



Ministerio de Educación Superior
Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa
Dr. Antonio Núñez Jiménez
Facultad de Geología y Minas
Departamento de Minas

Trabajo de Diploma

En opción al título de Ingeniero en Minas
Diagnóstico integral de la VEB mina de la
empresa Comandante Ernesto Che Guevara.

Autor: Cristian Leonardo Ricardo Leyva

Tutores: Ing. Victor Francisco Amaro Díaz

Dr. C. Mayda Ulloa Carcassés

Moa, 2018

“Año 60 de la Revolución”



AGRADECIMIENTOS

Agradezco eternamente el esfuerzo, la dedicación y la preocupación de mi abuela, mi mamá y mis hermanas, a mi novia y toda mi familia.

Agradecerles al Ing. Víctor Francisco Amaro Días y al Dr. C. Mayda Ulloa Carcasses que fueron los tutores de este trabajo, ha siendo posible su desarrollo exitoso.

A todos mis compañeros de aula, a mis amigos, al claustro de profesores que de una forma u otra han contribuido a mi formación como profesional.

Al personal de la mina y a la Dr. María Isabel y los especialistas en mina Miguel León Mariño y Antonio Cutiño Jiménez, que siempre encontraron un momento para atenderme y prestarme la ayuda necesaria.

Agradecerle a todos aquellos que trabajan cada día desinteresadamente por mantener una educación gratis y un sistema verdaderamente humano.



DEDICATORIA

Dedico este trabajo a toda mi familia, a los tremendos profesores que me hicieron todo un hombre de bien y me transmitieron sus conocimientos, a mis amigos y compañeros, a la revolución, a todos aquellos que de una forma u otra aportó un grano de confianza y seguridad durante todo este tiempo. Y una dedicatoria especial a mi mamá, mi abuela y mis hermanas que dieron lo que no tenían y lo que tenían para que me hiciera un gran ingeniero las amossssss.

PENSAMIENTO





RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo realizar un diagnóstico integral de la UEB Mina de la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara. Para su ejecución se utilizó una herramienta denominada matriz de Evaluación, la cual permite evaluar íntegramente el desempeño de una mina. La matriz aplicada fue adaptada a las condiciones del país y de la mina objeto de estudio. La selección de las variables e indicadores se efectuó a través de trabajos conjunto tanto en gabinete como en la mina, con los especialistas de la empresa junto con los criterios de profesores del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa (ISMMM), quedándose finalmente con 19 variables y 125 indicadores, el mismo se fundamentó en la valoración de cinco aspectos importantes: los aspectos técnicos, medioambientales, de seguridad, económicos y los sociales. El valor final del índice de la matriz obtenido es de 69,6%, lo cual permitió comprobar que el nivel de desempeño de la mina es regular y el Índice de la matriz obtenido, la sitúa a un 30,4% de lo que sería una mina modelo.

Palabras claves: Diagnóstico integral, mina, matriz, variables, indicadores.



SUMMARY

The objective of this work is to carry out an integral diagnosis of the UEB Mine of the Comandante Ernesto Che Guevara Company. For its execution, a tool called the Evaluation matrix was used, which allows to evaluate the performance of a mine in its entirety. The applied matrix was adapted to the conditions of the country and the mine under study. The selection of the variables and indicators was carried out through joint work both in the office and in the mine, with the company's specialists together with the criteria of professors of the Higher Metallurgical Mining Institute of Moa (ISMMM), finally remaining with 19 variables and 125 indicators, it was based on the assessment of five important aspects: the technical, environmental, security, economic and social aspects. The final value of the index of the obtained matrix is of 69.6%, which allowed to verify that the level of performance of the mine is regular and the Index of the obtained matrix places it at 30.4% of what would be a model mine.

Key words: Comprehensive diagnosis, mine, matrix, variables, indicators.



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DE LA TEMATICA	4
Introducción.....	4
1.2 Diagnóstico tecnológico	4
1.3 Producción de yacimientos lateríticos en Cuba	6
1.4 Situación de la temática a nivel internacional	6
1.5 Situación de la temática a nivel nacional	7
1.6 Fundamento legal de la investigación.....	7
1.7 Caracterización general de la mina Comandante Ernesto Che Guevara.....	9
1.7.1 Ubicación geográfica	9
1.7.2 Incremento de la productividad y la eficiencia	11
1.7.3. Breves características geológicas de los yacimientos	14
1.7.4 Propiedades de las menas	16
1.7.5 Propiedades físico-mecánicas de las rocas	17
1.8 Condiciones minero-técnicas del yacimiento	18
CAPÍTULO II. ETAPAS METODOLÓGICAS DE LA INVESTIGACIÓN	18
Introducción.....	19
2.1 Etapas metodológicas de investigación	19
2.2 Descripción de la evaluación cualitativa de los aspectos a evaluar.	21
2.3 Descripción del procedimiento de la aplicación de la matriz.	22
CAPÍTULO III. DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO EN LA MINA COMANDANTE ERNESTO CHE GUEVARA	28
Introducción.....	28
3.1 Aplicación de la matriz en la mina Comandante Ernesto Che Guevara.....	28
3.1.1 Selección de las variables e indicadores para la mina Comandante Ernesto Che Guevara.	28
3.2 Descripción de los aspectos evaluados en la mina.....	34
3.2.1. Aspecto técnico	34
3.2.2. Aspecto Medio-Ambiental	35
3.2.3 Valoración de la seguridad del trabajo	36
3.2.4 Valoración Económica	36



3.2.5 Valoración Social.....	37
3.3 Cálculo de la matriz de la matriz	37
CONCLUSIONES	47
RECOMENDACIONES	48
BIBLIOGRAFÍA	49
ANEXOS	52



INTRODUCCIÓN

La minería es una de las actividades más antiguas de la humanidad, ya que se sabe que desde tiempos de la prehistoria el hombre ha usado diversos minerales para la fabricación de herramientas y armas. Con el pasar de los siglos se convirtió en una importante industria, que ha creado una serie de técnicas, estudios y análisis físico - químicos con el objetivo de mejorar la exploración y explotación de los yacimientos.

Las empresas mineras son las encargadas de llevar a cabo la explotación de estos yacimientos como industria, cuya competencia depende de la producción de mineral extraído y de la calidad del mismo. En dependencia del volumen de producción de la mina, la actividad se divide en gran, mediana y pequeña minería, no obstante, en algunos países existe una cuarta categoría, la artesanal.

El aprovechamiento de los recursos minerales naturales catalogados como energéticos (fósiles, hullas, carbón, etc.) metálicos (zinc, cobre, hierro, oro...) y no metálicos (rocas y minerales industriales: el mármol, caliza, granito, grava, arena, puzolana) han sido de significativa importancia para el desarrollo de las más antiguas naciones dejando como herencia su experiencia para las futuras generaciones.

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 trasformando en distintos productos mediante procesos de manufactura con un creciente desarrollo tecnológico. La obtención selectiva de estos recursos minerales se denomina minería.

La minería ha sido una de las actividades productivas que ha respaldado la economía nacional, ya que el país posee uno de los yacimientos niquelíferos más importantes del mundo, el cual representa, aproximadamente, el 37,3 % de la

reserva mundial. Un análisis de la literatura y el debate cubano en torno a la política industrial desarrollada en esta rama (Oramas, 1990; Marquetti, 2002; García y Álvarez, 2002; Blanco, 2003; Torres, 2013) permite aseverar, que uno de los ámbitos donde se debe profundizar es en la transformación productiva de este sector, desde políticas más integrales que tomen en cuenta las necesidades del ámbito territorial hasta la integración con la economía doméstica.

La industria del níquel en Cuba se caracteriza por tener ventajas naturales para su explotación. Aunque la etapa inicial de su desarrollo se remonta a principios del siglo XX, el proceso de restructuración que sufrió, durante el decenio de los años noventa, significó un punto de partida para su transformación a partir de los nuevos parámetros competitivos internacionales. El cambio posibilitó el mejoramiento de sus indicadores productivos y organizacionales, así como el de su desempeño en el nuevo proceso de reinserción internacional de la economía cubana. Por esta razón, a partir del año 2000, se convirtió en uno de los renglones de mayor participación porcentual en la estructura de las exportaciones de mercancías del país.

Los trabajos realizados en la empresa han abordado estudios para evaluar el impacto medio-ambiental con respecto al proceso productivo en la extracción de las menas lateríticas, específicamente para la obtención del sulfato de Níquel + Cobalto, sin embargo, hasta el momento no se ha efectuado un diagnóstico que integre, además de los aspectos medioambientales, lo relacionado con el nivel técnico, la seguridad, la protección del trabajo y sus efectos socio-económico.

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

Lo anterior, justifica el perfeccionamiento del instrumento de evaluación integral para las condiciones de Cuba y la necesidad de determinar las variables e indicadores propios del país.



Esta situación condiciona **el problema** que fundamenta el presente trabajo: la necesidad de realizar un diagnóstico tecnológico integral, a través de variables e indicadores, de los aspectos técnicos, medioambientales, de seguridad y socio económico.

El **objeto de estudio** el diagnóstico tecnológico de minas a cielo abierto.

Campo de acción, la mina de la empresa Comandante Ernesto Che Guevara.

El **Objetivo General** consiste en realizar un diagnóstico tecnológico de la mina Comandante Ernesto Che Guevara para evaluar de forma integral su desempeño y contribuir a mejorar la eficiencia, la calidad de producción y disminuir el impacto ambiental.

Objetivos específicos

Caracterizar la mina Comandante Ernesto Che Guevara.

- Determinar las variables e indicadores para la evaluación de los aspectos técnicos, económicos, sociales y medioambientales de la mina Comandante Ernesto Che Guevara
- Elaborar los criterios de evaluación de los indicadores de cada variable seleccionada
- Aplicar la metodología para determinar el indicador general del desempeño de la mina Comandante Ernesto Che Guevara.

Hipótesis

La **hipótesis** plantea que, si se caracteriza la mina, se determinan las variables y los indicadores para la evaluación de los aspectos técnicos, económicos, de seguridad, sociales y medioambientales; se elabora los criterios de evaluación de los indicadores de cada variable seleccionada, se aplica la metodología para determinar el indicador general del desempeño de la mina Comandante Ernesto Che Guevara.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DE LA TEMATICA

Introducción

El objetivo del presente capítulo es ofrecer una visión general sobre el diagnóstico de una mina, a partir del conocimiento de los antecedentes sobre el tema, para fundamentar y establecer una metodología que permita determinar el estado tecnológico y la caracterización de la mina Comandante Ernesto Che Guevara.

1.2 Diagnóstico tecnológico

Un diagnóstico se refiere a los resultados que se arrojan luego de un estudio, evaluación o análisis sobre determinado ámbito u objeto y tiene como propósito reflejar la situación, para que luego se proceda a realizar una acción o tratamiento que ya se preveía realizar o que a partir de los resultados del mismo se decide llevar a cabo. El diagnóstico tiene como objetivo obtener conocimientos que permitan realizar cambios orientados a resolver los problemas o cubrir necesidades que se hayan detectado.

Se realizan diferentes tipos de diagnósticos, y a continuación se da una breve descripción de algunos de ellos.

El diagnóstico administrativo es aquel que tiene como propósito conocer la organización administrativa y el funcionamiento del área de objeto de estudio y tiene la finalidad de detectar las causas y los efectos de los problemas administrativos de la empresa.

Otro de los diagnósticos realizado en las empresas es el diagnóstico estratégico, el cual se alimenta de todas las reflexiones que se hacen en torno a las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas que surgen dentro y fuera de la unidad empresarial y se puede dividir en dos: el diagnóstico estratégico interno y el diagnóstico estratégico externo.

Diagnóstico estratégico interno es aquel que se orienta a precisar las fortalezas y debilidades de los cinco recursos fundamentales de la empresa: los recursos humanos, financieros, tecnológicos, productivos y comerciales y para lograr un análisis interno confiable, se utiliza una herramienta llamada Perfil de Capacidad Interna o la matriz de PCI.

El diagnóstico externo o análisis externo o auditoría externa se orienta a las oportunidades y amenazas que afectan las capacidades o recursos fundamentales externos con las que se puede apoyar la empresa para enfrentar competitivamente su medio.

En el sector de minería se realiza muchas veces el estudio de impactos ambientales (EsIA) el cual, es un estudio técnico, de carácter interdisciplinar, que incorporado en el procedimiento de la evaluación de impacto ambiental, está destinado a predecir, identificar, valorar y corregir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno. Este estudio identifica, describe y valora de manera apropiada, y en función de las particularidades de cada caso concreto, los efectos notables previsibles que la realización del proyecto produce sobre los distintos aspectos ambientales. Sin embargo, con todo lo mencionado anteriormente, para poder realizar una mejor evaluación del desempeño de una explotación minera, haría falta un estudio profundo que abarca todo, desde los aspectos técnicos, medioambientales, de seguridad y socioeconómicos, lo cual constituye el estudio de diagnóstico tecnológico integral.

Marrugo (2008) plantea que el diagnóstico tecnológico es un 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, de sus objetivos y de sus actividades productivas, del estado de sus recursos, y de su funcionamiento técnico organizacional y que su análisis consiste en dos actividades paralelas que permiten conjuntamente, una relación de la situación actual y potencial de la organización con su entorno.

Garzón (1990) explica en su metodología una herramienta que permite realizar un diagnóstico tecnológico desde el punto de vista estratégico y de competencias de una empresa con lo que además se permite conocer el grado en que una tecnología aporta a la sostenibilidad de la estrategia de una entidad al desarrollar en ella un proceso de auditoría tecnológica.

Otros autores como Shinn, (1982), Lad y Samant, (2014) analizan dicho diagnóstico considerando el aspecto social.

1.3 Producción de yacimientos lateríticos en Cuba

El grado de estudio geológico de la República de Cuba experimentó un incremento considerable a partir de los primeros años de la década de los 60 del siglo XX, cuando fue reorganizado el Servicio Geológico Nacional, y se crean el Instituto Cubano de Recursos Minerales —ICRM— en el Ministerio de Industrias y la Escuela de Geología en la Universidad de La Habana.

Las menas lateríticas de cortezas de intemperismo en Cuba, fundamentalmente en su parte oriental, se conocen desde el mismo descubrimiento de la Isla por Cristóbal Colón (Lavaut, 1987). En 1762, durante el desarrollo de la guerra anglo-española, el perdigón fue objeto de atención para obtener hierro (Ariosa Iznaga, 1977).

1.4 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 mina.

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.

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.

1.5 Situación de la temática a nivel nacional

A nivel nacional el tema se ha tratado para la explotación de minas en la extracción de materiales para la construcción, pero no para la explotación de yacimientos metálicos. En la empresa Comandante Ernesto Che Guevara se realizó un diagnóstico tecnológico dirigido por un colectivo de autores en el año pero no lo realizaron basándose el criterio de variables e indicadores para su resultado, en este trabajo analizaremos una serie de variables e indicadores para al final llegar a una evaluación del estado actual de la empresa por lo que este aspecto es el aporte a nuestra investigación.

