

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**“PROPUESTA DE MÉTODO PARA PROTECCIÓN DE LA CUEVA PASO DEL
MEDIO EN EL PROCESO DE DISEÑO Y PLANIFICACIÓN MINERA, SAN
SEBASTIÁN DE LOS REYES, ESTADO ARAGUA”**

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por los Brs. Castillo V., Leonardo A.
Ledezma Z., Alexandra F.
Para optar al Título de
Ingeniero de Minas

Caracas, 2017

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**“PROPUESTA DE MÉTODO PARA PROTECCIÓN DE LA CUEVA PASO DEL
MEDIO EN EL PROCESO DE DISEÑO Y PLANIFICACIÓN MINERA, SAN
SEBASTIÁN DE LOS REYES, ESTADO ARAGUA”**

Tutor Académico(a): Profa. Alba Castillo

Cotutor(a): Profa. Aurora Piña

Cotutor: Prof. Franco Urbani

Tutor Industrial: Tec. de Minas Henry Ramírez

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por los Brs. Castillo V., Leonardo A.
Ledezma Z., Alexandra F.
Para optar al Título de
Ingeniero de Minas

Caracas, 2017

Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Geología, Minas y Geofísica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por los Bachilleres Alexandra F. Ledezma Z. y Leonardo A. Castillo V., titulado:

“PROPUESTA DE MÉTODO PARA PROTECCIÓN DE LA CUEVA PASO DEL MEDIO EN EL PROCESO DE DISEÑO Y PLANIFICACIÓN MINERA, SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES, ESTADO ARAGUA”

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero(a) de Minas, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por los autores, lo declaran **APROBADO**.

Profa. Sasha Cazal
Jurado

Prof. José Contreras
Jurado

Profa. Alba Castillo
Tutora Académica

DEDICATORIA

Alexandra Fraynkely Ledezma Zamora

A Dios y mis santos por llenarme de salud y fuerza para emprender este camino e indicarme siempre cual es el rumbo que debo seguir.

A mis padres Mercedes Zamora y Alexander Ledezma, por brindarme su apoyo de manera incondicional; los amo eternamente.

A mis sobrinos quienes llenan mi mundo de sonrisas, alegría y felicidad.

A Leonardo Castillo por estar conmigo en las buenas y malas; quien es mi amigo, mi compañero, mi novio, mi confidente, mi consejero.

A mi primo Oswaldo Blanco que siempre me brindó su apoyo cuando más lo necesitaba.

Leonardo Alberto Castillo Valdez

Primeramente a Dios por guiarme en este maravilloso camino y darme la fuerza para seguir adelante cada vez que el viaje se ponía difícil.

A mi madre Emma Valdez y hermano Leonell Valdez por su apoyo y confianza en todo lo necesario para cumplir mis objetivos tanto a nivel personal como profesional.

A mi Padre que sé que de alguna manera está conmigo apoyándome.

A Alexandra Ledezma por su apoyo incondicional durante la carrera.

A Jossue Castillo por ser la persona que me motiva a seguir adelante cada día.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradecemos a Dios, por llenarnos de salud, fuerza y esperanza cada día para poder lograr esta meta.

A la Universidad Central de Venezuela por darnos la oportunidad de formarnos como Ingenieros de Minas, pudiendo así vencer las sombras.

A la empresa Industria Venezolana de Cemento (INVECEM) por darnos la oportunidad y confiar en nosotros para realizar este trabajo especial de grado.

A nuestro amigo y tutor industrial Henry Ramírez quien nos brindó su confianza, apoyo, consejos y conocimiento en este camino y estuvo con nosotros desde el principio hasta el final.

A las profesoras Alba Castillo y Aurora Piña quienes confiaron en nosotros para emprender este tema de tesis y nos ayudaron en todo momento.

Al profesor Franco Urbani quien compartió con nosotros todas sus experiencias profesionales y plasmo su confianza en esta investigación de que se pueden romper los paradigmas que han marcado a la minería.

Alexandra Fraynkely Ledezma Zamora

A Dios y mis Santos por llenarme de salud todos los días para continuar con mis sueños.

A mis padres que sin importar cuanto cueste mis sueños, siempre han estado ahí de manera constante apoyándome. Las palabras se quedan cortas para expresar el valor que representan ellos en mi vida, simplemente los amo y son todo mi universo.

A Leonardo Castillo por bríndame su apoyo incondicional, a quien considero un ejemplo a seguir, somos el mejor equipo.

A mi primo Oswaldo Blanco y amigo Henry Ramírez por bríndame su apoyo en toda la carrera y confiar en mí, estoy eternamente agradecida.

A mis amigos José Villegas (Remember), Hillary Pernía, Magda Acosta, Carlos Utches, Yoel Gómez, María Labrador con quienes he compartido momentos de sonrisas.

