muestra los aspectos Medio ambiente-seguridad y Socioeconómico (Tabla 3.7 y 3.8).

El valor final del aspecto medioambiental y de seguridad (P_{ce}), de la variable estado de los caminos es de 56,5 %, debido en gran parte a la importancia asignada a los indicadores pendiente y ancho de las pistas.

Tabla 3.7. Aspecto medioambiental y de seguridad

Variable e indicadores	Medio Ambiente- Seguridad				
Estado de los caminos	c	v(0-5)	i	p	Valor
Ancho de las pistas	SD	3	30%	0.9	
Pendientes (según normativas)	Adecuada	5	30%	1.5	4.25
Sistemas de señalización en cantera	No	0	10%	0	2.4
Asfaltado de las pistas y accesos	No	0	15%	0	56.5%

Tabla 3.8. Aspecto socioeconómico

Variable e indicadores	Socio- económico				
Estado de los caminos	c	v(0-5)	i	p	Valor
Ancho de las pistas	SD	3	0%	0	
Pendientes (según normativas)	Adecuada	5	0%	0	0
Sistemas de señalización en cantera	No	0	0%	0	0
Asfaltado de las pistas y accesos	No	0	0%	0	0%

Los cálculos finales que se obtienen en la variable en el recorrido horizontal se muestran en la tabla 3.9.

Tabla 3.9 Cálculos finales que se obtiene en la variable en el recorrido horizontal

Variable e indicadores	Valoración técnica					Valoración medioambiental y de seguridad					Valoración socioeconómica				
	c	v(0-5)	i	p	Valor	c	v(0-5)	i	p	Valor	c	v(0-5)	i	p	Valor
Estado de los caminos															
Ancho de las pistas															
Pendientes (según normativas)					2,75					4,25					0
Sistemas de señalización en cantera					1.2					2.4					0
Asfaltado de las pistas y accesos					44 %					56,5 %					0%
															51,4 %

El recorrido horizontal (tabla 3.9), permite llegar a la conclusión de que, debido a sus características, la variable estado de los caminos, se encuentra en una posición desfavorable de la que sería la mejor situación en una explotación. El cálculo de las demás variables con sus indicadores sigue la misma secuencia y se presentan en la tabla 3.10.

El recorrido vertical (tabla 3.10) permite obtener otro conjunto de resultados, al evaluar los 121 indicadores de la cantera a través de los tres aspectos considerados lo que proporciona una visión integral de toda la explotación para el aspecto que se quiere analizar.

Debido a las propias circunstancias de evaluación (condiciones del país y de la cantera, exigencias técnicas, medioambientales, de seguridad y socio-económicas de los organismos autorizados y los intereses del investigador y sugerencias de los especialistas) se establecieron los ponderadores para cada aspecto a evaluar. Los pesos asignados se tomaron entre los valores de 10 y 30. Se otorgó el menor o mayor valor en dependencia de la importancia o nivel de significación y consiste en la suma del producto de los pesos ponderados de cada aspecto por el valor asignado a las variables que lo integran.

Tabla 3.10 - Matriz de evaluación de cantera de áridos

Variables e indicadores	Técnica					Medio ambiente- seguridad					Socioeconómico					
	C	V(0-5)	i	p	Valores	C	V(0-5)	i	p	Valores	C	V(0-5)	i	p	Valores	
Cantera																
Altura total del frente	24	5	0%	0		24	5	0%	0		24	5	0%	0		
Atura de los bancos	12	2	50%	1		12	5	15%	0.75		12	5	0%	0		
Sistema de explotación	BD	3	70%	2.1	6	BD	2	20%	0.4	9.25	BD	3	0%	0	0	15.25
Nivel de rehabilitación	Malo	0	0%	0	3.1	Malo	0	100%	0	2.65	Malo	0	0%	0	0	5.75
Impacto visual	Medio	3	0%	0	52.00%	Medio	3	50%	1.5	28.60%	Medio	3	0%	0	0%	33.00%
Límites de la explotación																
Vallado externo de la explotación	No	0	0%	0		No	0	50%	0		No	0	0%	0		
Pantallas vegetales o cordones de tierra perimetrales	SD	3	0%	0	0	SD	3	50%	1.5	6.5	SD	3	0%	0	0	6.5
Captadores de polvo perimetrales	No	0	0%	0	0	No	0	20%	0	2.7	No	0	0%	0	0	2.7
Señalización adecuada de las instalaciones que indiquen el tipo de actividad	SD	3	0%	0	0%	SD	3	10%	1.2	42%	SD	3	0%	0	0%	42%
Estabilidad del frente					0					2.5					0	2.5
Fracturación del frente	Nula	5	0%	0	0	Nula	5	50%	2.5	2.5	Nula	5	0%	0	0	2.5
					0%					100.00%					0%	100.00%
Estado de las plataformas																
Anchura de trabajo (según normativas)	SD	3	40%	1.2	2.75	SD	3	50%	1.5	4	SD	3	60%	1.8	3	9.75
Limpieza	Malo	0	15%	0	1.2	Malo	0	30%	0	1.5	Malo	0	0%	0	1.8	4.5
					44%					38%					60%	46.00%
Estado de los caminos																
Ancho de las pistas	SD	3	15%	0.45		SD	3	30%	0.9		SD	3	0%	0		
Pendientes (según normativas)	Adecuada	5	15%	0.75	2.75	Adecuada	5	30%	1.5	4.25	Adecuada	5	0%	0	0	7
Sistemas de señalización en cantera	No	0	0%	0	1.2	No	0	10%	0	2.4	No	0	0%	0	0	3.6
Asfaltado de las pistas y accesos	No	0	25%	0	44%	No	0	15%	0	56%	No	0	0%	0	0%	51%

Tabla 3.10. Matriz de evaluación de cantera de áridos (continuación)