1.6 Fundamento legal de la investigación

La base legal de la investigación se sustenta en la Ley 76 de Minas, aprobada el 21 de diciembre de 1994, que constituye el instrumento jurídico más importante en cuanto a la gestión de los recursos minerales.

Esta norma específica en su segunda sección, artículo 41 inciso c) “hay que preservar adecuadamente el medio ambiente y las condiciones ecológicas del área, elaborando estudios de impacto ambiental y planes para prevenir, mitigar, controlar, rehabilitar y compensar dicho impacto derivado de sus actividades”, mientras que en el inciso n) plantea: “hay que realizar investigaciones técnico-productivas e introducir innovaciones tecnológicas relacionadas con la actividad minera, para mejorar la eficiencia económica y el aprovechamiento de los recursos minerales”.

Otra de las leyes que sustentan la presente investigación es la Ley 81 de Medio Ambiente promulgada el 11 de julio de 1997, refleja el reconocido esfuerzo del estado, respecto a la protección del medio ambiente, en el marco de una política de desarrollo consagrada a lo largo de cuatro décadas de transformaciones revolucionarias, tanto políticas como socioeconómicas, en

estrecha correspondencia con el artículo 27 de la Constitución de la República, al establecer que: “el estado protege el medio ambiente y los recursos naturales del país, reconoce su estrecha vinculación con el desarrollo económico y social sostenible para hacer más racional la vida humana y asegurar la supervivencia, e bienestar y la seguridad de las generaciones actuales y futuras”.

En el artículo 28 inciso e), de la mencionada Ley del Medio Ambiente, queda establecido que la minería se encuentra dentro de las actividades sujetas al de evaluación de impacto ambiental. El proceso de evaluación de impacto ambiental en las actividades de la minería requerirá en casi todos los casos de un estudio de impacto ambiental, para proceder con el otorgamiento de la licencia ambiental.

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

Esta investigación además se sustenta en los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución aprobados en agosto del 2017. En consecuencia, se citan los lineamientos: 98: situar en primer plano el papel de la ciencia, la tecnología y innovación en todas la instancia, con una visión que asegure en cortos y mediano plazos los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social: 9: continuar desarrollando el marco jurídico 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 servicio. 100: Continuar reordenando las identidades de ciencia, tecnología e innovación que está en función de la producción y los servicios hacia su transformación en empresas, pasando a formar parte de estas o de las organizaciones superiores de dirección empresarial, en todos los casos que resulte posible e inconveniente. 180 : definir una política tecnológica que contribuye a reorientar el desarrollo industrial, que comprenda el central de

la tecnología existentes en el país, a fin de promover su modernización sistemática, observando los principios de la Política Medioambiental del país.

181: desarrollar la industria, priorizando los sectores que dinamizan la economía o contribuyen a la transformación estructural, avanzando en la modernización, desarrollo tecnológico y elevado su respuestas a las demandas de la economía

182: prestar atención prioritaria al impacto ambiental asociado al desarrollo industrial existentes y proyectado, en particular en la ramas de la química, la industria del petróleo y la minería, las especial el níquel, el cemento y otros materiales de construcción.

185: consolidar la industria farmacéutica y biotecnológica como una de las actividades de mayor capacidad exportadora de la economía, diversificar productos y mercados e incorporar nuevos productos al mercado nacional para sustituir importaciones.

186: mejorarla posición de la industria del níquel en los mercados mediante el incremento y diversificación de la producción, elevación de la calidad de sus productos y reducción de los costos, logrando una mayor utilización de los recursos minerales.

187: ejecutar con celeridad los proyectos en marcha para la exploración de pequeños yacimientos de minerales, en particular para producción de oro , cobre, cromo , plomo y zinc.

197: elevar la producción nacional de crudo y gas acompañante, desarrollando los yacimientos conocidos e incorporando la recuperación mejorada. Acelerar los estudios geológicos encaminados a poder contar con nuevos yacimientos, incluidos los trabajados de exploración en la Zona Económica Exclusiva del Golfo de México.

198: elevar la eficiencia y el rendimiento del sistema de refinación en Cuba, que permite incrementar los volúmenes de productos de mayor valor agregado.

1.7 Caracterización general de la mina Comandante Ernesto Che Guevara

1.7.1 Ubicación geográfica

El área de ubicación de la fábrica Comandante Ernesto Che Guevara se encuentra al norte del yacimiento mineral de Punta Gorda, ubicado en la provincia Holguín, en la costa norte, entre los ríos Moa y Yagrumaje, a 4 km de la Ciudad de Moa y a 2 km del pueblo de Punta Gorda y forma parte del macizo montañoso de Sagua -Moa-Baracoa (figura 1.1).

El relieve de la zona se caracteriza por su inclinación hacia el Norte con rangos de pendientes variables y desmembrado en tres sectores por valles muy

profundos, correspondientes a las áreas ínter fluviales Moa–Lirios–Yagrumaje, que se caracterizan por las formas aplanadas con cañadas y valles formados en el período de peniplanización con los desniveles relativos del relieve que oscilan entre 70 y 110 m, siendo las cotas absolutas de 0-85 metros. El clima, es tropical, la temperatura media anual es aproximadamente 27 °C, en el verano de 30 °C a 32 °C y en el invierno de 22°C a 26 °C. En el año hay dos períodos de lluvias, correspondiente a los meses mayo-junio y octubre; y dos períodos de seca, febrero–abril y julio–septiembre. La cantidad de precipitaciones oscilan en amplios límites y el promedio es de 1700–1800 mm al año.

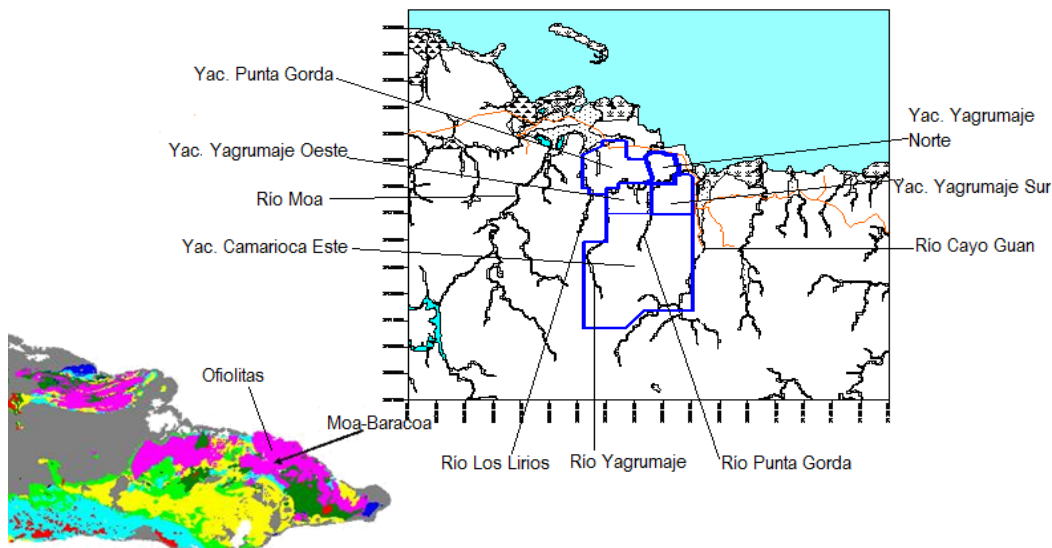


Figura 1.1. Plano de ubicación de la zona de la base minera. Fuente Ulloa (2000) Misión empresarial

La Empresa Comandante Ernesto Che Guevara, es una empresa socialista que garantiza la producción de Níquel + Cobalto con una calidad reconocida a escala internacional manteniendo índices de eficacia y eficiencia que le permiten ser competitiva en el mercado, para lo cual cuenta con un capital humano idóneo, con un perfeccionamiento constante de su **tecnología** y cuidado del medio ambiente, constituyendo un símbolo para la Industria Cubana actual.

Procesos tecnológicos de la fábrica

El esquema tecnológico está basado en la lixiviación carbonato-amoniaca del mineral reducido, o proceso Carón. La decisión de utilizar el proceso de

lixiviación carbonato-amoniaca se explica por las ventajas propias de esta tecnología, a pesar de que consume mucha energía eléctrica, tiene muchas ventajas en comparación con el proceso piro metalúrgico.

Al mismo tiempo este proceso se realiza con un consumo relativamente pequeño de reactivos. El único reactivo que se utiliza en cantidades grandes es el amoníaco. El consumo del cual es necesario sólo para compensar las pérdidas mecánicas.

Es un proceso continuo que se realiza en las condiciones de presión atmosférica. El equipamiento tecnológico del proceso se distingue por su sencilla y amplia utilización de los aparatos conocidos (hornos de soleras múltiples, es pesadores, columnas de destilación, etc.). Estas características favorecen la creación de una producción con alto nivel de mecanización y automatización. El esquema amoniacal admite la elaboración de la mezcla de los minerales lateríticos y serpentínicos, mientras que el esquema por ejemplo de lixiviación con el ácido sulfúrico permite solamente la elaboración de la fracción laterítica.

El proceso de arranque de la fábrica presentó dificultades en sus inicios, teniendo en cuenta que esta era la primera experiencia en el uso de una tecnología tan avanzada.

1.7.2 Incremento de la productividad y la eficiencia

Para mejorar la eficiencia y lograr una mayor productividad en la reducción de Ni + Co se llevaron a cabo las modificaciones, innovaciones y racionalizaciones introducidas que han llevado a la industria a los niveles productivos en que se encuentra, tanto desde el punto de vista tecnológico, mecánico, seguridad industrial, disciplina tecnológica, estimulación y atención a los trabajadores, quienes han permitido que la empresa muestre mejores resultados convertirla en una empresa competitiva a nivel mundial.



Mina

Incremento del minado de los yacimientos central y sur. Aumento de la concentración de hierro en el mineral alimentado. Innovación en las técnicas de minado con la recuperación de los fondos, permitiendo llevar la relación LB/SB a los valores de proyecto y el incremento de la ley de níquel y cobalto por encima del plan. Inauguración de un nuevo yacimiento minero: Yagrumaje Norte el 21 de marzo del 2005.

Preparación de mineral

Montaje de transportadores TR-14 y TR-15 que permiten el tiro directo de la Mina a los Secaderos. Modificación interior de los Secaderos que permiten el incremento de su productividad, así como el de molienda. Modernización de las Cámaras.

Hornos de reducción

Modificación de las cámaras por el sistema PRYOR. Modificación del sistema de pesaje de mineral. Sustitución del Gas Reductor por petróleo aditivo. Reducción de averías de los transportadores y enfriadores de mineral, lográndose mayor estabilidad operativa.

Lixiviación y lavado

Modificación de las series de turbo arreadores de primera etapa en dos miniseries que incrementó la productividad de la planta. Modificaciones interiores de los turbo arreadores actuales, mejorando su eficiencia. Incremento del inventario de amoníaco y CO en el sistema con un perfil alto y sólido en la planta.

Separación de cobalto

Introducción del ensemillamiento en tanques agitados. Introducción de la floculación química en el sedimentado. Se traslada la Nave de Secado para la zona de Punta Gorda: enero de 2005.

Recuperación de amoniaco

Montaje de la línea de CO desde la fábrica Pedro Sotto Alba. Cambio de los empaques de las torres del sistema de absorción por anillos raching. Cambio de los ductos de gases por acero inoxidable. Modificación en el transportador de gases de la Termo con la incorporación de otra línea y la separación de los ventiladores por línea. Modificaciones en las líneas de condensado del sistema de destilación de licor.

Calcinación y sinter

Recuperación de níquel disuelto mediante la precipitación del mismo con hidrosulfuro de amonio. Introducción a la floculación química. Mejoras en el sistema de filtración y en el de limpieza de gases.

Termoeléctrica

Se inicia la modernización de esta instalación desde finales 2004 y se mantiene en ejecución hasta la fecha, lo que garantizará la estabilidad eléctrica de la industria.

Cobalto – recuperación

Se realiza la unificación de ambas, creándose la planta Recuperación de Amoníaco - Cobalto el 12 de abril del 2005.

Geología del yacimiento

Las rocas que componen los yacimientos, están representadas por el complejo del corte ofiolítico, dentro del mismo, el complejo ultramáfico-metamorfizado compuesto por las peridotitas y sus serpentinitas y el complejo cumulativo formado por gabros normales y olivínicos.

La masa fundamental de mineralización, se asocia a las serpentinitas apohazburguitas y las Harzburgitas serpentinizadas, mientras que las rocas del complejo cumulativo se desarrollan en el sector Oeste, determinando áreas no mineralizadas para Fe, Ni, y Co.

El sector Sureste es el lugar donde se concentraba la mayor mineralización y se encuentra agotado; por lo que los recursos remanentes se concentran en los sectores Este, Noroeste y el flanco Norte, todos de alta complejidad hidrogeológica.

1.7.3. Breves características geológicas de los yacimientos

El área objeto de estudio está conformada por los yacimientos que integran la concesión de explotación de la “Empresa Comandante Ernesto Che Guevara”, estos son: Punta Gorda, Yagrumaje Norte, Yagrumaje Sur y Camrioca Este, (Figura1.2).

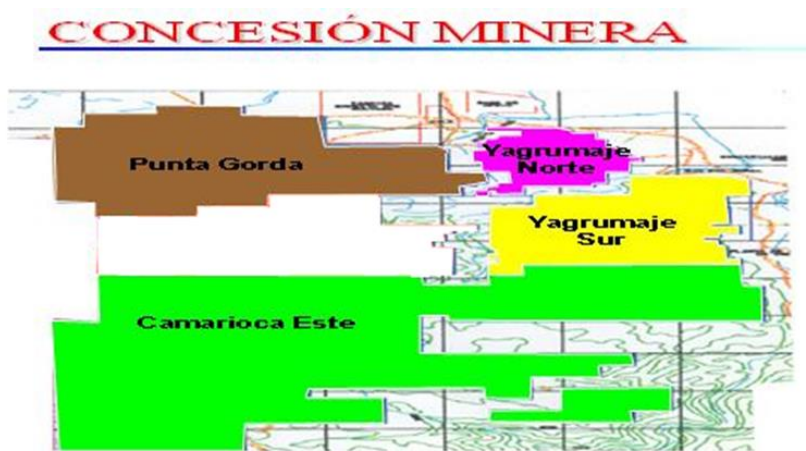


Figura1.2.