A las profesoras Alba Castillo, Aurora Piña, Miguel Castillejo, Franco Urbani, José Duque y Sasha Cazal que siempre han estado ahí y sus puertas están siempre abiertas.

Leonardo Alberto Castillo Valdez

Primeramente me gustaría agradecerle a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde estoy, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A los profesores Miguel Castillejo, Alba Castillo, Aurora Piña, Franco Urbani, Sasha Cazal y José Duque por su apoyo y consejos para ser un mejor Profesional.

A mis compañeros y amigos, Carlos Utches, Luis Castillo y Félix Acosta por su apoyo, confianza y amistad.

A Alexandra Ledezma porque no fuese sido lo mismo sin su apoyo en cada parte de mi vida.

A todo el resto de familia y amigos que de una u otra manera me han llenado de sabiduría para poder concluir esta etapa de mi vida.

Siento una enorme gratitud por todos los que me dijeron “NO”. Gracias a ellos, lo hice yo mismo.

Albert Einstein

Alexandra Ledezma y Leonardo Castillo

PROPUESTA DE MÉTODO PARA PROTECCIÓN DE LA CUEVA PASO DEL MEDIO EN EL PROCESO DE DISEÑO Y PLANIFICACIÓN MINERA, SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES, ESTADO ARAGUA

Tutora Académica: Ing. Alba Catillo. Tesis. Caracas, UCV. Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. 2017 118 pág.

Palabra claves: Ingeniería ambiental, Conservación de los recursos naturales, Cueva Paso del Medio, Normativa MMA02/2009, Minería- zona de protección, Minería-Planificación.

Resumen:

La minería afecta el ambiente a lo largo del ciclo de vida de un proyecto, tanto en forma directa como indirecta. Es por ello que las actividades de conservación ambiental en la industria minera, están bajo una creciente supervisión por parte de las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, con el fin de disipar o disminuir el impacto ambiental que estas causan. Por lo que se debe tener claro cómo se debe llevar a cabo una metodología de protección de acuerdo con las variaciones de diversos factores. Estos métodos deberían estar normalizados, sin embargo Venezuela aún se encuentra en fase de desarrollo respecto a este tema, específicamente una norma que describa como proteger una fauna silvestre, endémica, cuevas en rocas carbonática para desarrollar una actividad minera. Por lo que se desarrolla el presente Trabajo Especial de Grado donde se propone un método de protección a la cueva Paso del Medio; ubicada en San Sebastián de los Reyes estado Aragua, el cual se formó en un área donde se pretende llevar a cabo una explotación minera. Para determinar un método que pueda proteger la cueva Paso del Medio se indaga a nivel internacional donde se encuentra que en la Universidad Federal de Ouro Preto por medio de la Escuela de Minas Departamento de Ingeniería de Minas en Brasil se realizó un estudio de Análisis de viabilidad económica de un proyecto minero debido a la alta presencia de cavidades subterráneas que se encuentra en el área. Esto se basó el Decreto 6.640 adscrito al Ministerio del Medio Ambiente de dicho país donde se especifica cuáles son los pasos a seguir para la clasificación de la o las cuevas en estudio en cuanto a su grado de relevancia o importancia tanto a nivel local como regional de acuerdo con sus atributos espeleológico y siguiendo la metodología descrita en la instrucción normativa MMA02/2009; Se obtiene que la cueva Paso del Medio es clasificada de alta relevancia por lo que la misma debe protegerse con un área no menor a 250m; partiendo de esto se obtiene un volumen minable para la Fase I de 638.200m³ siendo su vida útil de 5 años y para la Fase de II 7.127.750 m³ con una vida útil de 50 años hasta la cota 650, debido a que no se cuenta con la relación estéril-mineral. Así mismo se determina que con dos unidades para la equipo de carga y de acarreo se garantiza el suministro continuo del equipo de trituración primaria ubicado en la Zona A para la Fase I, para la Fase II se necesita una unidad más de acarreo debido a que existe una mayor distancia hasta la Zona E donde es reubicado el equipo de trituración. Se planificaron dos voladuras semanales con el fin de mitigar los efectos de vibración y contaminación sónica a la cueva Paso del Medio y finalmente se modeló el Pit final para las dos fases dejando una distancia de 50m de separación al área de protección para la Fase I y 140m para la Fase II un ángulo Pit final de 52°, ángulo de trabajo de 70°. Esta investigación representa un avance en la planificación y diseño para el desarrollo minero-ecológico con conservación de patrimonio natural.

INIDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 2 |
| OBJETIVOS GENERAL | 4 |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 4 |
| JUSTIFICACIÓN | 5 |
| ALCANCE | 5 |
| LIMITACIONES | 6 |
| CAPITULO I GENERALIDADES DE LA CANTERA EN ESTUDIO | 7 |
| 1.1 Ubicación de la cantera en estudio | 7 |
| 1.2 Geología Regional | 8 |
| 1.3 Geología Local | 13 |
| 1.4 Método de Explotación | 21 |
| 1.5 Proceso para producir cal viva | 22 |
| CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO | 24 |
| 2.1 Antecedentes | 24 |
| 2.2 Bases Teóricas | 25 |
| 2.2.1 Aprovechamiento Sustentable | 25 |
| 2.2.2 Ecología | 27 |
| 2.2.3 Formación Kárstica | 27 |
| 2.2.4 Explotación a cielo abierto | 29 |
| 2.2.5 Planificación Minera | 30 |
| 2.2.6 Planificación a largo plazo | 30 |
| 2.2.7 Planificación de Mediano plazo | 31 |
| 2.2.8 Planificación de Corto plazo | 31 |
| 2.2.9 Diseño de minas a cielo abierto | 32 |
| 2.2.10 Parámetros geométricos que configuran una explotación de minería a cielo abierto | 32 |
| 2.2.11 Bermas | 34 |
| 2.2.12 Pistas y Rampas | 35 |

| | | |
|--|---|----|
| 2.2.13 | <i>Método de los perfiles para el cálculo de reservas</i> | 37 |
| 2.2.14 | <i>Consideraciones para la construcción de perfiles:</i> | 37 |
| 2.2.15 | <i>Métodos de perforación</i> | 39 |
| 2.2.16 | <i>VARIABLES CONTROLABLES DE LA VOLADURA</i> | 40 |
| 2.2.17 | <i>Deflagración y Detonación</i> | 46 |
| 2.2.18 | <i>Propiedades de los Explosivos</i> | 48 |
| 2.3 | <i>Bases legales</i> | 51 |
| 2.3.1. | <i>Constitución de la República Bolivariana de Venezuela De los derechos ambientales</i> | 51 |
| 2.3.2 | <i>Ley de Minas</i> | 52 |
| 2.3.3 | <i>Ley orgánica del ambiente</i> | 52 |
| 2.3.4 | <i>Ley orgánica para la ordenación del territorio</i> | 54 |
| 2.3.5 | <i>DECRETO 276 FECHA: 09-06-89</i> | 58 |
| 2.3.6 | <i>Ley penal del ambiente</i> | 60 |
| 2.3.7 | <i>Ley del Plan de la Patria Segundo Plan Socialista de Desarrollo, Económico y Social de la nación 2013-2019</i> | 63 |
| 2.3.8 | <i>Decreto 6640 e Instrucción Normativa MMA02/2009 adscrito al Ministerio del Medio Ambiente de Brasil.</i> | 63 |
| CAPITULO III MARCO METODOLOGICO | | 68 |
| 3.1 | <i>Tipo de investigación</i> | 68 |
| 3.2 | <i>Diseño de la investigación</i> | 68 |
| 3.3 | <i>Sujeto de estudio</i> | 68 |
| 3.4 | <i>Instrumentos para la recolección de datos</i> | 68 |
| 3.5 | <i>Esquema metodológico</i> | 69 |
| 3.5 | <i>Procedimiento para determinar los cálculos y resultados</i> | 71 |
| CAPÍTULO IV DATOS UTILIZADOS PARA EL PROCESO DE CÁLCULO | | 75 |
| 4.1 | <i>Equipos a utilizar para las operaciones unitarias</i> | 75 |
| 4.2 | <i>Equipos a utilizar en las operaciones auxiliares</i> | 78 |
| 4.3 | <i>Equipo a utilizar en la operación de trituración primaria</i> | 80 |
| 4.4 | <i>Parámetros para ubicar el equipo de trituración primaria</i> | 82 |
| 4.5 | <i>Cálculo para flota de camiones Fase I</i> | 84 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 4.6 | <i>Cálculo para flota de camiones para la Fase II</i> | 87 |
| 4.7 | <i>Cálculo para determinar la capacidad por hora del equipo de carga</i> | 90 |
| 4.8 | <i>Cálculo ancho operativo de carga</i> | 90 |
| 4.9 | <i>Cálculo de ancho de vía</i> | 91 |
| 4.10 | <i>Cálculo de ancho de berma minera</i> | 91 |
| | CAPÍTULO V RESULTADO Y ANÁLISIS | 92 |
| 5.1 | <i>Clasificación de la cueva Paso del Medio a través de la norma MMNo2</i> | 92 |
| 5.2 | <i>Análisis para determinar el método de protección de la cueva</i> | 93 |
| 5.3 | <i>Ubicación obtenida para el equipo de trituración primaria a través del Método Cualitativo por puntos</i> | 94 |
| 5.4 | <i>Cantidad equipos de carga-acarreo obtenidos</i> | 95 |
| 5.5 | <i>Análisis para la ubicación del equipo de trituración primaria y cantidad equipos de carga-acarreo obtenidos</i> | 95 |
| 5.6 | <i>Volumen obtenido por bloques y vida útil calculado con el software RecMin</i> . 98 | |
| 5.7 | <i>Volumen minable obtenido por fases y su vida útil</i> | 99 |
| 5.8 | <i>Configuración de bancos para la Fase I</i> | 99 |
| 5.9 | <i>Configuración de banco para la Fase II</i> | 101 |
| 5.10 | <i>Volumen obtenido a extraer por etapas por la Fase I y su vida útil</i> | 102 |
| 5.11 | <i>Volumen obtenido a extraer por etapas por la Fase II y su vida útil</i> | 103 |
| 5.12 | <i>Parámetros obtenidos para el diseño</i> | 105 |
| 5.13 | <i>Análisis del volumen obtenido por bloques, volumen por fases, volumen por niveles y los parámetros de diseño</i> | 106 |
| 5.14 | <i>Parámetros para el patrón de voladura obtenido con el software SchemeBlaster</i> | 108 |
| 5.14.1 | <i>Esquema 3</i> | 108 |
| 5.14.2 | <i>Volumen de voladura a extraer por fases</i> | 110 |
| 5.15 | <i>Análisis de los parámetros para el diseño de voladura</i> | 110 |
| | CONCLUSIONES | 112 |
| | RECOMENDACIONES | 114 |
| | BIBLIOGRAFÍA | 116 |