Perforación															
Los equipos cumplen con la normativa vigente	SD	3	20%	0.6		SD	3	30%	0.9		SD	3	0%	0	
Existen pantallas acústicas	No	0	0%	0		No	0	10%	0		No	0	0%	0	
Estudios de niveles de ruido	No	0	0%	0		No	0	5%	0		No	0	0%	0	
Sistemas de eliminación de polvo	No	0	0%	0		No	0	10%	0		No	0	0%	0	
Sistemas de eliminación de ruido	SD	3	0%	0	1.75	SD	3	10%	0.3	3.5	SD	3	0%	0	5.25
Tipo de martillo	M.Neu y M.Hi	5	0%	0	1.2	M.Neu y M.Hi	5	5%	0.25	1.45	M.Neu y M.Hi	5	0%	0	2.65
Diámetro de perforación (mm)	85 y 115	4	15%	0.6	69%	85 y 115	4	0%	0	41.40%	85 y 115	4	0%	0	50.00%
Voladura															
Sistema de iniciación utilizado	DE+DN	4	10%	0.4		DE+DN	5	80%	4		DE+DN	0	0%	0	
Consumo específico	0.34	5	60%	3		0.34	5	20%	1		0.34	5	50%	2.5	
Tipo de explosivo	MEX, S.My Fortel		0%	0		AMEX, S.My Fortel	0	0%	0		AMEX, S.My Fortel	0	0%	0	
Fragmentación adecuada	SD	3	70%	2.1		SD	0	50%	0		SD	3	30%	0.9	
Generación de polvo	Grande	0	0%	0		Grande	0	50%	0		Grande	0	30%	0	
Proyecciones	Nula	5	0%	0	7	Nula	5	20%	1	7.75	Nula	5	10%	0.5	19.25
Cordón detonante	No	0	0%	0	5.5	No	5	25%	1.25	7.25	No	0	0%	0	16.65
Estudio de vibraciones	No	0	0%	0	78.50%	No	0	10%	0	93.50%	No	0	0%	0	86.50%
Carga y transporte															
El sistema de carga y transporte adecuado	SD	3	40%	1.2		SD	3	50%	1.5		SD	3	20%	0.6	
Acoplamiento de carga y transporte (m)	10	5	100%	5		10	5	0%	0		10	5	50%	2.5	
Los equipos de transporte presentan sistemas para reducir o eliminar el ruido en la carga	No	0	0%	0		No	0	50%	0		No	0	0%	0	
Sistema para cubrir la carga desde el frente de cantera hasta la planta	No	0	0%	0		No	0	20%	0		No	0	0%	0	
Distancia del frente a la tolva del primario (m)	1000- 800	5	70%	3.5		1000- 800	5	0%	0		1000- 800	5	50%	2.5	
Sistema de control del consumo de gasoil	1.55	1	35%	0.35		1.55	1	10%	0.1		1.55	1	20%	0.2	
Dispone de sistemas de control de los consumos	Si	5	10%	0.5		Si	5	0%	0		Si	5	0%	0	
Los equipos cumplen la normativa vigente	SD	3	15%	0.45	8.5	SD	3	40%	1.2	10	SD	3	20%	0.6	26.5
Existen sistemas de apantallamiento natural	SD	3	0%	0	7.5	SD	3	20%	0.6	3.9	SD	3	0%	0	17.8
Se circula a través de asentamiento poblacional	No	5	0%	0	88%	No	5	10%	0.5	39.00%	No	5	0%	0	67.20%

Tabla 3.10. Matriz de evaluación de cantera de áridos (continuación)

Planta de tratamiento															
Cuenta con el esquema de la planta adecuado	Si	5	50%	2.5		Si	5	0%	0		Si	5	60%	3	
Los almacenes se encuentran próximos a la tolva de alimentación	Si	5	20%	1		Si	5	0%	0		Si	5	20%	1	
Acoplamiento primario secundario	Nulo	5	50%	2.5		Nulo	5	0%	0		Nulo	5	20%	1	
Sistemas de apantallamiento natural (%)	0	0	0%	0		0	0	20%	0		0	0	0%	0	
Cuenta con la señalización adecuada de las instalaciones de manera general (%)	90	4	0%	0		90	4	30%	1.2		90	4	0%	0	
Cumplen con la normativa vigente	SD	3	15%	0.45	8.75	SD	3	40%	1.2	6.5	SD	3	50%	1.5	7.5 22.75
Disponer de sistemas de control de la producción (%)	90	4	20%	0.8	7.25	90	4	20%	0.8	2.4	90	4	0%	0	6.5 16.15
Grado de automatismo (%)	0	0	20%	0	83.00%	0	0	20%	0	49%	0	0	0%	0	86.60% 71.00%
Planta de tratamiento															
Cierre de la tolva de alimentación de la trituradora	Si	5	0%	0		Si	5	70%	3.5		Si	5	0%	0	
La tolva de alimentación dispone de forros u otro sistema de eliminación de los niveles sonoros	No	0	0%	0		No	0	15%	0		No	0	0%	0	
Dispone de sistemas de eliminación de polvo	No	0	0%	0		No	0	50%	0		No	0	0%	0	
Dispone de barrera no franqueable	No	0	0%	0		No	0	10%	0		No	0	0%	0	
Sistemas de amortiguación de rocas	No	0	0%	0		No	0	40%	0		No	0	0%	0	
Dispone de caseta de control de operaciones del sistema	Si	5	15%	0.75	1.75	Si	5	20%	1	10.25	Si	5	0%	0	0 12
Los operarios disponen de medios audiovisuales para controlar la descarga y el funcionamiento de los molinos	SD	3	20%	0.6	1.35	SD	3	20%	0.6	6	SD	3	0%	0	0 7.35
La caseta cumple con las condiciones de seguridad e higiene en el trabajo	SD	3	0%	0	77.00%	SD	3	30%	0.9	59%	SD	3	0%	0	0% 61.25%

Tabla 3.10. Matriz de evaluación de cantera de áridos (continuación)