Composición de la concepción minera Empresa Comandante Ernesto Che Guevara. Fuente: (Guerra, 2012)

Yacimiento Punta Gorda

El área está limitada por las coordenadas del Sistema Lambert X= 699 80 - 704 100, Y= 218 600 - 221 900. Las coordenadas geográficas Y= 20° 38' 2", X= 74° 52' 8", con los siguientes límites naturales: al Norte por las aguas del Océano Atlántico, al Sur la línea convencional que lo separa del yacimiento Yagrumaje Oeste, al Oeste el yacimiento Moa Oriental, al Este las elevaciones que constituyen la línea divisora de las aguas del Río Yagrumaje.

El límite de este cuerpo mineral lo constituye el área cercana al río Yagrumaje. Presenta un relieve moderado, con inclinación hacia el norte, con rangos de pendientes variables, con poca complejidad para su explotación. La potencia promedio de la mena, actualmente es de 10,30 m; siendo la zona sur la de mayor potencia, el espesor de la capa de estéril es de 6,10 m; con la relación de escombro mineral aproximadamente de 0,45 m³/t. El mismo se encuentra

afectado por las aguas subterráneas, presentando un sistema de drenaje que es deficiente. El acceso a él no presenta problemas pues existen caminos principales y secundarios que garantizan las labores mineras. La exploración geológica se realizó de manera completa con una red de 33,33m x 33,33 m. Según (Justino, 2014).

Yacimiento Yagrumaje Norte

Tiene un área general de 2 km² con forma bastante regular de dimensiones de 1,8 km de largo y 1,4 km de ancho; ubicándose en una meseta aplanada al norte del río Yagrumaje. Este, tiene una inclinación de sur a norte desde las cotas 20 – 40 m hasta 100 - 110 m, la diferencia de las cotas absolutas dentro de los límites del yacimiento explorados es de 88 m variando de 108 – 200 m. Las menas se relacionan principalmente con las formaciones friables de la corteza de intemperismo in situ y sus productos, excepto en las partes del yacimiento con pendientes abruptas; las intercalaciones de estériles son muy raras en todo el depósito mineral, alcanzando un área de 0,01 km².

Yacimiento Yagrumaje Sur

Ocupa un área de 3,65 km². Las mayores potencias se observan en la parte central y oriental, ambas siguiendo la dirección norte-sur. A partir del cálculo de reservas para el cut-off de 0.9 % de níquel las potencias de escombro y mineral son 4,4 m y 7,3 m respectivamente en las zonas desarrolladas en categoría probadas y 6,72 m y 11,37 m respectivamente en los recursos indicados. La relación escombro mineral es de 0,26 y 0,32 para ambas zonas respectivamente. Este yacimiento se encuentra explorado casi en su totalidad en una red de 33,33 m x 33,33 m y en una red de 100 x 100 m un área pequeña ocupada por una subestación eléctrica y sus tendidos correspondientes. Estas líneas energéticas pueden afectar algunas zonas determinadas del yacimiento. Se encuentra aproximadamente a 8,0 Km de la mina a partir de la carretera Moa – Baracoa.

Yacimiento Camarioca Este

Presenta un área total de 19 km² y una potencia media de 4,90 m. Por su yacencia, es una corteza de tipo superficial desarrollada en forma de manto, en ocasiones interrumpida por afloramientos de la roca madre, aparece como una

gran superficie de nivelación de relieve erosivo – denudativo con pendientes suaves que se hacen bruscas en los límites del desarrollo de la corteza.

Las menas LB+SB se encuentran distribuidas en diferentes cuerpos minerales que se caracterizan por su diversidad de tamaños, formas, potencia de las menas y de las cubiertas de estéril, reservas y contenidos de los elementos útiles. Este yacimiento se encuentra desarrollado en dos categorías: medidos e indicados. En categoría medidos se desarrollaron 30 bloques y en indicados 167 bloques. Las potencias de escombros y mineral para ambas categorías de desarrollo para el cut - off de 0,9 % Ni, son 2,18 m y 6,65 m y 3,2 m y 6,6 m respectivamente. La relación escombros mineral es de 0,22 y 0,3 m³/t respectivamente. El acceso es a través de caminos construidos para las actividades de desarrollo geológico en el mismo, pero estos no poseen condiciones para la actividad minera. Para realizar la explotación mediante los diferentes sistemas se tienen en cuenta la caracterización del equipamiento a utilizar y las condiciones de explotación en los yacimientos.

1.7.4 Propiedades de las menas

Las propiedades de las menas ferro- niquelíferas de la corteza de intemperismo de las rocas máficas y ultramáficas están determinadas, en primer lugar por las rocas que le dieron origen, así como el grado de madurez y por otros factores ambientales tales como, clima, relieve, tectónica etc. A continuación se exponen de forma resumida las características de las menas por horizonte.

El primer horizonte (escombros) está compuesto principalmente por óxidos e hidróxidos de Fe y Al, los que presentan una textura terrosa con mayor o menor cantidad de concreciones de alta dureza. Como regla los contenidos de Ni, Co, SiO₂ y MgO, son bajos mientras que el de Al₂O₃ es relativamente alto. En este horizonte se pueden encontrar tres tipos de menas; FB y LF en las cortezas ultrabásicas y FF en las cortezas básicas.

El segundo horizonte, está compuesto principalmente por las menas de goethita-limonita, con contenidos relativamente altos de Ni y Co, en forma de óxidos principalmente y bajos contenidos de SiO₂, MgO y relativamente altos de Al₂O₃. Este horizonte aporta el grueso de las menas empleadas en el

proceso metalúrgico de la fábrica. En este horizonte predominan la mena LB; pero en los sectores Oeste y Suroeste del yacimiento en la vertiente del río Yagrumaje existe la mena FF, formando cuerpos de gran tamaño o en forma de intercalaciones derivadas de rocas básicas.

El tercer horizonte, está compuesto principalmente por serpentinitas muy alteradas y en menor grado, por hidróxidos de Fe y serpentinitas poco alteradas y ocasionalmente hay peridotitas serpentinizadas. Este horizonte es el que presenta mayor concentración de Ni; en forma de silicatos y en menor grado en forma de óxidos; los contenidos de Fe, Co y Al_2O_3 son bajos mientras que los de SiO_2 y MgO son elevados. En este horizonte predomina la mena SB y también SD, pero en el sector Oeste; en la ladera del río Yagrumaje se puede encontrar la mena SF; en mayor medida asociada a rocas básicas, ocasionalmente debido a la lixiviación por el agua de las serpentinitas, también puede encontrarse RE en forma de bloques aislados.

El cuarto horizonte, está compuesto principalmente por serpentinitas poco alteradas y peridotitas serpentinizadas y fragmentadas, con las grietas rellenas con serpentinitas alteradas y silicatos de Ni. Este horizonte se caracteriza por el alto contenido de SiO_2 y MgO y los bajos contenidos de Ni, Fe, Co y Al_2O_3 ; con excepción del relleno de las grietas, donde puede haber altas concentraciones de Ni en forma de silicatos y raramente en forma de óxidos.

1.7.5 Propiedades físico-mecánicas de las rocas

Las menas lateríticas, yacen sobre las menas serpentínicas rellenas del techo de las serpentinitas desintegradas. La hipsometría del techo de las serpentinitas no es plana; en algunos lugares estas afloran a la superficie o están cubiertas por un manto de poca potencia; unos pocos metros de lateritas, mientras que en otros llegan a más de 20 m de profundidad, en la tabla 1.1 se pueden ver estas propiedades.

Tabla 1.1 Propiedades físico-mecánicas de las rocas

PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LAS ROCAS			
Indicadores	Unidad de	OICC	OEI



	medida	Máximo	Medio	Mínimo	Máximo	Medio	Mínimo
Densidad natural	KN/m ³	19,92	16,13	13,90	19,30	21,75	14,40
Densidad húmeda	KN/m ³	15,27	9,92	7,20	16,20	10,52	8,00
Peso específico	TM/m ³	3,91	3,85	3,79	3,99	3,83	3,68
Límite líquido	%	69,50	63,60	56,50	83,30	70,81	58,60
Límite plástico	Kg/cm ²	51,30	46,63	41,60	58,60	52,81	43,50
Índice de plasticidad	%	22,50	16,97	13,50	28,74	18,00	8,70
Grava	%	0,00	0,00	0,00	9,00	1,00	0,00
Arena	%	21,00	8,67	0,00	23,00	10,14	5,00
Limo	%	64,00	42,67	27,00	59,00	38,81	18,00
Arcilla	%	69,00	47,33	31,00	71,00	50,05	27,00
Hinch	%	4,20	2,42	0,64	9,30	1,60	0,40
Cohesión	Grados	7,00	3,90	2,00	1,60	0,59	0,15
Ángulo de fricción	Grados	38,00	21,70	9,00	30,00	16,81	5,00

Ocres estructurales con concreciones de hierro (OICC)

Ocres estructurales iniciales (OEI)

1.8 Condiciones minero-técnicas del yacimiento

La explotación de estos yacimientos se realiza a cielo abierto, se desbroza con el uso de buldócer (ver anexo 6); el destape y la extracción del mineral se emplean dos sistemas: Sistema con dragalina (ver anexo7): para las zonas de alta potencia y con alta humedad, extrayendo todo el perfil friable, y con retroexcavadora (ver anexo 8), por bancos de 3.0 m, para el resto, posteriormente cargado a los camiones articulados (ver anexo 9). Los bancos serán divididos en bloques para su explotación de 8×8×3 m (ancho, largo y profundidad respectivamente).

CAPÍTULO II. ETAPAS METODOLÓGICAS DE LA INVESTIGACIÓN

Introducción

En este capítulo se describen la metodología empleada para el desarrollo de la investigación.

2.1 Etapas metodológicas de investigación

En la ejecución del trabajo se emplearon métodos empíricos y teóricos de la investigación científica.

Los principales métodos empíricos fueron:

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

Entre los métodos teóricos:

Histórico-lógico: para analizar la trayectoria tecnológica de la mina.

- Deductivo - Inductivo: para la identificación de los principales variables e indicadores que inciden en la evaluación desde el punto de vista tecnológico, medioambiental, seguridad y socio -económico de las minas.
- Hipotético - Deductivo: para la formulación de la hipótesis y luego, a partir de inferencias lógicas-deductivas, se arriba a conclusiones particulares que posteriormente se pueden comprobar.

La representación gráfica de la metodológica seguida se muestra en la figura 2.1.



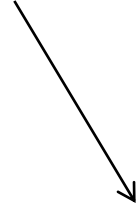
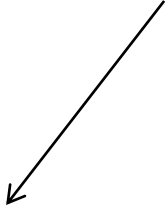
Etapa 1

El diseño la investigación y revisión bibliográfica del tema



Etapa 2

Elaboración de la Matriz de evaluación de explotación de yacimientos lateríticos de la empresa Comandante Ernesto Che Guevara



Recopilación y organización de la información existente.

Comprobación de la información recopilada realizando visitas a la mina

Consulta con especialistas y selección de variables y sus indicadores



Etapa 3

Evaluación de la mina a través de la aplicación de la matriz



Conclusiones

Etapa 1. Diseño de la investigación y revisión de la bibliografía

Consistió en la determinación del diseño teórico de la investigación y la recopilación y análisis de la bibliografía sobre la temática.

Etapa 2. Matriz de evaluación de explotación de yacimientos lateríticos de la empresa Comandante Ernesto Che Guevara.

Esta etapa se desarrolla a través de tres fases fundamentales:

Recopilación y organización de la información existente.

- Durante las prácticas en la mina Comandante Ernesto Che Guevara se recopiló la información necesaria que permitió el análisis detallado del proyecto de explotación.
- Comprobación de la información recopilada a través de visita a la mina. Toda la información obtenida sobre la mina se procesó y comprobó in

situación, para establecer fielmente las condiciones y características de la mina en cada una de los aspectos a evaluar.

- Consulta a expertos (tormentas de ideas) para la selección de las variables e indicadores de la matriz para la mina Comandante Ernesto Che Guevara.

Esta selección de las variables e indicadores se efectuó a través de tormentas de ideas con los especialistas de la empresa, la mina y los profesores del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa (ISMM), sobre la base de la Etapa 1, Etapa 2, Etapa 3, Etapa Diagnóstico tecnológico de la mina Comandante Ernesto Che Guevara, Cristian Leonar Ricardo Leyva, Trabajo de diploma 2018, matriz descrita por Martínez (2009) adaptándola a las condiciones específicas del país y de la mina objeto de estudio.

A partir de la valoración realizada con los especialistas, se eliminaron algunos indicadores y se adicionaron otras variables con sus respectivos indicadores, quedando finalmente 19 variables y 125 indicadores que se relacionan de acuerdo al orden de preferencia obtenido por los especialistas.

La matriz descrita por Martínez (2009) se fundamenta en un cuestionario con, 15 variables y 200 indicadores que permiten evaluar los aspectos técnico, medioambiental y de aspectos socio-económicos.

Etapas 3. Evaluación de la mina a través de la aplicación de la matriz.

En el presente trabajo se utilizó para la evaluación integral de la mina la metodología matriz, por ser una herramienta que permite obtener una imagen integral del estado de una explotación de yacimientos lateríticos, teniendo en cuenta todos los aspectos que afectan la misma, con esta herramienta se analiza el estado tecnológico.

2.2 Descripción de la evaluación cualitativa de los aspectos a evaluar

En este trabajo, para la evaluación de la mina se consideraron cinco aspectos independiente (técnico, medioambiental, seguridad, económico y social), lo que se diferencia de la metodología de Martínez (2009) que agrupa medio ambiente y seguridad y económico - social.

En el aspecto técnico se utilizaron los datos sobre maquinaria móvil y fija, las variables de voladura y la geometría de la explotación, procediendo a la toma de datos de: Las fragmentaciones resultantes de la voladuras, ciclos de trabajo, según la disposición de las diferentes zonas de la mina y planta, capacidades de producción que permiten los equipos de carga, transporte y de las plantas de procesamiento que se dispone, así como los consumos energéticos y el costo por metro cúbico del procesamiento de la materia prima.

En el aspecto medioambiental se tomaron los datos de los informes de la mina y se comprobó la existencia de medidas encaminadas a eliminar o reducir los impactos ambientales como: ruido, polvo y visual, así como, la correcta gestión del agua. El criterio seguido como evaluación positiva en este aspecto es la reducción o eliminación del agente contaminante. En el aspecto de seguridad se tuvo en cuenta la existencia y señalización de peligros en zonas de presencia de trabajadores, el uso de los elementos de protección personal (EPP) en los procesos productivos, así como la limpieza y organización de las instalaciones y el cumplimiento con las normativas vigentes fueron algunos de los puntos tenido en cuenta para la evaluación del aspecto. En el aspecto económico se trabajó sobre el volumen de negocio y las inversiones. En el aspecto social se tuvo en cuenta los datos sobre número medio de empleos directos e indirectos, número de jornadas trabajadas, índices de ausentismo y el número de accidentes mortales ocurridos en el sector debido al impacto que genera en la sociedad la pérdida de vidas humanas.