INDICE DE FIGURAS

| | | |
|------------------|--|----|
| <i>Figura 1</i> | <i>Ubicación de la Cantera Paso del Medio, tomado el día 01/12/16.</i> | 7 |
| <i>Figura 2</i> | <i>Ubicación de la Cantera y cueva Paso del Medio.</i> | 8 |
| <i>Figura 3</i> | <i>Mapa Geológico de los Cedros</i> | 12 |
| <i>Figura 4</i> | <i>Planos de la cueva los Murciélagos.</i> | 16 |
| <i>Figura 5</i> | <i>Plano Cueva Paso del Medio.</i> | 18 |
| <i>Figura 6</i> | <i>Plano Grutas No. 1 y 2 del Abrigo de Paso del Medio</i> | 19 |
| <i>Figura 7</i> | <i>Plano parcial del morro Superponiendo las cuevas en negro, escala 1:5000</i> | 20 |
| <i>Figura 8</i> | <i>Mitad Occidental del Peñón de Paso del Medio, San Sebastián de los Reyes Estado Aragua</i> | 21 |
| <i>Figura 9</i> | <i>Esquema general del proceso productivo de la cal viva</i> | 23 |
| <i>Figura 10</i> | <i>Aproximación a la ordenación mineroambiental de áreas auríferas, basada en evaluación de impacto ambiental por minería.</i> | 26 |
| <i>Figura 11</i> | <i>Escenario de riesgos en el proceso de toma de decisiones para el ordenamiento y uso del territorio y el ambiente.</i> | 26 |
| <i>Figura 12</i> | <i>Horizontes de planificación y agregación de valor.</i> | 31 |
| <i>Figura 13</i> | <i>Ancho de trabajo</i> | 34 |
| <i>Figura 14</i> | <i>Cálculo del área del perfil por el método de regla de Simpson</i> | 38 |
| <i>Figura 15</i> | <i>Campos de aplicación de los métodos de perforación en función de la resistencia de las rocas y diámetros de los barrenos.</i> | 40 |
| <i>Figura 16</i> | <i>Desarrollo de una detonación</i> | 48 |
| <i>Figura 17</i> | <i>Esquema de las operaciones unitarias</i> | 75 |
| <i>Figura 18</i> | <i>Dimensiones de la excavadora CAT 330</i> | 76 |
| <i>Figura 19</i> | <i>Dimensiones de la excavadora CAT 330</i> | 76 |
| <i>Figura 20</i> | <i>Dimensiones del camión artículo CAT 730</i> | 78 |
| <i>Figura 21</i> | <i>Dimensiones del tractor CAT D8T</i> | 79 |
| <i>Figura 22</i> | <i>Dimensiones de la motoniveladora CAT120H</i> | 80 |
| <i>Figura 23</i> | <i>Ubicación de las zonas para la trituradora; tomado el 11/04/17</i> | 81 |
| <i>Figura 24</i> | <i>Representación de las fases en la topografía y las distintas zonas de ubicación de la trituradora escala 1:2500</i> | 81 |
| <i>Figura 25</i> | <i>Representación de la vía (color amarillo) desde la Fase I hasta la trituradora ubicada en la zona A escala 1:2500</i> | 84 |