Las cintas transportadoras disponen de detectores de metales (%)	0	0	30%	0		0	0	0%	0		0	0	0%	0	
Las cintas transportadoras disponen de control de producción (%)	0	0	60%	0		0	0	0%	0		0	0	0%	0	
Las cintas transportadoras disponen de sistemas de seguridad antiatrapamiento (%)	0	0	0%	0		0	0	50%	0		0	0	0%	0	
Las cintas transportadoras disponen de protección de las correas de los motores y de los tambores (%)	0	0	0%	0		0	0	50%	0		0	0	0%	0	
Las cintas transportadoras disponen de escalerillas de acceso y pasarela de vista (%)	100	5	0%	0		100	5	40%	2		100	5	0%	0	
Los tambores de cola están a una altura adecuada (%)	100	5	0%	0		100	5	40%	2		100	5	0%	0	
Los equipos de trituración, molienda y clasificación disponen de cierre (%)	100	5	0%	0		100	5	50%	2.5		100	5	0%	0	
Dispone de caseta de control de operaciones en la zona de clasificación	Si	5	20%	1		Si	5	30%	1.5		Si	5	0%	0	
Dispone de medios audiovisuales para controlar la descarga	SD	3	20%	0.6	7.5	SD	3	30%	0.9	16	SD	3	0%	0	23.5
La planta dispone de control remoto para el funcionamiento de los molinos	SD	3	20%	0.6	2.2	SD	3	0%	0	9.8	SD	3	0%	0	12
La caseta cumpla con las condiciones de seguridad e higiene del trabajo	SD	3	0%	0	29.30%	SD	3	30%	0.9	61%	SD	3	0%	0	51.00%
Sistemas que reduzcan o eliminen el ruido y el polvo en la alimentación y descarga de los equipos de trituración	0	0	0%	0		0	0	70%	0		0	0	0%	0	
Los almacenes disponen de cierre y protección contra el viento (%)	0	0	0%	0		0	0	20%	0		0	0	0%	0	
Altura de caída del material adecuada (%)	100	5	0%	0		100	5	30%	1.5		100	5	0%	0	
Carga del material de los almacenes se realiza por cinta transportadora (%)	90	4	0%	0		90	4	30%	1.2		90	4	0%	0	
Dispone de circuito exclusivo para lavado de ruedas y de la carga de camiones	Si	5	0%	0		Si	5	15%	0.75		Si	5	0%	0	
Situación de la planta con respecto a la orografía del terreno	Inferior	5	0%	0	5	Inferior	5	40%	2	16	Inferior	5	0%	0	21
Señalización adecuada de las instalaciones (%)	80	4	0%	0	3	80	4	40%	1.6	8.55	80	4	0%	0	11.55
Nivel de mantenimiento de la instalación	Regular	3	100%	3	60%	Regular	3	50%	1.5	53%	Regular	3	0%	0	55.00%

Tabla 3.10. Matriz de evaluación de cantera de áridos (continuación)

Planta de tratamiento															
Cuenta con sistemas de alimentación eléctrica	RED					RED					RED				
Potencia disponible kW	360	5	100%	5		360	5	0%	0		360	5	100%	5	
Factor de potencia (%)	0.94	3	80%	2.4			3	0%	0			3	80%	2.4	
Dispone de arrancador de frecuencia	Si	5	25%	1.25		Si	5	0%	0		Si	5	50%	2.5	
Dispone de instalación de condensadores	Si	5	20%	1		Si	5	0%	0		Si	5	50%	2.5	
Registro de consumo eléctrico m³	4.6	0	40%	0		4.6	0	0%	0		4.6	0	0%	0	
Cuenta con una sala de cuadros eléctricos	Si	5	10%	0.5		Si	5	80%	4		Si	5	0%	0	
Dispone de canalizaciones eléctricas y llevar su control	Bueno	5	10%	0.5		Bueno	5	100%	5		Bueno	5	0%	0	
La instalación cuenta con un taller automotor	Si	5	20%	1		Si	5	0%	0		Si	5	0%	0	
Existe un control del vertido de combustibles y aceites	Si	5	0%	0		Si	5	100%	5		Si	5	0%	0	
Existe un control del consumo de gasoil	Si	1	70%	0.7		Si	1	0%	0		Si	1	100%	1	
Existe un plan de gestión de residuos asimilables a urbanos	Si	5	0%	0		Si	5	40%	2		Si	5	70%	3.5	
Autorización de productor de residuos peligrosos	Si	5	0%	0		Si	5	40%	2		Si	5	70%	3.5	
Dispone de surtidor propio	Si	5	80%	4		Si	5	0%	0		Si	5	50%	2.5	
Control del consumo de agua para el lavado de los áridos	No	0	50%	0	27.75	No	0	50%	0	24	No	0	0%	0	28.5
Riegos de pistas al día	No	0	20%	0	16.35	No	0	50%	0	18	No	0	0%	0	22.9
Sistema de eliminación de polvo en las pistas	No	0	0%	0	59	No	0	20%	0	75%	No	0	0%	0	80.00%
Dispone de sala comedor para los trabajadores	No	0	0%	0		No	0	50%	0		No	0	0%	0	
Dispone de sala de aseo según normativa de seguridad e higiene en el trabajo	SD	3	0%	0	2.5	SD	3	50%	1.5	7.5	SD	3	0%	0	10
La instalación dispone de laboratorios para medir la granulometría de la materia prima obtenida	Si	5	50%	2.5	2.5	Si	5	0%	0	4	Si	5	0%	0	6.5
Los sistemas de gestión medioambiental, de gestión de la calidad y gestión de la seguridad, están avalados por las normas ISO	Si	5	0%	0	100.00%	Si	5	50%	2.5	53%	Si	5	0%	0	65.00%
Subcontratación de la perforación y voladura	Si	5	50%	2.5	3	Si	5	50%	2.5	3	Si	5	50%	2.5	10.5
Subcontratación de la carga y transporte	No	0	10%	0	2.5	No	0	10%	0	2.5	No	0	40%	0	7.5
					83.30%					83.30%					55.50%
															71.40%

Tabla 3.10. Matriz de evaluación de cantera de áridos (continuación)