2.3 Descripción del procedimiento de la aplicación de la matriz.

La matriz se compone de dos columnas principales (tabla 2.1). En la primera columna se encuentran las variables y los indicadores y la segunda columna principal recoge los aspectos a evaluar de cada variable e indicadores y se divide en seis subcolumnas. En la valoración de cada aspecto, la sub columna (c) corresponde a los datos obtenidos en el campo (el cual se mantiene igual para todos los cinco aspectos), referido a cada variable. La sub columna (v) es la valoración donde se confieren valores entre 0 y 5, a cada indicador quedando sin valor los que no tienen influencia. La importancia de los indicadores dentro del conjunto global de los aspectos, se identifica con la letra (i), la cual se evalúa entre el 1 - 100%, valorando de 0% los indicadores que no

tienen influencia con el aspecto. La puntuación final corresponde a la sub columna (p), y se obtiene al multiplicar la valoración (v) por la importancia (i). En la última sub columna aparecen tres celdas, con la palabra “valores”, las que se sitúan desde la celda superior al inferior:

Tabla 2.1 Matriz para la evaluación de una variante

Variable e indicadores		VALORACION																			
	c	técnica				medioambien tales				de seguridad				económica				social			
		v	i	p	valor	v	i	p	valor	v	i	p	valor	v	i	p	valor	v	i	p	valor
Ind.1																					
Ind. 2																					
Ind. 3				VMCe				VMC e				VMCe				VMC e				VMCe	
Ind. 4				VCe				VCe				VCe				VCe				VCe	
Ind. 5				PCe				PCe				PCe				PCe				PCe	

- Valor máximo del campo (VMCe): que corresponde con la máxima puntuación que una mina se puede obtener al sumar los valores de la sub columna “p”, y que corresponde, lógicamente, con el caso de una valoración igual a 5 en todos los aspectos susceptibles de evaluación de la columna “v”.
- Valor obtenido del campo (VCe): Se obtiene al sumar los valores de la sub columna (p) para el caso concreto.
- Porcentaje (PCe): es el porcentaje entre lo obtenido en la valoración VCe y lo máximo que se podría haber logrado VMCe.

Para terminar el análisis, se suman los valores de la evaluación de los cinco aspectos analizados, integrándolos en uno solo, donde se indica la situación de cada variable que ha sido evaluada (tabla 2.2).

Tabla 2.2 Recorrido horizontal de la matriz

Variables e Indicadores		VALORACION																					
		técnica				M.A				de seguridad				económica				social					
		c	v(0-5)	i	p	valor	v	i	p	valor	v	i	p	valor	v	i	p	valor	v	i	p	valor	
Indicador 1																							
Indicador 2																							
Indicador 3						VMCe				VMCe				VMC e				VMCe				VMCe	VMC
Indicador 4						VCe				VCe				VCe				VCe				VCe	VC
Indicador 5						PCe				PCe				PCe				PCe				PCe	PC

La tabla 2.2 muestra el recorrido horizontal de la matriz, que permite visualizar las evaluaciones generales de cada variable en función de los resultados de los aspectos evaluados a tener en cuenta, lo cual debe considerarse para el mejoramiento futuro de las mismas.

Dónde:

- Valor máximo del campo (VMC): se consideran todos los criterios de evaluación. Se suman todos los VMCe en horizontal.
- Valor obtenido del campo (VC): es la suma de los valores obtenidos en todas las valoraciones VCe en la horizontal.
- Relación porcentual entre lo obtenido y lo máximo (PC): es el resultado de dividir VC por VMC.

En la tabla 2.3 se expone de manera vertical la importancia que se atribuye a cada variable analizada para cada uno de los aspectos evaluados (técnico, medioambiental, en seguridad, económicos y sociales), lo cual permite obtener una visión global de toda la explotación. El recorrido vertical de la matriz permite un análisis parcial de los criterios de evaluación. El resultado final (A) corresponde a la suma de todas las puntuaciones finales (p) de los indicadores en cada aspecto.

Tabla 2.3 Recorrido vertical de la matriz

Variables	Valoración técnica				Valoración M.A				Valoración de seguridad				Valoración económica				Valoración social				
	c	v	i	p	valor	v	i	p	valor	v	i	p	valor	v	i	p	valor	v	i	p	valor
Variable 1																					
Variable 2																					
.																					
.																					
.																					
Variable 21																					

La valoración de la matriz se recoge en una tabla general por separado para los yacimientos y para la UEB Mina donde se visualizan todas las variables e indicadores según el formato establecido (anexo1 5). En el proceso de cálculo hasta el resultado final de la calificación de cada uno de los aspectos evaluados, se ponderó, en relación con el peso que se desea que tenga dentro del valor global. Los valores de los ponderadores se otorgan según la importancia o nivel de significación que tenga cada aspecto para el estudio. Con el objetivo de mantener una misma escala de información, todos los pesos asignados a los aspectos se consideraron entre los valores de 10% a 30% (escala que se toma de forma racional, de acuerdo a los intereses del investigador), y se asigna el menor o mayor valor en dependencia de la importancia o nivel de significación que tenga el aspecto en el estudio (figura 2.2).

Figura 2.2 Análisis de la matriz reflejando la importancia de los criterios de evaluación.



Para obtener los resultados globales y el Índice de la matriz (tabla 2.4) se utiliza el valor de asignación de peso de los ponderadores (segunda columna, tabla 2.4) que hace referencia a la importancia que, para el evaluador, van a tener los aspectos analizados.

El índice específico (tercera columna, tabla 2.4) hace referencia a los valores obtenidos en la matriz una vez que se ha realizado el análisis de recorrido vertical para cada uno de los aspectos. El índice global (cuarta columna, tabla 2.4) 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 de la matriz. 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% (Mal)

Ecuación para el cálculo del índice específico

$$\text{Índice específico} = \frac{\sum P_x}{\sum VM_{Cex}} * 100$$

Dónde:

X : Aspecto que se calcula.

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

$\sum VM_{Cex}$: Sumatoria total del valor máximo de campo correspondiente al aspecto evaluado

Tabla 2.4: Determinación del Índice de la matriz.



Aspectos	Ponderadores	Índices específicos	Índices Globales	
Técnico				
Medio-Ambiental				
Seguridad				
Económico				Índice de la matriz
Social				

CAPÍTULO III. DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO EN LA MINA COMANDANTE ERNESTO CHE GUEVARA

Introducción

El objetivo del presente capítulo es realizar el diagnóstico tecnológico de la mina Comandante Ernesto Che Guevara

3.1 Aplicación de la matriz en la mina Comandante Ernesto Che Guevara

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

Para lograr que durante la ejecución de los trabajos mineros en una mina 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.

3.1.1 Selección de las variables e indicadores para la mina Comandante Ernesto Che Guevara.

La selección de las variables e indicadores se efectuó a través de trabajos conjunto tanto en gabinete como en la mina Comandante Ernesto Che Guevara con los especialistas de la Empresa de la mina, junto con criterios de profesores del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa (ISMMM), realizándolo sobre la base de la matriz descrita por Martínez en 2009 pero adaptándola a las condiciones específicas del país y de la mina objeto de estudio. En este trabajo se tuvo como base el cumplimiento con la legislación minera cubana, las características geológicas y minero-técnicas de la mina además de la situación socioeconómica del territorio.

A partir de la valoración realizada con los especialistas, se eliminaron algunos Indicadores y se adicionaron otras variables con sus respectivos indicadores, quedándose finalmente 19 variables y 125 indicadores que se



relacionan de acuerdo al orden de preferencia obtenido por los especialistas.

Las variables e indicadores utilizados para la evaluación de la mina Comandante Ernesto Che Guevara se expone a continuación.

1 Frente de los yacimientos.

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

2 Reservas técnicas

- Existencia de las reservas técnicas planificadas
- Existe secuencia de preparación de reservas
- Se estima topográficamente las reservas técnicas
- Estado de las reservas
- Se controlan las reservas técnicas del yacimiento

3 Depósitos

- Cumple con los parámetros de construcción
- Cumple con el almacenamiento de las reservas

4 Límites de la concesión minera

- Están monumentados y señalizados los vértices de la concesión

- Posee vértices de explotación según resolución de la ONRM
- Mantenimiento anual a los vértices

5 Estabilidad del frente

- Grado de fracturación del frente
- Se sanean y limpian los frentes
- Presencia de equipos idóneos para el trabajo

6 Estado de las plataformas

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

7 Estado de las vías de acceso

- Ancho de las vías según proyecto
- Pendiente según proyecto
- Disposición de sistema anti caídas
- Disposición de sistema de señalización en la mina
- Realización del mantenimiento planificado
- Existencia de esquema de parque para mantenimiento
- Drenaje
- Posee proyecto de construcción
- Cumple el camino con los parámetros de diseños

8 Acarreo con buldócer

- Cumplimiento con el plan de acarreo mensual
- Estado técnico del equipo
- Cumplimiento con el índice de consumo de diésel

9 Carga y transporte

- Sistema de carga y transporte



- Estado técnico del equipo
- Correspondencia de equipo de carga con medios de transporte
- Distancia del frente a la planta
- Cumplimiento del índice de consumo de diésel
- Equipos cumplen productividades planificadas

10 Escombrera

- Ubicación y parámetros técnicos
- Ejecución según proyecto
- Se depositan adecuadamente los materiales
- Presencia de equipos para la conformación de trabajo empleados

11 Planta de recuperación y trituración del mineral

- Cumplimiento del proyecto de procesamiento
- Cumplimiento del plan de producción
- Existencia del proyecto de procesamiento actualizado y aprobado
- Adecuado flujo tecnológico
- Acopios próximos a la planta
- Equipos cumplen plan de proyecto
- Sistema de apantallamiento superficial o natural (efectividad)
- Señalización adecuada de las instalaciones
- Dispone de sistema de control de la producción
- Grado de automatismo
- Sistema de eliminación de polvo
- Dispone de caseta de control de operaciones del primario
- Dispone de los medios para control de descarga
- Medios para controlar el funcionamiento de los molinos
- La caseta cumple con las condiciones de seguridad e higiene del trabajo



- Los transportadores disponen de detectores de metales (los necesarios)

- Los transportadores disponen de sistemas de control de producción.

Balanzas (los necesarios)

- Los transportadores se encuentran capotadas

- Los transportadores disponen de seguridad anti atrapamiento

- Los transportadores disponen de protección de las correas de los motores (cubre poleas)

- Los transportadores disponen de protección de los tambores (carenado del tambor de cola)

- Los transportadores disponen de escalerilla de acceso y pasarela de vista

- Dispone de caseta de control de operaciones en la zona de clasificación

- Dispone de medios audiovisuales para controlar la descarga

- Dispone de medios de protección para ruido

- Dispone de sistema que reduzca el polvo

- Acopios disponen de protección contra el viento

- Altura de caída adecuada

- La carga del material de los acopios se realiza por la cinta en el interior o exterior por camiones transportadora

- Situación de la planta con respecto a la orografía del terreno

- Nivel de mantenimiento de las instalaciones

- Consumo eléctrico kW/t

- Disponen de sala de cuadros eléctricos

- Estado de la sala de cuadros eléctricos

- Estado de las canalizaciones eléctricas

- Disponen de taller

- Estado del taller



- Dispone de sala comedor (para los trabajadores)
- Dispone la sala de aseo según norma de seguridad e higiene en el trabajo
- Disponen de laboratorio de planta
- Dispone de sistema de gestión medioambiental NC ISO 14015
- Dispone de sistema de gestión calidad NC ISO 9001
- Dispone de sistema de la seguridad OHSAS
- Balance de material (aprovechamiento de la planta)

12 Control de servicios recibidos

- Subcontratación de proyecto minero (CEPRONI)
- Costo de la exploración
- Subcontratación de servicios científicos (SEDINI)
- Control de costos de arrendamiento de equipos (Ferroníquel)
- Subcontratación de servicios de transporte y alimentación (Esuni)
- Costo de rehabilitación minera
- Costo de servicios (Importadora)

13 Empleo

- Número de jornadas de trabajo
- Índice de ausentismo

14 Accidentes

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

15 Capacitación

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

- Comprobación de habilidades en el puesto de trabajo

16 Inversión

- Se dispone de plan de inversión a corto y mediano plazo
- Costos de exploración
- Dispone de centro jurídico
- Dispone de contrato de arrendamiento de equipo - extranjero

17 Incidentes medio ambientales

- Número de incidentes medio ambientales
- Impacto visual
- Nivel de rehabilitación
- Desarrollo de la vegetación

18 Seguridad minera

- Existe proyecto de seguridad minera actualizado y aprobado
- Está en las resoluciones, leyes y decretos pertinentes
- Se cumple el proyecto de seguridad minera
- Se le exige a los trabajadores el uso de los medios de protección

19 Presa de colas

- Sistema de señalización
- Estabilidad del talud de la presa
- Ángulo de inclinación
- Posee proyecto de construcción
- Posee proyecto de rehabilitación

3.2 Descripción de los aspectos evaluados en la mina

3.2.1. Aspecto técnico

El laboreo del yacimiento se realiza a través del sistema de explotación a Cielo Abierto con bancos múltiples divididos en bloques de 8x8x3. La distancia entre los yacimientos y la planta de recuperación y trituración conocida como (01) es de aproximadamente 6km. El régimen de trabajo es por turnos de 12 horas todo el año en el sistema 4x4, es decir, trabajo 4 días y descansa 4 días.

La primera actividad que se realiza en los yacimientos es el desbroce. Con posterioridad se realizan los trabajos de escombreo y de extracción que se realizan mediante el desarrollo de bancos múltiples y la exposición de varios frentes a la vez, donde los frentes de excavación se desplazan de Norte a Sur (o viceversa), mientras que los bancos se desplazan generalmente de Oeste a Este, y el frente de explotación habitualmente de arriba hacia abajo. La carga de los camiones se realiza en el nivel inferior y a 90° con respecto al punto de extracción, en períodos de lluvia y durante la apertura de un nuevo frente se puede realizar a nivel de plataforma.

Para la carga y transporte de la roca útil se utilizan las Excavadoras LIEBHERR R-974 de 7m³ (ver anexo 8) y camiones articulados VOLVO de 45t (ver anexo9), en algunos yacimientos el equipo de arranque es con Dragalina HRM3 (ver anexo 7).

3.2.2. Aspecto Medio-Ambiental

Como cada mina de cielo abierto, estos yacimientos afectan el medioambiente por la explotación y el procesamiento de la materia prima. El impacto visual, el ruido, el polvo y la gestión del agua, se encuentran entre los impactos ambientales que se tienen en cuenta para el análisis. Los impactos al paisaje y la morfología se deben a la modificación de las características visuales del paisaje, cambios en la morfología y disminución del atractivo paisajístico. Una de las medidas para la reducción de esta afectación es el plan de rehabilitación una vez que se concluyan las labores mineras. El principal impacto a la atmósfera es el polvo, en las actividades mineras, la disminución de la calidad atmosférica por emisiones de gases, polvo y partículas. Hay muchas medidas correctivas encaminadas a la reducción de los impactos generados por los equipos móviles y la actividad minera como el del régimen de velocidad para los vehículos.