| | |
|--|-----|
| <i>Figura 26 Vista en perfil de la representación de la vía</i> | 84 |
| <i>Figura 27 Representación de la vía (color fucsia) desde la Fase II hasta la trituradora ubicada en la zona E escala 1:2500.</i> | 87 |
| <i>Figura 28 Representación de la vía en perfil</i> | 87 |
| <i>Figura 29 Representación del ancho operativo de carga</i> | 90 |
| <i>Figura 30 Representación de las vías de acarreo</i> | 91 |
| <i>Figura 31 Esquema de clasificación para la cueva Paso del Medio marcado con el color naranja</i> | 93 |
| <i>Figura 32 Representación de los 4 bloques en RecMin escala 1:2500</i> | 99 |
| <i>Figura 33 Perfil 1 para la Fase I</i> | 100 |
| <i>Figura 34 Perfil 1 para la Fase II</i> | 101 |
| <i>Figura 35 Representación de las dos fases y el área de protección escala 1:2500</i> | 101 |
| <i>Figura 36 Representación de cada etapa a extraer en la Fase I</i> | 103 |
| <i>Figura 37 Representación de cada etapa a extraer en la Fase II</i> | 105 |
| <i>Figura 38 Modelado en 3D de las fases y representación del área de protección</i> | 106 |
| <i>Figura 39 Curva granulométrica para definir el porcentaje de pasante esquema 3</i> 109 | |
| <i>Figura 40 Representación del Patrón de Voladura</i> | 109 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| <i>Tabla 1 Descripción de la Faja Piemontina y Villa de Cura elaborada por Pedrimar Díaz</i> | 11 |
| <i>Tabla 2 Unidades que conforman la Cobertura Sedimentaria de los terrenos Villa de Cura y San Sebastián.</i> | 13 |
| <i>Tabla 3 Diseño de Berma</i> | 34 |
| <i>Tabla 4 Atributos y sus conceptos a tomar en cuenta con el fin de clasificar el grado máximo de relevancia de las cavidades subterráneas naturales.</i> | 66 |
| <i>Tabla 5 Descripción del equipo de perforación</i> | 75 |
| <i>Tabla 6 Descripción del equipo de carga</i> | 75 |
| <i>Tabla 7 Descripción del equipo de acarreo</i> | 77 |
| <i>Tabla 8 Descripción de equipo auxiliar</i> | 78 |
| <i>Tabla 9 Descripción de equipo auxiliar</i> | 79 |
| <i>Tabla 10 Descripción del equipo de trituración primaria</i> | 80 |
| <i>Tabla 11 Combinación equipo de carga-acarreo</i> | 80 |
| <i>Tabla 12 Parámetros para evaluar la ubicación del equipo de trituración primaria (condiciones para iniciar Fase I) a través del método cualitativo por puntos.</i> | 82 |
| <i>Tabla 13 Parámetros para evaluar la ubicación del equipo de trituración primaria (condiciones para iniciar Fase II) a través del método cualitativo por puntos.</i> | 83 |
| <i>Tabla 14 Distancias desde la Fase I hasta la ubicación de la trituradora</i> | 84 |
| <i>Tabla 15 Distancias y velocidades por tramo</i> | 85 |
| <i>Tabla 16 Acarreo de un camión por ciclo en seg</i> | 86 |
| <i>Tabla 17 Distancias desde la fase II hasta la ubicación de la trituradora</i> | 87 |
| <i>Tabla 18 Parámetros de la Fase II (desglosado en 12 tramos) para obtener el tiempo de acarreo</i> | 88 |
| <i>Tabla 19 Parámetros de la Fase II (desglosado en 12 tramos) para obtener el tiempo de retorno</i> | 88 |
| <i>Tabla 20 Acarreo de un camión por ciclo en seg</i> | 89 |
| <i>Tabla 21 Atributo para clasificar la cueva Paso del Medio como máxima relevancia</i> | 92 |
| <i>Tabla 22 Ubicación por fases de acuerdo a la ponderación</i> | 94 |
| <i>Tabla 23 Descripción de la cantidad por Fases</i> | 95 |
| <i>Tabla 24 Volumen por cada bloque del yacimiento</i> | 98 |