Empleo															
Número medio de empleo directo	40	5	50%	2.5		40	5	0%	0		40	5	100%	5	
Número medio de empleo indirecto	11	2	0%	0	6	11	2	0%	0	2	11	2	100%	2	10 18
Número de jornadas trabajadas al día	2	4	50%	2	5.1	2	4	50%	2	2	2	4	50%	2	9.4 16.5
Índice de ausentismo (%)	0.01	4	15%	0.6	85%	0.01	4	0%	0	100%	0.01	4	10%	0.4	94% 91.60%
Accidentes															
Número de horas perdidas como resultado de los accidentes	Nulo	5	50%	2.5		Nulo	5	0%	0		Nulo	5	0%	0	
Número de accidentes mortales	Nulo	5	0%	0	5.75	Nulo	5	100%	5	5	Nulo	5	100%	5	10 20.75
Índice de incidencia (%)	0	5	50%	2.5	5	0	5	0%	0	5	0	5	50%	2.5	10 20
Número de accidentes por	Nulo	5	0%	0	87%	Nulo	5	0%	0	100%	Nulo	5	50%	2.5	100% 96%
Formación															
Horas de especialización (%)	50	3	50%	1.5		50	3	100%	3		50	3	0%	0	
Horas de formación en seguridad y salud (%)	50	3	50%	1.5	7.5	50	3	100%	3	15	50	3	0%	0	0 22.5
Horas de formación (%)	50	3	50%	1.5	4.5	50	3	100%	3	9	50	3	0%	0	0 13.5
					60%					60%					0% 60.00%
Transporte															
Distancia media de transporte desde el punto de extracción hasta los puntos de consumo por carretera	> 70	1	0%	0	0	> 70	1	50%	0.5	2.5	> 70	1	25%	0.25	1.25 3.75
					0					0.5					0.25 0.75
					0%					20%					20% 20.00%
Incidentes medio ambientales															
Número de incidentes medio ambientales	Si	0	0%	0		Si	0	100%	0		Si	0	50%	0	
Existencia de un técnico de minas en cantera	Si	5	100%	5	5	Si	5	100%	5	10	Si	5	60%	3	5.5 20.5
					5					5					3 13
					100%					50%					55% 63%
					81					98					67

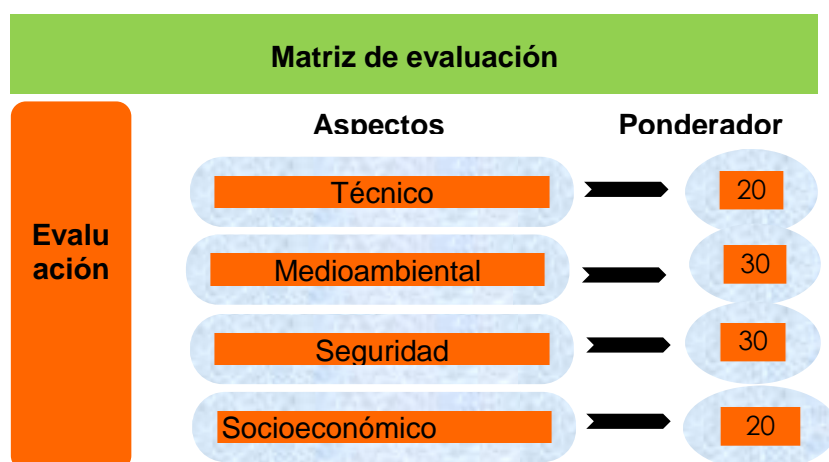


Figura 3.4. Importancia de los aspectos de evaluación a partir del análisis de la matriz (mECA)

En la tabla 3.11. aparece el resultado final (Índice mECA) para la cantera evaluada, utilizando los ponderadores que son del 20% para el primero y el último aspecto y de 30% para el segundo y tercero aspecto.

Los índices específicos se obtuvieron de la relación de la suma global de todos los aspectos a evaluar y la de cada uno de ellos.

Cálculo del Índice Específico Técnico:

$$\text{Índices específicos} = \frac{\sum p_{\text{Técnico}}}{\sum p_{\text{Técnico}} + \sum p_{\text{MA-S}} + \sum p_{\text{SE}}}$$

$$\text{Índices específicos} = \frac{81}{81 + 98 + 67} = 33\%$$

Cálculo del Índice Específico Medioambiental y de Seguridad:

$$\text{Índices específicos} = \frac{\sum p_{\text{MA-S}}}{\sum p_{\text{Técnico}} + \sum p_{\text{MA-S}} + \sum p_{\text{SE}}}$$

$$\text{Índices específicos} = \frac{98}{81 + 98 + 67} = 39.8\%$$

Cálculo del Índice Específico Socio-económico:

$$\text{Índices específicos} = \frac{\sum p_{SE}}{\sum p_{Técnico} + \sum p_{MA-S} + \sum p_{SE}}$$

$$\text{Índices específicos} = \frac{67}{81 + 98 + 67} = 27.2\%$$

La multiplicación de los ponderadores por los índices específicos permitió obtener los valores de los índices globales.

Por último, se obtuvo el valor del Índice mECA como resultado de la suma de los índices globales. El cual toma valores de 0 a 100%, siendo el 100% la explotación que cumpla correctamente con todos los aspectos.

Tabla 3.11. Resultados globales de la cantera de la cantera evaluada

Aspectos	Ponderadores	Índices específicos	Índices globales	
Técnico	20	33%	6.6%	
Medioambiental- seguridad	60	39.8%	23.88%	Índice mECA
Socio- económico	20	27.2%	5.44%	36%

El resultado que se muestra en la última columna de la tabla anterior coloca a la explotación a un 36 % de lo que sería una explotación modelo y según el rango de calificaciones, la cantera El Pílon se evalúa de regular.

CONCLUSIONES

1. Las consultas a especialistas y las visitas a la cantera permitieron seleccionar 14 variables y 121 indicadores para la mECA de la cantera El Pílon.
2. La aplicación de la mECA evaluó el aspecto técnico de la cantera de 33%, lo que evidencia que el estado técnico de la maquinaria se encuentra por debajo de la media de los requerimientos de una explotación modelo. En el aspecto medioambiental y de seguridad se obtuvo un valor de 39.8% debido principalmente a la inexistencia de un plan de rehabilitación, de sistema de eliminación o reducción de polvo y de ruido y el déficit de medios de protección individual y en el aspecto socio- económico de 27.2% por la inexistencia de proyectos para el beneficio de los trabajadores y la comunidad.
3. El diagnóstico tecnológico realizado en la cantera de áridos El Pílon permitió valorar de forma integral su desempeño con la calificación de regular, al obtener 36 % como valor final del Índice mECA.