Para mejorar seguridad y reducir el impacto medioambiental de los vehículos, es importante que se cumpla con el régimen de velocidad. Así mismo, el mejoramiento de los caminos dentro del área de la instalación, aumenta el nivel de seguridad. Además, el mantenimiento correcto de los equipos es importante para lograr el funcionamiento adecuado de estos.

Los sistemas de señalización de las vías de circulación dentro de la explotación se evalúan de regular y en la planta de procesamiento el estado de los sistemas de señalización se puede evaluar de bien.

3.2.3 Valoración de la seguridad del trabajo

En cuanto a la valoración de seguridad de mina, la empresa tiene como misión principal asegurar la salud y seguridad del recurso humano, implementando las medidas dirigidas a la satisfacción y mejoramiento de las condiciones de vida y de trabajo de los trabajadores, cumplimentando los requerimientos legales establecidos. La mina cuenta con un proyecto de seguridad minera el cual está basado en las disposiciones legales vigentes en el país.

A pesar de que no existen un total de sistemas de señalización en las vías de circulación dentro de la explotación, no se registran gran cantidad de accidentes en la mina.

En las plantas de procesamiento el estado de las instalaciones se evalúa de bien. Cuenta con un mecanismo a ambos lados de los transportadores conocido como LÍMITE, que se encarga del paro de los transportadores en caso de avería o rotura.

En cuanto a la utilización de medios de protección, los trabajadores cuentan con todo lo necesario (tapones, mascarillas, espejuelo, botas de protección y cascos), pero todos los años la empresa dispone de presupuesto para la compra de estos y chequeo médico a sus trabajadores.

Desde el punto de vista de higiene del trabajo, se ha evaluado el estado de las instalaciones de trabajo y el comedor, el cual están en buen estado.

Las instalaciones eléctricas cuentan con protecciones colocadas según las necesidades.

3.2.4 Valoración Económica

La valoración extraída anual es de 2046786 T/ año y la valoración anual alimentada es de 2155075 T/año.

3.2.5 Valoración Social

La UEB Mina de la Empresa Ernesto Che Guevara cuenta con un total de 371 trabajadores, de los cuales el 64 % están vinculada directamente a la producción y un 36 % asignables indirectamente. Una valoración positiva de los impactos está asociada al incremento del nivel de empleo y mejoramiento de la red de transporte. En cuanto al total de accidentes mortales no hubo, y leves 2, y el total de incidentes fue de 46. Cuenta con 2 jornadas de trabajo, es decir, turnos de 12 horas cada uno.

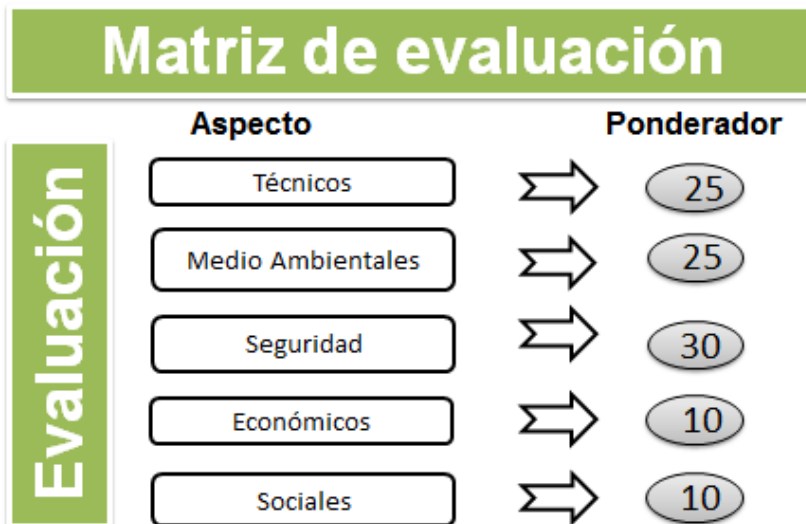
3.3 Cálculo de la matriz

El cálculo de la matriz se realiza según la secuencia de la misma. Se utilizan los datos obtenidos en la mina, y se analizan cada uno por separado.

En nuestro caso de estudio la UEB Mina de la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara cuenta actualmente en explotación de 4 yacimientos (Camarioca Este, Yagrumaje Norte, Yagrumaje Sur y Punta Gorda), para dar una evaluación final de la Mina primeramente tenemos que evaluar cada yacimiento por separado ya que todos no cuentan con los mismos equipos ni con las mismas condiciones y así después evaluar finalmente la Mina.

Los pesos asignados a los aspectos que integran los criterios fueron considerados entre los valores de 10 y 30 (escala que se tomó de forma racional, de acuerdo a los intereses del investigador y sugeridos por los especialistas), otorgándose el menor o mayor valor en dependencia de la importancia o nivel de significación.

Figura 3.1 Los ponderadores elegidos para cada aspecto



En la tabla 3.1 se presenta el resultado del recorrido vertical de todas las variables utilizadas para evaluar el Yacimiento Camarioca Este, el cual corresponde a la suma de todas las puntuaciones finales (p) de los indicadores de cada variable. Para la evaluación del yacimiento se utilizaron un total de 8 variables y 44 indicadores. Ver anexo 1. Estos resultados permitieron, tanto la obtención de una visión global de toda la explotación así como el análisis parcial de los aspectos evaluados.

Tabla 3.1 Resultado del recorrido vertical de las variables

VARIABLES	ASPECTOS				
	TÉCNICO	MEDIO-AMBIENTE	SEGURIDAD	ECONÓMICO	SOCIAL
Variables 1					
Variable 2					
	112	44	72	19	29

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

Calculo de índice específico técnico

$$\text{Índice específico} = \frac{\sum P_{\text{tec}}}{\sum VM_{\text{CeTec}}} * 100$$

$$\text{Índice específico} = \frac{112}{154} * 100 = 72,7\%$$

Cálculo del Índice Medio-Ambiental

$$\text{Índice específico} = \frac{\Sigma \text{PM.A}}{\Sigma \text{VMCeM.A}} * 100$$

$$\text{Índice específico} = \frac{44}{64} * 100 = 68,7\%$$

Cálculo del Índice de Seguridad

$$\text{Índice específico} = \frac{\Sigma \text{PSeg}}{\Sigma \text{VMCeSeg}} * 100$$

$$\text{Índice específico} = \frac{72}{107} * 100 = 67,2\%$$

Cálculo del Índice de Económico

$$\text{Índice específico} = \frac{\Sigma \text{PEco}}{\Sigma \text{VMCeEco}} * 100$$

$$\text{Índice específico} = \frac{24}{34} * 100 = 70,5\%$$

Cálculo del Índice de Social

$$\text{Índice específico} = \frac{\Sigma \text{PSoc}}{\Sigma \text{VMCeSoc}} * 100$$

$$\text{Índice específico} = \frac{19}{26} * 100 = 73\%$$

La tabla 3.2 muestra el resultado final (índice de la matriz) para el yacimiento evaluado, al aplicar los valores ponderados que se exponen en la figura 3.1 para cada uno de los aspectos evaluados. También se muestran los índices específicos e índices globales obtenidos.

Tabla 3.2 Resultado final para el Yacimiento Camarioca Este

Aspectos	Ponderadores %	Índices específicos %	Índices Globales %	
Técnico	25	72	18	
Medio-Ambiental	25	68	17	
Seguridad	30	67,2	20,2	
Económico	10	70,5	7	Índice de la matriz %
Social	10	73	7,3	
				69,5

En la tabla 3.3 se presenta el resultado del recorrido vertical de todas las variables utilizadas para evaluar el Yacimiento Yagrumaje Norte, el cual corresponde a la suma de todas las puntuaciones finales (p) de los indicadores de cada variable. Para la evaluación del yacimiento se utilizaron un total de 8 variables y 44 indicadores. Ver anexo 2 Estos resultados permitió, tanto la obtención de una visión global de toda la explotación así como el análisis parcial de los aspectos evaluados.

Tabla 3.3 Resultado del recorrido vertical de las variables

VARIABLES	ASPECTOS				
	TÉCNICO	MEDIO-AMBIENTE	SEGURIDAD	ECONÓMICO	SOCIAL
Variables 1					
Variable 2					
	112	43,2	70,9	25,3	16,5

Calculo de índice específico técnico

$$\text{Índice específico} = \frac{\sum P_{tec}}{\sum VM_{CeTec}} * 100$$

$$\text{Índice específico} = \frac{112,8}{156} * 100 = 72,3\%$$

Cálculo del Índice Medio-Ambiental

$$\text{Índice específico} = \frac{\sum PM.A}{\sum VM_{CeM.A}} * 100$$

$$\text{Índice específico} = \frac{43,2}{65} * 100 = 66,5\%$$

Cálculo del Índice de Seguridad

$$\text{Índice específico} = \frac{\sum P_{Seg}}{\sum VM_{CeSeg}} * 100$$

$$\text{Índice específico} = \frac{70,9}{105} * 100 = 67,5\%$$

Cálculo del Índice de Económico

$$\text{Índice específico} = \frac{\sum PEco}{\sum VM_{CeEco}} * 100$$

$$\text{Índice específico} = \frac{25,3}{34} * 100 = 74,4\%$$

Cálculo del Índice de Social

$$\text{Índice específico} = \frac{\sum PSoc}{\sum VMCeSoc} * 100$$

$$\text{Índice específico} = \frac{16,5}{24,5} * 100 = 67,3\%$$

La tabla 3.4 muestra el resultado final (índice de la matriz) para el yacimiento evaluado, al aplicar los valores ponderados que se exponen en la figura 3.1 para cada uno de los aspectos evaluados. También se muestran los índices específicos e índices globales obtenidos.

Tabla 3.4 Resultado final para el Yacimiento Yagrumaje Norte

Aspectos	Ponderadores %	Índices específicos %	Índices Globales %	
Técnico	25	72,3	18	
Medio-Ambiental	25	66,5	16,6	
Seguridad	30	67,5	20,2	
Económico	10	74,4	7,4	Índice de la matriz %
Social	10	67,3	6,7	68,9

En la tabla 3.5 se presenta el resultado del recorrido vertical de todas las variables utilizadas para evaluar el Yacimiento Yagrumaje Sur, el cual corresponde a la suma de todas las puntuaciones finales (p) de los indicadores de cada variable. Para la evaluación del yacimiento se utilizaron un total de 8 variables y 44 indicadores. Ver anexo 3. Estos resultados permitieron, tanto la obtención de una visión global de toda la explotación así como el análisis parcial de los aspectos evaluados.

Tabla 3.5 Resultado del recorrido vertical de las variables

VARIABLES	ASPECTOS				
	TÉCNICO	MEDIO-AMBIENTE	SEGURIDAD	ECONÓMICO	SOCIAL
Variables 1					
Variable 2					
	109	35	34,3	18,6	21,9

Calculo de índice específico técnico

$$\text{Índice específico} = \frac{\sum Ptec}{\sum VMCeTec} * 100$$



$$\text{Índice específico} = \frac{109}{146} * 100 = 75,5\%$$

Cálculo del Índice Medio-Ambiental

$$\text{Índice específico} = \frac{\Sigma \text{PM.A}}{\Sigma \text{VMCeM.A}} * 100$$

$$\text{Índice específico} = \frac{35}{51,5} * 100 = 68,5\%$$

Cálculo del Índice de Seguridad

$$\text{Índice específico} = \frac{\Sigma \text{PSeg}}{\Sigma \text{VMCeSeg}} * 100$$

$$\text{Índice específico} = \frac{34,3}{50,5} * 100 = 67,9\%$$

Cálculo del Índice de Económico

$$\text{Índice específico} = \frac{\Sigma \text{PEco}}{\Sigma \text{VMCeEco}} * 100$$

$$\text{Índice específico} = \frac{18,6}{29,5} * 100 = 63,1\%$$

Cálculo del Índice de Social

$$\text{Índice específico} = \frac{\Sigma \text{PSoc}}{\Sigma \text{VMCeSoc}} * 100$$

$$\text{Índice específico} = \frac{21,9}{34,5} * 100 = 63,5\%$$

La tabla 3.6 muestra el resultado final (índice de la matriz) para el yacimiento evaluado, al aplicar los valores ponderados que se exponen en la figura 3.1 para cada uno de los aspectos evaluados. También se muestran los índices específicos e índices globales obtenidos.

Tabla 3.6 Resultado final para el Yacimiento Yagrumaje Sur

Aspectos	Ponderadores %	Índices específicos %	Índices Globales %	
Técnico	25	75,5	18	
Medio-Ambiental	25	68,5	17,1	
Seguridad	30	67	20,1	

Económico	10	63,1	6,3	Índice de la matriz %
Social	10	63,5	6,3	67,8

En la tabla 3.7 se presenta el resultado recorrido vertical de todas las variables utilizadas para evaluar el Yacimiento Punta Gorda, el cual corresponde a la suma de todas las puntuaciones finales (p) de los indicadores de cada variable. Para la evaluación del yacimiento se utilizaron un total de 8 variables y 44 indicadores. Ver anexo.4. Estos resultados permitieron, tanto la obtención de una visión global de toda la explotación así como el análisis parcial de los aspectos evaluados.

Tabla 3.7 Resultado del recorrido vertical de las variables

VARIABLES	ASPECTOS				
	TÉCNICO	MEDIO-AMBIENTE	SEGURIDAD	ECONÓMICO	SOCIAL
Variables 1					
Variable 2					
	104,7	31,6	36,3	18,2	18,3

Calculo de índice específico técnico

$$\text{Índice específico} = \frac{\sum P_{\text{tec}}}{\sum VM_{\text{CeTec}}} * 100$$

$$\text{Índice específico} = \frac{104,7}{145,5} * 100 = 72\%$$

Cálculo del Índice Medio-Ambiental

$$\text{Índice específico} = \frac{\sum PM.A}{\sum VM_{\text{CeM.A}}} * 100$$

$$\text{Índice específico} = \frac{31,6}{46} * 100 = 68,7\%$$

Cálculo del Índice de Seguridad

$$\text{Índice específico} = \frac{\sum P_{\text{Seg}}}{\sum VM_{\text{CeSeg}}} * 100$$

$$\text{Índice específico} = \frac{36,3}{50,5} * 100 = 71,9\%$$

Cálculo del Índice de Económico

$$\text{Índice específico} = \frac{\sum PE_{\text{co}}}{\sum VM_{\text{CeEco}}} * 100$$

$$\text{Índice específico} = \frac{18,2}{28} * 100 = 65\%$$

Cálculo del Índice de Social

$$\text{Índice específico} = \frac{\sum PSoc}{\sum VMCeSoc} * 100$$

$$\text{Índice específico} = \frac{18,3}{29,5} * 100 = 62\%$$

La tabla 3.8 muestra el resultado final (índice de la matriz) para el yacimiento evaluado, al aplicar los valores ponderados que se exponen en la figura 3.1 para cada uno de los aspectos evaluados. También se muestran los índices específicos e índices globales obtenidos.