| | | |
|-----------------|--|------------|
| <i>Tabla 25</i> | <i>Volumen de los bloques que se encuentra dentro del área de protección de la cueva</i> | <i>98</i> |
| <i>Tabla 26</i> | <i>Volumen del yacimiento restando aquél que ocupa el área de protección</i> | <i>98</i> |
| <i>Tabla 27</i> | <i>Volumen de los bloques con área de protección y vida útil del yacimiento</i> | <i>99</i> |
| <i>Tabla 28</i> | <i>Volumen minable en la Fase I</i> | <i>99</i> |
| <i>Tabla 29</i> | <i>Volumen minable en la Fase II</i> | <i>100</i> |
| <i>Tabla 30</i> | <i>Vida útil por Fases</i> | <i>101</i> |
| <i>Tabla 31</i> | <i>Volumen a extraer en la etapa 555-520</i> | <i>102</i> |
| <i>Tabla 32</i> | <i>Volumen a extraer en la etapa 520-490</i> | <i>102</i> |
| <i>Tabla 33</i> | <i>Volumen a extraer en la etapa 490-470</i> | <i>102</i> |
| <i>Tabla 34</i> | <i>Volumen a extraer en la etapa 470-450</i> | <i>102</i> |
| <i>Tabla 35</i> | <i>Vida útil por etapa</i> | <i>103</i> |
| <i>Tabla 36</i> | <i>Volumen a extraer en la etapa 815-760</i> | <i>103</i> |
| <i>Tabla 37</i> | <i>Volumen a extraer en la etapa 760-730</i> | <i>104</i> |
| <i>Tabla 38</i> | <i>Volumen a extraer en la etapa 730-700</i> | <i>104</i> |
| <i>Tabla 39</i> | <i>Volumen a extraer en la etapa 700-670</i> | <i>104</i> |
| <i>Tabla 40</i> | <i>Volumen a extraer en la etapa 670-650</i> | <i>105</i> |
| <i>Tabla 41</i> | <i>Vida útil por etapa</i> | <i>105</i> |
| <i>Tabla 42</i> | <i>Descripción de los parámetros de diseño</i> | <i>105</i> |
| <i>Tabla 43</i> | <i>Volumen total y minable del yacimiento</i> | <i>106</i> |
| <i>Tabla 44</i> | <i>Descripción de los parámetros para el esquema 3</i> | <i>108</i> |
| <i>Tabla 45</i> | <i>Volumen de voladura a extraer por etapa para la Fase I</i> | <i>110</i> |
| <i>Tabla 46</i> | <i>Volumen de voladura a extraer por etapa para la Fase II</i> | <i>110</i> |

INTRODUCCIÓN

La minería afecta el ambiente a lo largo del ciclo de vida de un proyecto, tanto en forma directa como indirecta. Los llamados impactos directos o primarios de la minería pueden ser resultado de cualquier actividad que involucra la remoción de tierra o descargas directas a los cuerpos de agua o al aire; por lo general se pueden identificar fácilmente los impactos directos. Los impactos indirectos o secundarios pueden resultar de los cambios naturales y sociales inducidos por las operaciones mineras y por lo general, no se pueden identificar de manera inmediata.

Es por ello que las actividades de conservación ambiental en la industria minera están bajo una creciente supervisión por parte de las organizaciones gubernamentales, no gubernamentales y analistas financieros, con el fin de disipar o disminuir el impacto ambiental que estas causan.

En la actualidad no se puede llevar a cabo ningún proyecto minero si no se cuenta con las autorizaciones de ocupación del territorio y afectación del ambiente; donde se deja constancia la manera de proceder en la extracción del mineral minimizando las consecuencias ambientales.

Para ello hay que tener en cuenta que no todo los yacimientos minerales presentan las mismas características geológicas ni mucho menos geomorfológicas, además de diversos atributos ecológicos, por lo que se debe tener claro cómo se debe llevar a cabo una metodología de protección de acuerdo con las variaciones de dichos factores.

Estos métodos deberían estar normalizados, sin embargo en Venezuela aún se encuentra en fase de desarrollo respecto a este tema, una norma específica que describa como proteger una fauna silvestre, endémica, cuevas en rocas carbonática para desarrollar una actividad minera. Debido a esto en la presente investigación se propone una metodología de protección a la cueva Paso del Medio que se encuentra empotrada en un área donde se llevara a cabo una explotación minera, basado en experiencias brasileras.

Un buen manejo de las variables que afectan al ambiente trae beneficios a las empresas mineras, tales como: mayor confianza y lealtad del inversionista, procesos más reducidos y menos contenciosos para obtención de permisos, cómo resultado de mejores relaciones con los entes reguladores, mejores relaciones comunitarias, percepción pública, mejores asociaciones de colaboración con las organizaciones no gubernamentales, mayor motivación para los empleados, y menores riesgos y responsabilidades.