RECOMENDACIONES

1. Analizar otras variables e indicadores de la matriz mECA que se adecuen a las características de otras canteras de áridos en Cuba para un mejor resultado del diagnóstico tecnológico.
2. Realizar investigaciones similares en otros sectores de la minería.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALMENARES AGUILAR, A. *Caracterización Minero – Ambiental de las Canteras de Materiales de Construcción de la Provincia Granma*. Oca Risco. (tutor). Trabajo de Diploma en opción al título de ingeniero de Minas. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, 2014. 65h
2. BERNAL VÁSQUEZ, R. *Diagnóstico sobre los impactos contables y financieros de los estándares internacionales de contabilidad e información financiera en las empresas del sector real*. [en línea]. Bogotá, Colombia. 2011.
[Consultado: marzo 2016]. Disponible en:
<http://www.supersociedades.gov.co/web/documentos/Anexo%20NIF%202%20Marzo%20Documento%20%20Base%20Fase%20IV.pdf>
3. CACOPARDO, F. et al. Área E: Áridos y tecnologías de inclusión social. En IV Congreso Nacional de Áridos. Madrid, 2015
4. CALLE VEGA, J. *Los áridos y cemento*. [en línea]. Comunidad de Madrid. 2007. [Consultado: marzo 2016]. Disponible en:
<http://www.conocelosaridos.org/pdfs/UT7 - Los Aridos y el Cemento.pdf>
5. COMISIÓN EUROPEA 2008. [en línea]. [Consultado: enero 2016]. Disponible en:
<http://www.elmundo.es/mundodinero/2008/09/10/economia/1221037572.html>
6. CUMBRE RIO+20 *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el desarrollo sostenible*. [en línea]. Brasil, 2012. [consultado: febrero 2016]. Disponible en www.un.org/es/sustainablefuture/pdf/spanish_riomas20.pdf
7. EXPLORA GEOLOGÍA. *Estudio sobre áridos: geología, legislación, medio ambiente, normativa, explotación y tratamiento*. [en línea]. 2010 [Consultado: febrero 2016]. Disponible en: www.explorageologia.com
8. GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA DE CUBA NO 7, de fecha 11/07/1997. Ley 81 de “Medio Ambiente”.
9. GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA DE CUBA NO 3 Con fecha 23/01/95 Ley 76. Ley de Minas.

10. GARCÍA NORIS, O. *Caracterización minero - ambiental del Grupo Empresarial de la Construcción del MICONS de Holguín*. Oca Risco (tutor). Trabajo de Diploma en opción al título de ingeniero de Minas. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, 2013. 63h.
11. GÓMEZ AHUMADA, A. et al. *Diagnóstico tecnológico de la corporación de ciencia y tecnología para el desarrollo de la industria naval marítima y fluvial. "COTECMAR"*. Martínez Cárdenas (Tutor). Trabajo de grado en opción al título de Administrador Industrial. [en línea]. Universidad de Cartagena facultad de ciencias económicas. 2007. 127p. [Consultado: marzo 2016]. Disponible en: <http://cotecmar.com/>
12. GUINDO GÁMEZ, A. *Caracterización Minero Ambiental de la Industria de Materiales de la Construcción en la Provincia Guantánamo*. Oca Risco. (tutor). Trabajo de Diploma en opción al título de ingeniero de Minas. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, 2013. 51h.
13. HERNÁNDEZ JATIB, N. *Procedimiento para la elección del método de arranque de las rocas en canteras para áridos*. Otaño Noguel. (tutor) Tesis doctoral. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, 2015. 120 h.
14. LÓPEZ-JIMENO, C. *Manual de áridos. s.l.: Entorno Gráfico*. 1994. 612 p.
15. LÓPEZ NOEL, M. et al. *Diagnostico socio-ambiental de las piedras y la paz, Pautas para la gestión integrada de una zona urbano-rural*. [en línea]. Facultad de Ciencias Universidad de la Republica Uruguay. 2007. [Consultado: febrero 2016]. Disponible en: http://www.academia.edu/1188395/diagnostico_socio-ambiental_de_las_piedras_y_la_paz_pautas_para_la_gesti%3%b3n_integrada_de_una_zona_urbano-rural
16. LUACES FRADES, C. et al. Área A: *El sector de los áridos, primera industria extractiva del mundo*. En IV Congreso Nacional de Áridos. Madrid, 2015
17. LUACES FRADES, C. et al. Área A: *Las nuevas estrategias europeas sobre las materias primas*. En IV Congreso Nacional de Áridos. Madrid, 2015

18. MARTÍNEZ SEGURA, A. *Diagnóstico tecnológico del sector de los áridos y su aplicación a la región de Murcia*. [en línea] Trigueros Tornero. (tutor). Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Cartagena, 2009. 325 h. [Consultado: enero 2016]. Disponible en: <http://repositorio.upct.es/handle/10317/1343>
19. MARTÍN TAPIA R. et al. Área B: *Acceso a los recursos. Medio ambiente y ordenación territorial*. En IV Congreso Nacional de Áridos. Madrid, 2015
20. MARRUGO PINO, J. *Análisis tecnológico (Diagnóstico tecnológico): herramienta de toma de decisiones y gestión del conocimiento*. [en línea]. Colombia, 2008. [Consultado: febrero 2016]. Disponible en http://www.ing.unal.edu.co/eventos/gestec_innovacion/img/presentaciones/auditorio1/ponencias/3_pinojesus.pdf
21. MENA GUTIÉRREZ, I. *Efecto sobre el medio ambiente de la explotación del yacimiento de calizas Pilón*. Ulloa Carcassés. (tutor). Trabajo de Diploma en opción al título de ingeniero de Minas. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, 2015. 62h.
22. MBANGO PENEHAFO, H. *Proyecto de apertura de un frente de trabajo al oeste del yacimiento Victoria*. Almanza Polanco. (tutor). Trabajo de Diploma en opción al título de ingeniero de Minas. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, 2015. 81h
23. OCA RISCO A. & TERRERO BORGES V. *Las Canteras de Materiales de Construcción y su impacto en el Medio Ambiente*. VII edición de la Conferencia científica internacional medio ambiente siglo XXI, MAS XXI 2011. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
24. OROPESA FALCÓ, O. *Proyecto de explotación actualizado de la cantera Pilón periodo 2011- 2016*. Empresa de materiales de construcción de la provincia de Holguín, 2012.
25. PARTIDO COMUNISTA DE CUBA. 2011: *"Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución "*, VI Congreso del Partido Comunista de Cuba, pp. 39