Tabla 3.8 Resultado final para el Yacimiento Punta Gorda

Aspectos	Ponderadores %	Índices específicos %	Índices Globales %	
Técnico	25	72	18	
Medio-Ambiental	25	68,7	17,1	
Seguridad	30	72	21,6	
Económico	10	65	6,5	Índice de la matriz %
Social	10	62	6,2	
				69,4

En la tabla 3.9 se presenta el resultado del recorrido vertical de todas las variables utilizadas para evaluar en la UEBmina, el cual corresponde a la suma de todas las puntuaciones finales (p) de los indicadores de cada variable. Para la evaluación de la UEBMina se utilizaron un total de 11 variables y 81 indicadores. Ver anexo.4 Estos resultados permitió, tanto la obtención de una visión global de toda la explotación así como el análisis parcial de los aspectos evaluados.

Tabla 3.9 Resultado del recorrido vertical de las variables

VARIABLES	ASPECTOS				
	TÉCNICO	MEDIO-AMBIENTE	SEGURIDAD	ECONÓMICO	SOCIAL
Variables 1					
Variable 2					
	227,8	32,8	68,8	27	32,8

Calculo de índice específico técnico



$$\text{Índice específico} = \frac{\sum P_{\text{tec}}}{\sum VM_{\text{CeTec}}} * 100$$

$$\text{Índice específico} = \frac{227,8}{289} * 100 = 78,8\%$$

Cálculo del Índice Medio-Ambiental

$$\text{Índice específico} = \frac{\sum PM.A}{\sum VM_{\text{CeM.A}}} * 100$$

$$\text{Índice específico} = \frac{32,8}{52} * 100 = 63\%$$

Cálculo del Índice de Seguridad

$$\text{Índice específico} = \frac{\sum P_{\text{Seg}}}{\sum VM_{\text{CeSeg}}} * 100$$

$$\text{Índice específico} = \frac{68,8}{101} * 100 = 68,1\%$$

Cálculo del Índice de Económico

$$\text{Índice específico} = \frac{\sum PE_{\text{eco}}}{\sum VM_{\text{CeEco}}} * 100$$

$$\text{Índice específico} = \frac{27}{39} * 100 = 69,2\%$$

Cálculo del Índice de Social

$$\text{Índice específico} = \frac{\sum PS_{\text{soc}}}{\sum VM_{\text{CeSoc}}} * 100$$

$$\text{Índice específico} = \frac{32,8}{47,5} * 100 = 69\%$$

La tabla 3.10 muestra el resultado final (índice de la matriz) para el yacimiento evaluado, al aplicar los valores ponderados que se exponen en la figura 3.1 para cada uno de los aspectos evaluados. También se muestran los índices específicos e índices globales obtenidos.

Tabla 3.10 Resultado final para la UEB Mina

Aspectos	Ponderadores %	Índices específicos %	Índices Globales %	
Técnico	25	78,8	19,70	



Medio-Ambiental	25	63	15,7	
Seguridad	30	68,1	20,4	
Económico	10	69,2	6,9	Índice de la matriz %
Social	10	69	6,9	69,6

Después de haber analizado cada yacimiento y la mina en general arroja un resultado de 69,8% el cual otorga a la UEB Mina de la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara, una evaluación de **BIEN**.

CONCLUSIONES

A través de las consultas a especialistas y visitas realizadas a la mina se seleccionaron 19 variables y 125 indicadores para la matriz.

La aplicación de la matriz en la UEB Mina de la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara proporcionó los siguientes resultados:

- Se le realizó la evaluación por separado a los cuatros yacimientos en explotación en la mina, aunque todos arrojaron valores positivos el que mejor esta es el yacimiento Camarioca Este.
- El valor obtenido en el aspecto técnico es de 78,8 % el cual evidencia el buen estado técnico de la planta de recuperación, aunque los equipos de transporte presentan un estado técnico regular.
- En el aspecto medioambiental se obtuvo un valor de 63%, fundamentado por la instalación de la planta de tratamiento de los residuales del beneficio húmedo (lodos), que erradica los focos contaminantes que resultan por el envío de la hidromasa a los diques para lodos.
- La poca existencia de peligros en zonas de presencia de trabajadores, y el buen uso de los elementos de protección personal (EPP) son acciones que sobresalen, evaluando la valoración de seguridad con 68,1%.
- El resultado en la valoración económica es de 69,2% influenciando en este resultado el cumplimiento con los gastos y la inversión.
- La mina tiene un impacto positivo en la comunidad local, generando empleo. El aspecto social se valoró con 69,0%.

De todas las variables analizadas la de peor resultado es: El estado de las vías de acceso, distribuidos de la siguiente forma, Yagrumaje Sur - 63%, Punta Gorda - 47,5, Camarioca Este – 50,14 y Yagrumaje Norte – 47,9, y los indicadores con más bajo valor es el ancho y parámetros de diseño de los caminos y el drenaje.

La construcción de los caminos no cumple con los parámetros de diseño.

El diagnóstico integral realizado en la UEB Mina permitió evaluar de forma integral su actividad y obtener el valor final del índice de la matriz de 69,6 %, que otorga la calificación de su desempeño de BIEN.



RECOMENDACIONES

Perfeccionar la herramienta de diagnóstico integral para su aplicación en otros sectores de la minería a cielo abierto y subterráneo.

La construcción de los caminos debe de responder a los parámetros de diseño visto de forma integral con las condiciones ingeniero-geológicas, hidrogeológicas y medio ambientales.

La solución del drenaje debe ser integral considerando las condiciones ingeniero-geológicas, hidrogeológicas de los yacimientos y la proyección de los parámetros de diseño de los caminos.

La construcción de un pequeño taller de mantenimiento en un área próxima a los frentes de extracción que supla los planes de mantenimientos no tan grave que no tengan que ser trasladados al taller principal ya que esto va en contra del ciclo productivo de la mina.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ahmed y Rafiq (1998). Integrated benchmarking: a holistic examination of select techniques for benchmarking analysis. *Benchmarking for Quality Management and Technology*. 5 (3): 225-242.
2. Appelgren, J. (2008). En un estándar industrial. *Mining & Construction*. 2: 24-25.
3. Árido 2013 panorama. [en línea] [Consultado: 2017-04-27]. Disponible en http://www.igme.es/PanoramaMinero/Historico/2013/ARIDOS_13.pdf
4. Barbachí et al. (2017). Physical characterization of sea shell for a concrete formulation. *Journal of materials and Environmental Sciences*. 8(1): 332-337.
5. Chacón, L. M. (2015). Diagnóstico tecnológico de la cantera de materiales para la construcción Yarayabo de la Provincia de Santiago de Cuba. Departamento de Minas. Moa: 76h.
6. Consultas a especialistas de la UEB Mina de la Empresa Comandante Ernesto che Guevara.
7. GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA DE CUBA NO 3 Con Fecha 23/01/95 Ley 76. Ley De Minas.
8. GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA DE CUBA NO 7, De Fecha 11/07/1997. Ley 81 De "Medio Ambiente".
9. Garzón Gaitán, C.A. (1990). Auditorías tecnológicas. Ingeniería e investigación 50. Gestión tecnológica en la empresa, Colombia.
10. Garzón-Gaitán, C.A. (2002). Auditorías tecnológicas. Ingeniería e investigación. 50: 30-35.
11. Gonçalves, C. J. N. (2015). Diagnóstico tecnológico de cantera de árido los caliches de la provincia de Holguín. Departamento de minas. Moa, ISMM. 83h.
12. Hernández-Jatib, N., et al (2014). "Evaluación ambiental asociada a la explotación del yacimiento de materiales de construcción La Inagua, Guantánamo, Cuba." *Luna Azul* 38.

13. Jona Haikera T. (2017) Diagnóstico tecnológico de la cantera de áridos San José Sur. Trabajo de Diploma. Departamento de Minas. Moa, ISMMM.
14. Lipardi, G. (2016). Diagnóstico tecnológico de la cantera de materiales para la construcción Los Guaos de la provincia Santiago de Cuba. Departamento de minas. Moa, ISMM. 73h.
15. Marrugo Pino, J. Análisis tecnológico (Diagnóstico tecnológico): herramienta de toma de decisiones y gestión del conocimiento. Colombia, 2008. [en línea]. [Consultado: 2017-04-07]. Disponible en http://www.ing.unal.edu.co/eventos/gestec_innovacion/img/presentacion/es/auditorio1/ponencias/3_pinojesus.pdf
16. Martínez-Segura, M. A. (2009). Diagnóstico tecnológico del sector de los áridos y su aplicación a la región de Murcia. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Cartagena. 313 Pp. [En línea]. [Consultado: 2017-03-27] Disponible en: <http://repositorio.upct.es>.
17. MENA GUTIÉRREZ, I. (2015) Efecto sobre el medio ambiente de la explotación del yacimiento de calizas Pilón. Ulloa Carcassés. (Tutora). Trabajo de Diploma en opción al título de ingeniero de Minas. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.
18. Montes de Oca-Risco. A, et al. (2013). "Recuperación de áreas dañadas por la minería en la Cantera Los Guaos, Santiago de Cuba, Cuba." Luna Azul No. 37.
19. 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.
20. 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.
21. 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.

22. Víctor (2015). Diagnóstico tecnológico de la cantera de áridos El Pílon de la provincia Holguín. Departamento de minas. Moa, ISMM. 86h.



ANEXOS

Anexo.1 Matriz de evaluación del Yacimiento Camarioca Este.

VARIABLE E INDICADORES				ASPECTOS																					
				TÉCNICO				MEDIO-AMBIENTAL				SEGURIDAD				SOCIAL				ECONÓMICO					
				c	v (0-5)	i (%)	p	valor	v (0-5)	i (%)	p	valor	v (0-5)	i (%)	p	valor	v (0-5)	i (%)	p	valor	v	i (%)	p	valor	
Frente de los yacimientos																									
Posee concepción minera aprobada	SI	5	100	5					5	100	5		0	0	0		4	90	3,6		4	100	4		
Posee informe geológico aprobado y actualizado	SI	5	100	5					4	80	3,2		0	0	0		4	70	2,8		3	100	3		
Posee proyecto minero aprobado y actualizado	SI	5	90	4,5					4	100	4		4	80	3,2		3	50	1,5		4	100	4		
Se explota el yacimiento según proyecto minero	Bien	4	80	3,2					3	60	1,8		0	0	0		5	60	3		3	100	3		
Cumplimiento del plan anual de minería	Bien	4	100	4					3	60	1,8		0	0	0		4	40	1,6		3	90	2,7		
Sistema de explotación	Bien	4	100	4					4	80	3,2		5	100	4,5		0	0	0		0	0	0		
Estado técnico del drenaje	Regular	3	70	2,1					3	70	2,1		2	100	2		0	0	0		0	0	0		
Posee plano topográfico actualizado del yacimiento	SI	5	100	5					0	0	0		3	90	2,7		5	0	0		0	0	0		
Calidad en los frentes de trabajo	Bien	3	70	2,1	40,5				0	0	0	27,5	3	90	2,7	23	0	0	0	15,5	0	0	0	24,5	131
Altura total de los frentes		214m			34,9				0	0	0	21,1	0	0	0	15	0	0	0	12,5	0	0	0	16,7	99,9
Altura de los bancos		3m			86,2				0	0	0	76,7	0	0	0	67,1	0	0	0	80,6	0	0	0	68,16	76,2
Límites de la concesión minera																									
Están monumentados y señalizados los vértices de la con	SI	5	100	5	14				4	100	4	9,5			0			0				0			23,5
Posee vértices de explotación según resolución de la ONF	Bien	5	100	5	13,2				3	90	2,7	6,7			0			0				0			15,9
Mantenimiento anual a los vértices	Regular	4	80	3,2	94,3				0	0	0	70,5			0			0				0			67



Continuación del Anexo 1.

Estabilidad del frente																		0			0		
Grado de fracturación del frente	Bien	4	80	3,2	10			0	3	80	2,4	11,5			0			0			0		21,5
Se sanean y limpian los frentes	Regular	3	60	1,8	6,8			0	4	80	3,2	8,4			0			0			0		15,2
Presencia de equipos idóneos para el trabajo	Regular	3	60	1,8	6,8			0	4	70	2,8	73,0			0			0			0		70,7
Estado de las plataformas																							
Ancho de la plataforma de trabajo según proyecto	Si	5	80	4	12,1			0	5	80	4	12,5			0			0		5			29,6
Limpieza	Bien	4	90	3,6	11,2			0	5	90	4,5	12,5			0			0		5			28,7
Seguridad de las plataformas y taludes	Bien	4	90	3,6	92,6			0	5	80	4	100,0			0		4	100	4	100,0			100
Estado de las vías de acceso																							
Ancho de las vías según proyecto	Mal	2	100	2		4	100	4	3	100	3				0			0					
Pendiente según proyecto	Bien	4	100	4		3	80	2,4	3	100	3		3	70	2,1			0					
Disposición de sistema anti caídas	Mal	2	100	2				0	2	80	1,6				0			0					
Disposición de sistema de señalización en la mina	Regular	3	90	2,7				0	4	70	2,8		4	80	3,2			0					
Realización del mantenimiento planificado	No	0	40	0				0	3	60	1,8				0			0					
Existencia de esquema de parque para mantenimiento	No	0	40	0				0			0				0			0					
Drenaje	Mal	2	100	2	36,5	2	100	2	14	2	100	2	30	3	60	1,8	10,5		0				80,5
Posee proyecto de construcción	Regular	4	80	3,2	17,5			0	8,4			0	16		0	7,1		0					41,9
Cumple el camino con los parámetros de diseños	Mal	2	80	1,6	47,9			0	60,0	2	90	1,8	53,3		0	67,6		0					52,0



Continuación del Anexo 1.