Ahora bien, el desarrollo de esta investigación contempla una serie de capítulos ordenados de una manera secuencial con el fin de facilitar la apropiada comprensión de lo que se explica; comenzando con un capítulo I que está comprendido por la generalidades de la cantera en estudio; seguido de un capítulo II donde se presenta el planteamiento del problema y los objetivos previstos e incluso otros no previstos dentro del trabajo, en donde se expone la importancia de éste y las implicaciones de la investigación. En segundo lugar se desarrolla un marco referencial en donde se describen algunos aspectos teóricos y legales relacionados estrechamente con la tesis de grado, además se encuentra la metodología utilizada para ello, así como los cálculos, resultados y análisis para finalizar con las conclusiones y recomendaciones.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La cueva Paso del Medio fue descubierta en la década de los 60 siglo XX, por la Sección de Espeleología de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales, el descubrimiento de esta cueva fue de gran relevancia para el grupo espeleológico dado a que se infería que era la cueva con mayores dimensiones para la fecha. Después de varias expediciones y estudios realizados para poder registrar la cueva en el Catastro Espeleológico de Venezuela, la cual se llevó a cabo en 1969, se corroboró lo que tanto se presumía y es que se estaba en presencia de la cueva de mayor volumen antes registrada. Esto llevó a que la misma fuese de gran interés para diversos grupos tanto ecologistas-conservacionista como excursionistas, atrayendo una gran cantidad de visitantes por lo que la cueva se hizo del dominio público en poco tiempo. (Urbani y Carreño 2007)

Muy cerca de esta cueva aproximadamente a kilómetro y medio, se otorgó una concesión minera para la explotación de roca caliza con el fin de producir cemento, llevándose a cabo hasta la fecha. Lo que ha tenido vigilantes a los grupos conservacionistas debido a que han circulado rumores de que se va a demoler la cueva con el fin de prolongar la explotación minera, de hecho se tiene un precedente en el año 1993, cuando se intentó dinamitar la misma sin tener un permiso previo, llevando consigo que se elevara a niveles gubernamentales e internacionales una protesta por parte de estos grupos, tal fue el revuelo, que se gestionó para la fecha un documento técnico-ambiental con el fin de que la cueva se incluyera en el área bajo régimen de administración especial (ABRAE). Lamentablemente este documento se extravió sin quedar constancia de ello y hasta el momento no se conoce que se allá introducido otro recurso de amparo. (Urbani y Carreño 2007)

El más reciente estudio técnico, realizado por Urbani y Carreño (2007), miembros de la Sociedad Venezolana de Espeleología, fue publicado en el boletín El Guácharo número 63, de junio 2007, con el fin de realizar una caracterización integral y actualizadas de la cueva, a ser utilizada como una de las capas de información necesaria a los fines de completar los estudios de impacto ambiental y proceder a la elaboración de los planes de explotación de la roca caliza en forma ambientalmente adecuada. Concluye lo siguiente: “El Morro de Paso del Medio tiene una gran extensión, por ello no debería ser difícil que entre las instancias involucradas se pueda delimitar una zona adecuada de total preservación, como un punto de equilibrio entre los extremos de explotación total versus conservación total”.

Con relación a este requerimiento el departamento de Minas de la escuela de Geología, Minas y Geofísica de la Universidad Central de Venezuela, ha venido desarrollando diversos estudios en relación a este tema, como lo propone Castillo (2009) en el concepto de reserva mineral sustentable.

Ahora bien, la Corporación Socialista de Cemento, a través de la industria Venezolana de Cemento (INVECEM) se ha propuesto realizar una planificación minera a largo plazo en la cantera Paso del Medio, donde se encuentra la cueva del mismo nombre, antes descrita. Dada la necesidad de la industria de la construcción y

la dependencia que se tiene con el cemento y la cal, como uno de los insumos con mayor demanda para llevar a cabo los diversos planes urbanísticos e infraestructura básica, estratégicos que requiere la Nación. Por lo que nace el presente Trabajo Especial de Grado, el cual propondrá un método de protección para la cueva con el fin de obtener un equilibrio minero-ambiental en la explotación y a su vez se asume la responsabilidad de la protección del refugio de fauna silvestre, que hoy en día es de carácter estratégico mundial, debido a la necesidad de conservación de la diversidad biológica, local y regional.

OBJETIVOS GENERAL

Proponer un método para protección de la cueva Paso del Medio en el proceso de Diseño y Planificación Minera, San Sebastián de los Reyes, estado Aragua

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir las características geológicas y ambientales de la zona donde se encuentra ubicada la cantera en estudio.
- Seleccionar información técnica y metodologías de investigación, con el apoyo de especialistas en áreas científicas y tecnológicas, con énfasis en métodos de protección de cuevas.
- Analizar la distancia límite de protección para la cueva Paso del Medio, a partir de la adopción de un valor de referencia.
- Calcular recursos y reservas mineras aplicando el método de los perfiles y con el apoyo de herramienta computacional.
- Determinar el sistema y método de extracción mineral, con plantas y equipos mineros, necesarios para las operaciones unitarias de minería.
- Diseñar el *Pit* Final, mediante herramienta computacional, realizando la secuencia de arranque mineral.
- Recomendar escenarios de producción mineral para garantizar la protección continua de la cueva, en función de la toma de decisiones operativas.