26. PEÑALVER, C. *“Los áridos como materia prima”*. Periódico La Razón. [en línea]. [Consultado: marzo 2016], (26/09/04). (2004). Disponible en: http://www.almendron.com/politica/pdf/2004/spain/spain_1116.pdf
27. PEÑATE, L. *Caracterización de la industria extractiva de materiales de construcción en la provincia de Villa Clara*. Segunda Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, Geociencias'2007 [CD-ROM]. La Habana, 2007.
28. PÉREZ SALAZAR, A. *Caracterización Minero–Ambiental de las Canteras en la Industria de Materiales de la Construcción de Santiago de Cuba*. Oca Risco. (tutor). Trabajo de Diploma en opción al título de ingeniero de Minas. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, 2015. 75h.
29. PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (PNUMA). [Consultado marzo 2016]. Disponible en: www.unep.org/spanish/
30. RILVA PÉREZ, M. *Propuesta de utilización de la arenisca de Cárdenas en morteros de albañilería en la vivienda social en la provincia de Matanzas*. Mola José (tutor). Tesis de maestría. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (CUJAE), 2012. 93 h.
31. ROMERO A. *Caracterización y corrección del impacto ambiental provocado por la explotación a cielo abierto de yacimiento de materiales de construcción en la región Oriental*. Tesis Doctoral. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, 1998.
32. SEPÚLVEDA FRANCO, G. *Diagnóstico minero y económico del departamento de Antioquia*. [en línea]. Facultad de Minas Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. 2013. [Consultado: febrero 2016]. Disponible en: <http://www.bing.com/search?q=Diagn%C3%B3stico+minero+y+econ%C3%B3mico+del+departamento+de+Antioquia&pc=MOZI&form=MOZLBR>
33. TABOADA, J. et al. *Diagnóstico tecnológico de la empresa de pizarra en la transición de la minería a cielo abierto a la minería subterránea*. [en línea]. Universidad de Vigo. Departamento de Ingeniería de los Recursos Naturales y Medio Ambiente. 2000. [Consultado: febrero 2016]. Disponible en: www.aeipro.com/files/congresos/2002barcelona/ciip02_0853_0861.1

34. WATSON, R. *Situación actual y perspectiva de la explotación de yacimientos de materiales de construcción* Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, 2008. 20 p.

ANEXOS

Anexo I- Ficha de la cantera “Pilón”

Datos Generales

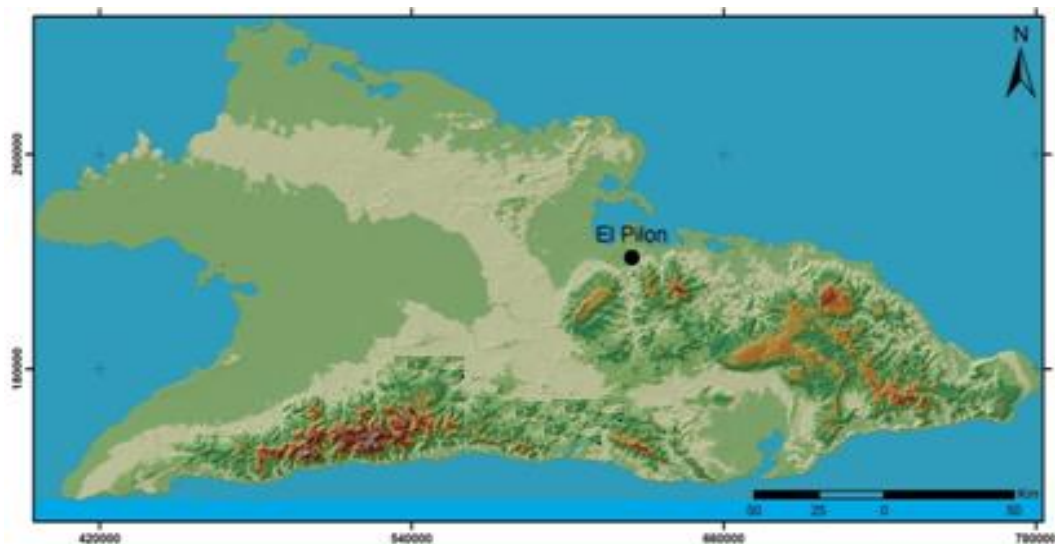
Cantera: Pilon

Coordenadas (X Y): 625000- 625 600; 221 000- 221 00

Material explotado: Calizas

Reservas:

Edad: Oligoceno superior- Mioceno inferior



Localización de la cantera

Método de explotación

Descripción del método de explotación: Banqueo descendente

Consumo específico de explosivo: 0.34Kg/m³

Foto de la cantera



Producciones

Producción anual: 99 900m³

Número de trabajadores directos:40

Productos:

- Hormigón
- Gravilla
- Granito
- Arena
- Polvo piedra

ANEXO II- Criterio de evaluación

	VT	VSM	VSE
CANTERA			
Altura total frente	>20.....5 20-15.....4 15.....3 15-10.....2 <10.....1		
Altura de los bancos	30-20.....5 20-10.....3 10-5.....0	<20.....5 >20.....0	
Método de explotación	Vertido.....5 Explotación Tipo Corta...5 Banqueo descendente...3 Banqueo Ascendente.....3 Chimenea Galería.....2 Minería Subterránea.....2	Minería Subterránea.....5 Chimenea Galería.....5 Explotación Tipo Corta...4 Banqueo descendente...2 Banqueo Ascendente.....1 Vertido.....0	
Nivel de restauración		Bueno...5 Regular...3 Malo.....0	
Impacto visual		Nulo.....5 Medio.....3 Importante...0	
LIMITES EXPLOTACIÓN			
Dispone de vallado externo de la explotación. Tipo.		Si.....5 SD.....3 No.....0	
Dispone de pantallas vegetales o cordones de tierra perimetrales		Si.....5 SD.....3 No.....0	
Dispone de captadores de polvo perimetrales		Si.....5 SD.....3 No.....0	
Señalización adecuada de las instalaciones que indiquen tipo de actividad		Si.....5 SD.....3 No.....0	