Estabilidad del frente																		0			0		
Grado de fracturación del frente	Bien	4	80	3,2	10			0		3	80	2,4	11,5			0			0				21,5
Se sanean y limpian los frentes	Regular	3	60	1,8	6,8			0		4	80	3,2	8,4			0			0				15,2
Presencia de equipos idóneos para el trabajo	Regular	3	60	1,8	6,8			0		4	70	2,8	73,0			0			0				70,7
Estado de las plataformas																							
Ancho de la plataforma de trabajo según proyecto	Si	5	80	4	12,1			0		5	80	4	12,5			0			0		5		29,6
Limpieza	Bien	4	90	3,6	11,2			0		5	90	4,5	12,5			0			0		5		28,7
Seguridad de las plataformas y taludes	Bien	4	90	3,6	92,6			0		5	80	4	100,0			0		4	100	4	100,0		100
Estado de las vías de acceso																							
Ancho de las vías según proyecto	Mal	2	100	2		4	100	4		3	100	3				0			0				
Pendiente según proyecto	Bien	4	100	4		3	80	2,4		3	100	3		3	70	2,1			0				
Disposición de sistema anti caídas	Mal	2	100	2				0		2	80	1,6				0			0				
Disposición de sistema de señalización en la mina	Regular	3	90	2,7				0		4	70	2,8		4	80	3,2			0				
Realización del mantenimiento planificado	No	0	40	0				0		3	60	1,8				0			0				
Existencia de esquema de parque para mantenimiento	No	0	40	0				0				0				0			0				
Drenaje	Mal	2	100	2	36,5	2	100	2	14	2	100	2	30	3	60	1,8	10,5		0				80,5
Posee proyecto de construcción	Regular	4	80	3,2	17,5			0	8,4			0	16			0	7,1		0				41,9
Cumple el camino con los parámetros de diseños	Mal	2	80	1,6	47,9			0	60,0	2	90	1,8	53,3			0	67,6		0				52,0

				Ptecni	112,8			Pm.a	43,2			Pseg.	70,9			Psoc	16,5		Pec	25
				VMCet	156,1			VMCe	65			VMCeSeg.	105			VMC	24,5		VM	34
					72,3				66,5				67,5				67,3			74,4



Anexo. 2 Matriz de evaluación del Yacimiento Yagrumaje Norte

VARIABLE E INDICADORES				ASPECTOS																				
				TÉCNICO				MEDIO AMBIENTE				SEGURIDAD				SOCIAL				ECONÓMICO				
				c	v (0-5)	i (%)	p	valor	v (0-5)	i (%)	p	valor	v (0-5)	i (%)	p	valor	v (0-5)	i (%)	p	valor	v	i (%)	p	valor
Frente de los yacimientos																							0	
Posee concepción minera aprobada				Si	5	100	5		4	100	4		0	0	0		3	80	2,4		4	100	4	
Posee informe geológico aprobado y actualizado				Si	5	100	5		3	90	2,7		0	0	0		4	60	2,4		3	100	3	
Posee proyecto minero aprobado y actualizado				Si	5	90	4,5		4	100	4		4	80	3,2		3	50	1,5		4	100	4	
Se explota el yacimiento según proyecto minero				Bien	4	90	3,6		3	70	2,1		0	0	0		3	50	1,5		3	100	3	
Cumplimiento del plan anual de minería				Bien	4	90	3,6		3	60	1,8		0	0	0		4	40	1,6		3	90	3	
Sistema de explotación				Bien	4	100	4		4	80	3,2		3	90	2,7		0	0	0		0	0	0	
Estado técnico del drenaje				Regular	3	60	1,8		3	70	2,1		3	100	3		0	0	0		0	0	0	
Posee plano topográfico actualizado del yacimiento				Si	5	100	5		0	0	0		3	90	2,7		5	0	0		0	0	0	
Calidad en los frentes de trabajo				Bien	4	90	3,6	41	0	0	0	28,5	4	90	3,6	22,5	0	0	0	14	0	0	0	24,5
Altura total de los frentes					0	0	0	36,1	0	0	0	19,9	0	0	0	15,2	0	0	0	9,4	0	0	0	16,7
Altura de los bancos					3m	0		88,0	0	0	0	69,8	0	0	0	67,6	0	0	0	67,1	0	0	0	68,2
Límites de la concesión minera																								
Están monumentados y señalizados los vértices de la concesión				Si	5	100	5	14	3	100	3	9,5			0				0				0	23,5
Posee vértices de explotación según resolución de la ONRM				Bien	4	100	4	11,4	4	90	3,6	6,6			0	0			0				0	18
Mantenimiento anual a los vértices				Regular	3	80	2,4	81,4	0	0	0	69,5			0				0				0	76,6



Continuación del Anexo 2.

Estabilidad del frente																					0			0			
Grado de fracturación del frente	Bien	4	80	3,2	10				0	3	80	2,4	11,5			0					0			0		21,5	
Se sanean y limpian los frentes	Regular	3	60	1,8	6,8				0	4	80	3,2	8,4			0					0			0		15,2	
Presencia de equipos idóneos para el trabajo	Regular	3	60	1,8	68,0				0	4	70	2,8	73,0			0					0			0		70,7	
Estado de las plataformas																											
Ancho de la plataforma de trabajo según proyecto	Si	5	80	4	12,1				0	5	80	4	12,5			0					0			0	5	29,6	
Limpieza	Bien	4	90	3,6	11,2				0	5	90	4,5	12,5			0					0			0	5	28,7	
Seguridad de las plataformas y taludes	Bien	4	90	3,6	92,6				0	5	80	4	100,0			0					4	100	4	100,0	4	100,0	100
Estado de las vías de acceso																											
Ancho de las vías según proyecto	Mal	2	100	2			4	100	4		3	100	3			0							0				
Pendiente según proyecto	Bien	4	100	4			3	80	2,4		3	100	3			3	70	2,1					0				
Disposición de sistema anti caídas	Mal	2	100	2					0		2	80	1,6				0						0				
Disposición de sistema de señalización en la mina	Regular	3	90	2,7					0		4	70	2,8			4	80	3,2					0				
Realización del mantenimiento planificado	No	0	40	0					0		3	60	1,8				0						0				
Existencia de esquema de parque para mantenimiento	No	0	40	0					0				0				0						0				
Drenaje	Mal	2	100	2	36,5		2	100	2	14	2	100	2	30	3	60	1,8	10,5					0			80,5	
Posee proyecto de construcción	Regular	4	80	3,2	17,5				0	8,4			0	16			0	7,1					0			41,9	
Cumple el camino con los parámetros de diseños	Mal	2	80	1,6	47,9				0	60,0	2	90	1,8	53,3			0	67,6					0			52,0	



			Ptecnic	112,8		Pm.a	43,2		Pseg.	70,9		Psoc	16,5	Pec	25				
			VMCet	156,1		VMCe	65		VMCeSeg	105		VMC	24,5	VMI	34				
				72,3			66,5			67,5			67,3		74,4				



Anexo. 3 Matriz de evaluación del Yacimiento Yagrumaje Sur

						ASPECTOS																						
Variables e Indicadores						TÉCNICO					MEDIO-AMBIENTE				SEGURIDAD				ECONÓMICO				SOCIAL					
			c	v (0-5)	i (%)	p	valor	v (0-5)	i (%)	p	valor	v (0-5)	i (%)	p	valor	v (0-5)	i (%)	p	valor	v	i (%)	p	valor					
Frente de los yacimientos																												
Posee concepción minera aprobada	si		5	100	5	+		5	40	2		0	40	0		4	100	4		4	60	2,4						
Posee informe geológico aprobado y actualizado	si		5	100	5			5	30	1,5		3	80	2,4		3	90	2,7		3	50	1,5						
Posee proyecto minero aprobado y actualizado	si		5	100	5			4	100	4		0	0	0		4	70	2,8		3	50	1,5						
Se explota el yacimiento según proyecto minero	regular		3	90	2,7			3	60	1,8		4	40	1,6		5	70	3,5		5	40	2						
Cumplimiento del plan anual de minería	si		4	90	3,6			3	90	2,7		0	0	0		4	80	3,2		0	0	0						
Sistema de explotación	mecáni		4	100	4			4	40	1,6		0	0	0			0	0		0	0	0						
Estado técnico del drenaje	bueno		3	60	1,8			2	20	0,4		2	100	2			0	0		5	70	3,5						
Posee plano topográfico actualizado del yacimiento	si		5	100	5		0	0	0		4	100	4			0	0		0	0	0							
Calidad en los frentes de trabajo			4	90	3,6	41,5	0	0	0	19	3	100	3	22,5		0	0	25,5	0	0	0	17,5		126				
Altura total de los frentes		200m				35,7	0	0	0	14			0	14,2		0	0	16,2	0	0	0	10,9		91				
Altura de los bancos		3m				86,0	0	0	0	73,7	4	30	1,2	63,1		0	0	63,5	0	0	0	62,3		72,2				
Límites de la concesión minera																												
Están monumentados y señalizados los vértices de la concesión	Regula		3	50	1,5	9,5	4	50	2	7,5	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0			17				
Posee vértices de explotación según resolución de la ONRM	Si		5	80	4	7,3	3	60	1,8	5,4	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0			12,7				
Mantenimiento anual a los vértices	Regula		3	60	1,8	77%	4	40	1,6	72,0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0			74,7				



Estabilidad del frente																				
Grado de fracturación del frente	Bien	4	80	3,2	10,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,5
Se sanean y limpian los frentes	Bien	4	70	2,8	7,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,8
Presencia de equipos idóneos para el trabajo	Regula	3	60	1,8	74%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74,3
Estado de las plataformas																				
Ancho de la plataforma de trabajo según proyecto	Regula	3	60	1,8	9	0	0	0	4	90	3,6	13,5	0	0	0	0	0	0	0	22,5
Limpieza	Bien	4	50	2	6,6	0	+	0	3	80	2,4	10	0	0	0	0	0	0	0	16,6
Seguridad de las plataformas y taludes	Bien	4	70	2,8	73%	0	0	0	4	100	4	74,1	0	0	0	0	0	0	0	73,8
Estado de las vías de acceso																				
Ancho de las vías según proyecto	No	2	100	2		4	100	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pendiente según proyecto	Bien	4	90	3,6		3	90	2,7	0	0	0	0	0	0	0	3	70	2,1		
Disposición de sistema anti caídas	No	2	80	1,6		2	80	1,6	0	0	0	0	0	0	0			0		
Disposición de sistema de señalización en la mina	Bien	4	60	2,4		3	70	2,1	0	0	0	0	0	0	0	4	80	3,2		
Realización del mantenimiento planificado	No	0	0	0		3		0	0	0	0	0	0	0	0	3	70	2,1		
Existencia de esquema de parque para mantenimiento	No			0				0	0	0	0	0	0	0	0	3	60	1,8		
Drenaje	Mal	2	50	1	26,5	3	60	1,8	20	0	0	0	0	0	0	3	60	1,8	17	63,5
Posee proyecto de construcción	SI	5	100	5	16,6	4	0	0	12,2	0	0	0	0	0	0			0	11	39,8
Cumple el camino con los parámetros de diseños	No	2	50	1	63%	4		0	61,0	0	0	0	0	0	0			0	64,7	62,7
Acarreo con buldócer																				



Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa

Cumplimiento con el plan de acarreo mensual	Bien	4	100	4	13,5	0	0	0		0	0	0		0	0	0	4	0	0		17,5
Estado técnico del equipo	Regula	3	80	2,4	10	0	0	0		0	0	0		0	0	0	2,4	0	0		12,4
Cumplimiento con el índice de consumo de diésel	Bien	4	90	3,6	74%	0	0	0		0	0	0		3	80	2,4	60,0	0	0		70,9
Carga y transporte																					
Sistema de carga y transporte	SI	5	100	5		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
Estado técnico del equipo	Regula	3	70	2,1		0	0			3	70	2,1		0	0	0		0	0	0	
Correspondencia de equipo de carga con medios de transporte	SI	4	100	4		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
Distancia del frente a la planta/km		6			21,5	0		0		0	0	0	3,5	0	0	0		0	0	0	
Cumplimiento del índice de consumo de diésel	Bien	4	60	2,4	17,5	0	0	0		+	0	0	2,1	0	0	0		0	0	0	
Equipos cumplen productividades planificadas	SI	4	100	4	81%	0	0	0		0	0	0	60,0	0	0	0		0		0	
Escombrera																					
Ubicación y parámetros técnicos	Bien	4	70	2,8		4	40	1,6		4	80	3,2		0	0	0		0	0	0	
Ejecución según proyecto	No	2	60	1,2	13	3	60	1,8	5	3	80	2,4	11	0	0	0		0	0	0	29
Se depositan adecuadamente los materiales	Bien	4	70	2,8	8	0	0	0	3,4	4	60	2,4	8	0	0	0		0	0	0	19,4
Presencia de equipos para la conformación de trabajo empleados	Regula	2	60	1,2	62%	0	0	0	68,0			0	72,7	0	0	0		0	0	0	66,9
			Ptec.	110			PM.A	35			Pseg	34			Peco	19			Psoc	22	
			VMC	145			VMC	52			VMC	51			VMC	30			VMC	35	
				75,5				68,0				67,9				63,1				63,5	



Anexo. 4 Matriz de evaluación del Yacimiento Punta Gorda

VARIABLE E INDICADORES				ASPECTOS																						
			TÉCNICO					MEDIO-AMBIENTAL				SEGURIDAD				ECONÓMICA				SOCIAL						
			c	v (0-5)	i (%)	p	valor	v (0-5)	i (%)	p	valor	v (0-5)	i (%)	p	valor	v (0-5)	i (%)	p	valor	v (0-5)	i (%)	p	valor			
Frente de los yacimientos																										
Posee concepción minera aprobada	Si		5	90	4,5			5	40	2			0	0	0		5	80	4		4	60	2,4			
Posee informe geológico aprobado y actualizado	Si		5	100	5			4	30	1,2			3	40	1,2		3	80	2,4		3	50	1,5			
Posee proyecto minero aprobado y actualizado	Si		5	100	5			3	100	3			4	80	3,2		3	70	2,1		5	50	2,5			
Se explota el yacimiento según proyecto minero	Regular		4	90	3,6			3	50	1,5			4	40	1,6		5	90	4,5		5	40	2			
Cumplimiento del plan anual de minería	Bien		4	90	3,6			0	0	0			0	0	0			0	0		0	0	0			
Sistema de explotación	Bien		4	90	3,6			2	20	0,4			2	70	1,4			0	0		0	0	0			
Estado técnico del drenaje	Regular		3	60	1,8			0	0	0			4	80	3,2			0	0		4	70	2,8			
Posee plano topográfico actualizado del yacimiento	Si		5	100	5			0	0	0			4	80	3,2			0	0		0	0	0			
Calidad en los frentes de trabajo	Bien		4	70	2,8	39,5		0	0	0	12		4	100	4	26		0	0	21		0	0	0	19	117,5
Altura total de los frentes			0	0	0	34,9		0	0	0	8,1		0	0	0	19		0	0	13		0	0	0	11,2	86,2
Altura de los bancos	Regular		0	0	0	88,4		0	0	0	67,5		4	30	1,2	73,1			0	61,9		0	0	0	58,9	73,4
Límites de la concesión minera																										
Están monumentados y señalizados los vértices de la concesión	Regular		3	60	1,8	7,5		5	50	2,5	7,5		0	0	0		0	0	0		0	0	0			15
Posee vértices de explotación según resolución de la ONRM	Bien		4	80	3,2	6,2		5	60	3	7,1		0	0	0		0	0	0		0	0	0			13,3
Mantenimiento anual a los vértices	Regular		3	40	1,2	82,7		4	40	1,6	94,7		0	0	0		0	0	0		0	0	0			88,7
Estabilidad del frente																										
Grado de fracturación del frente	Bien		4	90	3,6	11		0	0	0			0	0	0		0	0	0		0	0	0			11



Continuación del Anexo 4.