Anexo II- Criterio de evaluación (continuación)

	VT	VSM	VSE
ESTABILIDAD DEL FRENTE			
Fracturación del Frente		Nulo.....5 Medio.....3 Importante...0 Bueno.....5	
ESTADO DE LAS PLATAFORMAS			
Anchura de trabajo (según normativa)	Si.....5 SD.....3 No.....0	Si.....5 SD.....3 No.....0	
Limpieza	Buena.....5 Regular...3 Mala.....0	Buena.....5 Regular...3 Mala.....0	
ESTADO DE LAS PISTAS			
Ancho de las pistas (según normativa)	Si.....5 SD.....3 No.....0	Si.....5 SD.....3 No.....0	
Pendientes (según normativa)	Si.....5 SD.....3 No.....0	Si.....5 SD.....3 No.....0	
Señalización adecuada de cantera.		Si.....5 SD.....3 No.....0	
Asfaltado de las pistas y accesos	Si.....5 SD.....3 No.....0	Si.....5 SD.....3 No.....0	
PERFORACIÓN Y VOLADURA			
Equipos cumplen normativas	Si.....5 SD.....3 No.....0	Si.....5 SD.....3 No.....0	
Existen pantallas acústicas		Índice Alto.....5 Intermedio.....3 Bajo.....0	

Anexo II- Criterio de evaluación (continuación)

	VT	VSM	VSE
Se realizan estudios de niveles de ruido		Si.....5 SD.....3 No.....0	
Sistemas de eliminación de polvo		Si.....5 SD.....3 No.....0	
Tipo de martillo		M.Neum.....5 M.Hidrau.....5	
Diámetro de perforación	4”.....4 3 1/2”3 3”.....2 <3”.....0		
Sistema de iniciación	Det E+Cd+Hilo.....5 Det NE+Tubo.....4 Det NE +Det El+Hilo.....4 Det NE+Mecha.....4 Det Electrónicos.....5		
Consumo Específico	<0,40 kg/m ³5 >0,50 kg/m ³0		
Tipo de Explosivo	Amex Senatel magnafrac Fortel		
Fragmentación adecuada	Si.....5 SD.....3 No.....0		
Generación de polvo		Nula.....5 Media.....3 Importante...0	
Proyecciones		Si.....0 SD.....3 No.....5	
Cordón Detonante (Onda aérea)		Si.....0 SD.....3 No.....5	
Estudio de vibraciones		Si.....5 SD.....3 No.....0	

Anexo II - Criterio de evaluación (continuación)

	VT	VSM	VSE
CARGA Y TRANSPORTE			
El sistema de carga es el adecuado	Si.....5 SD.....3 No.....0	Si.....5 SD.....3 No.....0	
Distancia del frente a la tolva del primario (Km)	>1,5.....0 1,3.....3 1.....5		
Acoplamiento carga transporte (*)	Si.....5 No.....0		
Consumo de gasoil (l/m ³) eléctrico kW/m ³	<0,20...5 0,30.....3 0,50.....1		
Dispone de sistemas de control de los consumos	Si.....5 SD.....3 No.....0		
Equipos cumplen normativa vigente	Si.....5 SD.....3 No.....0	Si.....5 SD.....3 No.....0	
Cubrición de la carga en cantera		Si.....5 SD.....3 No.....0	
Los equipos de transporte presentan sistemas para reducir o eliminar el ruido en la carga		Si.....5 SD.....3 No.....0	
Sistemas de apantallamiento natural o artificial		Si.....5 SD.....3 No.....0	
Se circula a través de alguna población			Si.....5 SD.....3 No.....0
PLANTA			
Esquema de la planta	1+1+2		
Es adecuado el esquema de planta	Si.....5 SD.....3 No.....0		
Almacenes próximos a la tolva del primario	Si.....5 SD.....3 No.....0		

Anexo II - Criterio de evaluación (continuación)

	VT	VSM	VSE
PLANTA			
Acoplamiento Primario Secundario	Si.....5 No.....0		
Líneas de clasificación			
Equipos cumplen normativa vigente	Si.....5 SD.....3 No.....0	Si.....5 SD.....3 No.....0	
Sistemas de apantallamiento natural o artificial (% de efectividad)		100%.....5 50%.....3 0%.....0	
Señalización adecuada de las instalaciones (%)		100%.....5 50%.....3 0%.....0	
Dispones de sistemas de control de la producción. (% de los equipos)	100%.....5 50%.....3 0%.....0		
Grado de Automatismo	100%.....5 50%.....3 0%.....0		
Cierre de la tolva de alimentación de la trituradora		Si.....5 No.....0	
La tolva de alimentación dispone de forros u otro sistema de eliminación o reducción de los niveles sonoros		Si.....5 No.....0	
Dispone de sistemas de eliminación de polvo		Si.....5 No.....0	
La tolva de alimentación dispone de barrera no franqueable		Si.....5 No.....0	
La tolva de alimentación dispone de sistema de amortiguación de bolos		Si.....5 No.....0	
Dispone de caseta de control de operaciones del primario	Si.....5 No.....0	Si.....5 No.....0	

Anexo II - Criterio de evaluación (continuación)

	VT	VSM	VSE
PLANTA			
Dispone la misma de medios audiovisuales para controlar la descarga	Si.....5 No.....0	Si.....5 No.....0	
Dispone de medios para controlar el funcionamiento de los molinos	Si.....5 No.....0	Si.....5 No.....0	
La caseta cumple con las condiciones de seguridad e higiene en el trabajo		Si.....5 No.....0	
Las cintas transportadoras disponen de detectores de metales. (Las necesarias)	100%.....5 50%.....3 0%.....0		
Las cintas transportadoras disponen de sistemas de control de producción. Balanzas	100%.....5 50%.....3 0%.....0		
Las cintas transportadoras disponen de sistemas de seguridad antiatrapamiento		100%.....5 50%.....3 0%.....0	
Las cintas transportadoras disponen de protección de las correas de los motores y de los tambores		100%.....5 50%.....3 0%.....0	
Las cintas transportadoras disponen de escalerilla de acceso y pasarela de vista		100%.....5 50%.....3 0%.....0	
Los tambores de cola están a una altura adecuada		100%.....5 50%.....3 0%.....0	
Cerramiento de los equipos de trituración, molienda y clasificación		100%.....5 50%.....3 0%.....0	
La zona de clasificación dispone de caseta de control	Si.....5 No.....0	Si.....5 No.....0	
Dispone la misma de medios audiovisuales para controlar la descarga	Si.....5 No.....0	Si.....5 No.....0	

Anexo II - Criterio de evaluación (continuación)

	VT	VSM	VSE
PLANTA			
Dispone de control remoto para el funcionamiento de los molinos	Si.....5 No.....0		
La caseta cumple con las condiciones de seguridad e higiene en el trabajo		Si.....5 No.....0	
Disponen de sistemas que reduzcan o eliminen el ruido en la alimentación y descarga de los equipos de trituración		100%.....5 50%.....3 0%.....0	
Los almacenes disponen de cierre y protecciones contra el viento		100%.....5 50%.....3 0%.....0	
Altura de caída del material adecuada		Si.....5 No.....0	
La carga del material de los almacenes se realiza por cinta transportadora		100%.....5 50%.....3 0%.....0	
Disponen de circuito exclusivo para lavado de ruedas y de la carga de los camiones		Si.....5 No.....0	Si.....5 No.....0
Situación de la planta con respecto a la orografía del terreno		Inferior.....5 Igual.....0	
Señalización adecuada de las instalaciones		100%.....5 50%.....3 0%.....0	
Nivel de mantenimiento de la instalación	Muy B.....5 Bueno.....4 Regular.....3 Malo.....2 Muy M.....1 No Ex.....0		
ELECTRICIDAD			
Sistema de alimentación eléctrica			
• RED			
• GRUPO			

Anexo II - Criterio de evaluación (continuación)

	VT	VSM	VSE
Potencia disponible (kw)	Adecuada.....5 No adecuada...0		
Factor de Potencia			
Se dispone de arrancador de frecuencia	Si.....5 No.....0		
Se dispone de instalación de condensadores	Si.....5 No.....0		
Consumo eléctrico kW/m ³	<1,5.....5 1,5-2.....4 2.....3 2-2,5.....2 2,5-3.....1 >3.....0		
Disponen de sala de cuadros eléctricos	Si.....5 No.....0	Si.....5 No.....0	
Estado de las canalizaciones eléctricas.	Bueno....5 Regular..3 Malo.....0	Bueno....5 Regular..3 Malo.....0	
Dispone de Taller automotor	Si.....5 No.....0	Si.....5 No.....0	
Control del vertido de combustibles y aceites	Si.....5 No.....0	Si.....5 No.....0	
Consumo de gasoil (l/m ³)	<0,20...5 0,30.....3 0,50.....1		
Existencia de un plan de gestión de residuos asimilables a urbanos (Reducción, Recogida, Transferencia, V y E)		Si.....5 No.....0	
Autorización de productor de residuos peligrosos		Si.....5 No.....0	
Dispone de surtidor propio	Si.....5 No.....0		
Consumo de agua para el lavado de los áridos (m ³)	0.....5 0,16.....3 0,21.....2 0,25.....1 >0,25....0	0.....5 0,16.....3 0,21.....2 0,25.....1 >0,25....0	

Anexo II - Criterio de evaluación (continuación)

	VT	VSM	VSE
Riegos de pistas al día	Adecuado.....5 Medio.....3 No adecuado...0	Adecuado.....5 Medio.....3 No adecuado...0	
Sistema de eliminación de polvo en las pistas		Sist. Comb....5 Aspersores...5 Camión.....3 Nada.....0	
Dispone de sala comedor para los trabajadores		Si.....5 No.....0	
Dispone de Sala de aseo según normativa de seguridad e higiene en el trabajo		Si.....5 No.....0	
Dispone de Laboratorio en planta	Si.....5 No.....0		
Los sistemas de gestión de la calidad y de seguridad están avalados por las normas ISO		Si.....5 No.....0	
Subcontratación de la perforación y voladura	Si.....5 No.....0		
Subcontratación de la carga y transporte	Si.....5 No.....0		
EMPLEO			
Número medio de empleo directo			10.....5 5.....3 0.....0
Número medio de empleo indirecto			54.....5 27.....3 0.....0
Número de jornadas trabajadas			
Índice de ausentismo*	10.....0 5,78.....3 0.....5		

Anexo II - Criterio de evaluación (continuación)

	VT	VSM	VSE
ACCIDENTES			
Número de jornadas perdidas como resultado de los accidentes (leves y graves)*	0.....5 167.....3 200.....0		
Número de accidentes mortales		0.....5 >0.....0	0.....5 >0.....0
Índice de incidencia	0.....5 137.....3 200.....0		0.....5 137.....3 200.....0
FORMACIÓN			
Horas de Especialización	100%.....5 50%.....3 0%.....0	100%.....5 50%.....3 0%.....0	
Horas de formación en Seguridad y Salud	100%.....5 50%.....3 0%.....0	100%.....5 50%.....3 0%.....0	
Horas de formación	100%.....5 50%.....3 0%.....0	100%.....5 50%.....3 0%.....0	
TRANSPORTE EXTERIOR			
Distancia media de transporte desde el punto de extracción hasta los puntos de consumo por carretera		70 Km.....0 30 Km.....3 10 Km.....7	70 Km.....0 30 Km.....3 10 Km.....7
INCIDENTES MEDIO AMBIENTALES			
Incidentes medio ambientales	Si.....0 No.....5	Si.....0 No.....5	Si.....0 No.....5
Técnico de Minas a Tiempo Completo en Cantera	Si.....0 No.....5	Si.....0 No.....5	Si.....0 No.....5