Se sanean y limpian los frentes	Si	5	70	3,5	8,9	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		8,9
Presencia de equipos idóneos para el trabajo	Regular	3	60	1,8	80,9	0	0	0		0	0	0		0		0		0	0	0		80,9
Estado de las plataformas																						
Ancho de la plataforma de trabajo según proyecto	Bien	4	60	2,4	9,5	0	0	0		5	90	4,5	13,5	0	0	0		0	0	0		23
Limpieza	Regular	3	60	1,8	6,2	0	0	0		3	80	2,4	9,9	0	0	0		0	0	0		16,1
Seguridad de las plataformas y taludes	Bien	4	50	2	65,3	0	0	0		3	100	3	73,3	0	0	0		0	0	0		70
Estado de las vías de acceso																						
Ancho de las vías según proyecto	Mal	2	100	2		2	100	2		0	0	0	0	0	0	0		0	0	0		
Pendiente según proyecto	Si	5	80	4		4	90	3,6		0	0	0	0	0	0	0		3	70	2,1		
Disposición de sistema anti caídas	Mal	2	60	1,2		3	70	2,1		0	0	0	0	0	0	0				0		
Disposición de sistema de señalización en la mina	Bien	4	60	2,4		4	50	2		0	0	0	0	0	0	0		4	80	3,2		
Realización del mantenimiento planificado	No	0	40	0		0		0		0	0	0	0	0	0	0				0		
Existencia de esquema de parque para mantenimiento	No	0	40	0				0		0	0	0	0	0	0	0				0		
Drenaje	Mal	2	100	2	32	2	70	1,4	19	0	0	0	0	0	0	0		3	60	1,8	10,5	61,5
Posee proyecto de construcción	Si	5	80	4	15,2			0	11,1	0	0	0	0	0	0	0				0	7,1	33,4
Cumple el camino con los parámetros de diseños	Mal	2	80	1,6	47,5			0	58,4	0	0	0	0	0	0	0				0	67,62	54,3
Acarreo con buldócer																						
Cumplimiento con el plan de acarreo mensual	Regular	3	90	2,7	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		7		0	0	19



Continuación del Anexo 4

Estado técnico del equipo	Regular	3	70	2,1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	2	60	1,2	5,2	0	0	13,2
Cumplimiento con el índice de consumo de diésel	Bien	4	80	3,2	66,7	0	0	0	0	0	0	0	0	5	80	4	74,3	0	0	69,5
Carga y transporte																				
Sistema de carga y transporte	Bien	4	100	4		0	0	0		0	0	0			0	0		0	0	0
Estado técnico del equipo	Regular	3	70	2,1				0		0	0	0			0	0		0	0	0
Correspondencia de equipo de carga con medios de transpo	Bien	4	70	2,8		0	0	0		0		0			0	0		0	0	0
Distancia del frente a la planta		6km			19	0		0	0	0	0	0			0	0		0	0	0
Cumplimiento del índice de consumo de diésel	Bien	4	40	1,6	14,5	0	0	0	0	0	0	0			0	0		0	0	0
Equipos cumplen productividades planificadas	Bien	4	100	4	76,3	0	0	0	0	0	0	0			0	0		0	0	0
Escombrera																				
Ubicación y parámetros técnicos	Bien	4	50	2		3	70	2,1		3	80	2,4			0	0		0	0	0
Ejecución según proyecto	Mal	2	50	1		4	80	3,2		4	80	3,2			0	0		0	0	0
Se depositan adecuadamente los materiales	Bien	4	60	2,4	15	0	0	0	7,5	3	60	1,8	11		0	0		0	0	0
Presencia de equipos para la conformación de trabajo empl	Mal	2	70	1,4	10,8	0	0	0	5,3	0		0	7,4		0	0		0	0	0
Cumple la escombrera con la capacidad aducuada	Si	5	80	4	72,0	0	0	0	70,7	0		0	67,3		0	0		0	0	0
				Ptec	105			PM.A	31,6			Pseg.	36,3		Pecor	18		Psoc	18,3	
				VMCē	146			VMCē	46			VMCē	50,5		VMCē	28		VMCē	29,5	



Anexo 5 Matriz de evaluación de UEB

VARIABLE E INDICADORES				ASPECTOS																			
				TÉCNICO				MEDIO AMBIENTE				SEGURIDAD				SOCIAL				ECONÓMICO			
				c	v (0-5)	i (%)	p	valor	v (0-5)	i (%)	p	valor	v (0-5)	i (%)	p	valor	v (0-5)	i (%)	p	valor			
Reservas técnicas																							
Existencia de las reservas técnicas planificadas				No	2	100	2				0		3	90	2,7		3	90	2,7		0		
Existe secuencia de preparación de reservas				Regular	3	90	2,7				0				0				0		0		
Se estima topograficamente las reservas técnicas				Bien	4	80	3,2	20			0			0	4,5			0	4,5		0	29	
Estado de las reservas				Mal	2	40	0,8	13,2			0			0	2,7			0	2,7		0	18,6	
Se controlan las reservas técnicas del yacimiento				Si	5	90	4,5	66			0			0	60			0	60		0	64,13	
Depósitos								7													7		
Cumple con los parámetros de construcción				Bien	4	80	3,2	5,6			0			0				0			0	5,6	
Cumple con el almacenamiento de las reservas				Bien	4	60	2,4	80			0			0				0			0	80	
Planta de recuperación y trituración del mineral																							
Cumplimiento del proyecto de procesamiento				Si	5	100	5		5	100	5			0			0			0			
Cumplimiento del plan de producción				No	2	90	1,8		0	0	0			0			0			0			
Existencia del proyecto de procesamiento actualizado y aprob				Si	5	80	4		3	60	1,8		5	90	4,5		3	60	1,8		0		
Adecuado flujo tecnológico				Bien	4	40	1,6		0	0	0			0		4	90	3,6			0		
Acopios próximos a la planta				Regular	3	30	0,9		0	0	0			0				0			0		
Equipos cumplen plan de proyecto				No	2	40	0,8		0	0	0			0				0			0		



Continuación del Anexo 5

Límites de la concesión minera																					
Están monumentados y señalizados los vértices de la concesión	Si	5	100	5	14	3	100	3	9,5			0			0			0	23,5		
Posee vértices de explotación según resolución de la ONRM	Bien	4	100	4	11,4	4	90	3,6	6,6			0	0		0			0	18		
Mantenimiento anual a los vértices	Regular	3	80	2,4	81,4	0	0	0	69,5			0			0			0	76,6		
Estabilidad del frente																					
Grado de fracturación del frente	Bien	4	80	3,2	10			0		3	80	2,4	11,5		0			0	21,5		
Se sanean y limpian los frentes	Regular	3	60	1,8	6,8			0		4	80	3,2	8,4		0			0	15,2		
Presencia de equipos idóneos para el trabajo	Regular	3	60	1,8	68,0			0		4	70	2,8	73,0		0			0	70,7		
Estado de las plataformas																					
Ancho de la plataforma de trabajo según proyecto	Si	5	80	4	12,1			0		5	80	4	12,5		0			0	5	29,6	
Limpieza	Bien	4	90	3,6	11,2			0		5	90	4,5	12,5		0			0	5	28,7	
Seguridad de las plataformas y taludes	Bien	4	90	3,6	92,6			0		5	80	4	100,0		0		4	100	4	100,0	100
Estado de las vías de acceso																					
Ancho de las vías según proyecto	Mal	2	100	2		4	100	4		3	100	3			0			0			
Pendiente según proyecto	Bien	4	100	4		3	80	2,4		3	100	3		3	70	2,1		0			
Disposición de sistema anti caídas	Mal	2	100	2				0		2	80	1,6			0			0			
Disposición de sistema de señalización en la mina	Regular	3	90	2,7				0		4	70	2,8		4	80	3,2		0			



Continuación del Anexo 5.

Dispone de sistema que reduzca el polvo	Regular	3	60	1,8			0		4	50	2			0			0	
Acopios disponen de protección contra el viento	No	2	60	1,2			0		3	40	1,2			0			0	
Altura de caída adecuada	Si	5	80	4			0				0			0			0	
La carga del material de los acopios se realiza por la cinta en e	Regular	3	50	1,5		+	0				0			0			0	
Situación de la planta con respecto a la orografía del terreno	Bien	4	90	3,6			0				0			0			0	
Nivel de mantenimiento de las instalaciones	No	2	70	1,4			0				0			0			0	
Consumo eléctrico kW/t	Si	5	100	5			0				0			0			0	
Disponen de sala de cuadros eléctricos	Bien	4	100	4			0		4	70	2,8			0			0	
Estado de la sala de cuadros eléctricos	Bien	4	70	2,8			0		3	40	1,2			0			0	
Estado de las canalizaciones eléctricas	Bien	4	60	2,4			0		2	70	1,4			0			0	
Disponen de taller	Bien	4	70	2,8			0		3	50	1,5			0			0	
Estado del taller	Bien	4	80	3,2			0		4	60	2,4			0			0	
Dispone de sala comedor (para los trabajadores)		0	100	0			0				0			0			0	
Dispone la sala de aseo según norma de seguridad e higiene e		0	70	0			0				0			0			0	
Disponen de laboratorio de planta	Si	5	60	3			0				0			0			0	
Dispone de sistema de gestión medioambiental NC ISO 14015	Si	5	90	4,5		3	70	2,1			0			0			0	
Dispone de sistema de gestión calidad NC ISO 9001	Si	5	90	4,5	147	2	80	1,6	23,5		0	80,5		0	7,5		0	258
Dispone de sistema de la seguridad OHSAS	Si	5	90	4,5	115,8	3	90	2,7	16	3	100	3	55,8		0	5,4		193
Balance de material (aprovechamiento de la planta)	Bien	4	70	2,8	78,78			0	68,09		0	69,32		0	72,00		0	74,8



Continuación del Anexo5.

Control de servicios recibidos																			
Subcontratación de proyecto minero	Bien	4	90	3,6			0		0			0		4	80	3,2			
Costo de la exploración	Bien	4	80	3,2			0		0			0		2	50	1			
Subcontratación de servicios científicos	Regular	3	70	2,1			0		0			0		5	70	3,5			
Control de costos de arrendamiento de equipos	Bien	4	70	2,8			0		0			0		3	60	1,8			
Subcontratación de servicios de transporte y alimentación	Bien	4	60	2,4	26,5		0		0			0		2	70	1,4	22,5		49
Costo de rehabilitación minera	Bien	4	100	4	19,9		0		0			0		2	60	1,2	15,1		35
Costo de servicios	Regular	3	60	1,8	75,09		0		0			0		5	60	3	67,11		71,4
Empleo					9,5									7,5			7		24
Número de jornadas de trabajo	SI	5	100	5	8,6		0		0		4	80	3,2	6	3	70	2,1	4,9	19,5
Índice de ausentismo	Bien	4	90	3,6	90,53		0		0		4	70	2,8	80,00	4	70	2,8	70,00	81,2
Accidentes																			
Número de accidentes mortales	SI	5	80	4	10	4	70	2,8	10		0	3	70	2,1	10,5		0		30,5
Índice de incidencia	Bien	4	60	2,4	8,8	3	60	1,8	6		0	5	60	3	6,7		0		21,5
Número de horas pérdidas por accidentes	Bien	4	60	2,4	88,00	2	70	1,4	60,00		0	2	80	1,6	63,81		0		70,4
Capacitación																			
Horas de capacitación profesional	Bien	4	70	2,8	10,5		0		0		3	60	1,8	7		0			17,5



Horas de capacitación de Seguridad y Salud	SI	5	60	3	8,2			0			0		4	80	3,2	5			0		13,2	
Comprobación de habilidades en el puesto de trabajo	Bien	4	60	2,4	85,00			0			0				0	71,43			0		75,4	
+																						
Inversión																						
Se dispone de plan de inversión a corto y mediano plazo	SI	5	70	3,5				0			0		3	60	1,8			4	70	2,8		
Costos de exploración	Bien	4	80	3,2	14			0			0		3	80	2,4	10,5		2	60	1,2	9,5	34
Dispone de centro jurídico	Bien	4	70	2,8	11,9			0			0		4	70	2,8	7		5	60	3	7	25,9
Dispone de contrato de arrendamiento de equipo - extranjero	Bien	4	60	2,4	85,00			0			0				0	66,67			0	73,68	76,1	
+																						
Incidentes medio ambientales																						
Número de incidentes medio ambientales	Bien	4	80	3,2			4	70	2,8		0				0				0			
Impacto visual	Bien	4	70	2,8	14,5		2	80	1,6	14		0			0				0		28,5	
Nivel de rehabilitación	Bien	4	70	2,8	10,6		4	70	2,8	9		0			0				0		19,6	
Desarrollo de la vegetación	Regular	3	60	1,8	73,10		3	60	1,8	64,29											68,7	
+																						
Seguridad minera																						
Existe proyecto de seguridad minera actualizado y aprobado	Si	5	90	4,5				0			0				0				0			
Está en las resoluciones, leyes y decretos pertinentes	Si	5	80	4	16			0			0				0				0		16	
Se cumple el proyecto de seguridad minera	Bien	4	80	3,2	15,2			0			0				0				0		15,2	
Se le exige a los trabajadores el uso de los medios de protección	Si	5	70	3,5	95,00																95	
+																						



Continuación del Anexo5.

Presa de colas																				
Sistema de señalización		0	70	0		2	90	1,8		4	60	2,4			0			0		
Estabilidad del talud de la presa	Regular	3	70	2,1				0		2	70	1,4			0			0		
Ángulo de inclinación	Si	5	80	4	14			0	4,5	3	60	1,8	16		0			0		34,5
Posee proyecto de construcción	Regular	3	60	1,8	10			0	1,8	4	80	3,2	10,3		0			0		22,1
Posee proyecto de rehabilitación	Regular	3	70	2,1	71,43			0	80	3	50	1,5	64,38		0			0		64
				Ptec	227,8			PM.A	32,8			Pseg	68,8			Psoc	32,8		Peco	27
				VMC	289			VMC	52			VMC	101			VMSc	47,5		VMC	39
					78,82				63,08				68,12				69,05			69,23

Anexo.6 Buldócer, marca SHANTUI, modelo SD 32





Anexo7.Dragalina HRM3



Anexo8. Retroexcavadoras

RE 109.marca Liebherr, modelo R974 y capacidad $7m^3$





Anexo.9 Camiones de volteo CV312 VOLVO, modelo A40Ft5 y capacidad 37 T



C



Anexo10. Motoniveladora-komatsu-modelo-G55-5