JUSTIFICACIÓN

Unos de los procedimientos administrativos que hay que cumplir de manera obligatoria al momento de llevar a cabo una planificación minera, es contar con los permisos ambientales los cuales deben venir respaldados de manera técnica cumpliendo con una serie de normas metodológicas. Sin embargo Venezuela aún se encuentra en la fase de desarrollo para normalizar todos los posibles escenarios que se puedan presentar; dando lugar a que se susciten situaciones donde no se tenga referencia metodológica a seguir para cumplir con los requisitos que correspondan. Tal situación se presenta en la siguiente investigación donde se desea proteger una cueva que se formó en el yacimiento en el que se pretende llevar a cabo una explotación minera.

Es por ello que se propone un método basado en una experiencias Brasilera donde se presentó una situación con centenares de cuevas dentro de su territorio nacional, esto nos permitió contar con datos de referencia, el cual podrá contribuir a futuras experiencias tanto prácticas como académicas con el fin de crear un método basado en situaciones propias de nuestro territorio.

Cabe destacar que solo elaborar el estudio para llevar a cabo la protección de la cueva no garantiza la sustentabilidad ambiental del proyecto, ya que éste se realiza a través de un compendio de fases que abarcan desde lo político pasando por lo económico, social, cultural hasta lo ambiental con cada una de sus aristas.

Además de buscar el equilibrio entre la explotación minera y la conservación ambiental, poder demostrar que la conservación de la cueva Paso del Medio no repercute en el volumen total a ser extraído el cual pueda declinar económicamente el proyecto, se hace importante a la hora de emprender una planificación integral minero-ambiental de esta índole.

ALCANCE

La elaboración de la presente investigación tiene como finalidad llevar a cabo un diseño y planificación minero-ambiental que cumpla con las etapas de operaciones unitarias de minería y procesamiento mineral, manteniendo la protección de la cueva Paso del Medio y sirva de preámbulo para una investigación futura y lograr romper los paradigmas en cuanto a la visión minero-ambiental.

LIMITACIONES

La principal limitación encontrada para realizar la investigación, es que no se contó con la certeza geológica que permita determinar la reserva mineral; además de un estudio geomecánico que determine la caracterización del macizo rocoso.

CAPITULO I GENERALIDADES DE LA CANTERA EN ESTUDIO

En este capítulo se describe las generalidades de la empresa así como la zona de estudio que consta de la ubicación geográfica, geología regional y proceso productivo.

1.1 Ubicación de la cantera en estudio

La cantera en estudio, se localiza al norte de la carretera nacional San Sebastián de los Reyes – San Juan de los Morros, entre los kilómetros 16 y 18 de dicha carretera, al oeste de Quebrada Honda, municipio de San Sebastián, estado Aragua, Venezuela ver figura 1 y 2.



Figura 1 Ubicación de la Cantera Paso del Medio, tomado el día 01/12/16.
Fuente: Google Maps y editada por los autores.



Figura 2 Ubicación de la Cantera y cueva Paso del Medio.
 Fuente: Estudio espeleológico de las cuevas del sector centro sur del Morro de Paso del Medio, estado Aragua (2007)

1.2 Geología Regional

Desde un punto de vista regional, la geología está dominada por dos provincias geológicas muy diferentes una de la otra, separadas por un sistema de fallas de cabalgamiento (*Corrimiento Cantagallo*) con vergencia al sur, con rumbo promedio W-E. Hacia el norte del *Corrimiento Cantagallo* se tiene una provincia caracterizada por un complejo de metamorfitas, vulcanitas y rocas ígneas básicas y ultrabásicas (como dioritas piroxénicas, gabros, hornblenditas, serpentinitas y piroxenitas), y hacia el sur se tiene una provincia geológica dominada por la exposición de una secuencia sedimentaria Cretácica y Terciaria. La provincia septentrional forma parte de una gran faja tectónica o estructural llamada "*Faja de Villa de Cura*" la cual forma parte de uno de los macizos centrales ígneo-vulcano-metamórficos constituyentes de la *Cordillera del Caribe*. Los Morros de San Juan y los Morros de San Sebastián forman parte de la segunda provincia geológica denominada también "*Faja Piemontina de Cojedes-Miranda*", y se hallan en el límite entre ambas provincias, en una zona de alta tensión y de deformación tectónica compresional.

La situación geográfica y estructural actual de las dos provincias o "fajas tectónicas" arriba mencionadas fueron el resultado de un período de orogénesis de

finis del Cretácico y comienzos del Terciario (correlacionable con la Orogénesis Larámida de Estados Unidos) acaecido en Venezuela y que constituye el último evento tecto-termal importante del país, cuyo efecto es notable en las vulcanitas, las metamorfitas y la intrusión de magmas graníticos en la Faja de Villa de Cura de la Cordillera del Caribe, así como la génesis de la serie de sedimentación de *facies flysch* en el llamado *Surco de Guárico de la Faja Piemontina* y la gran deformación estructural por cabalgamientos con vergencia al sur que afectó las sedimentitas Cretácicas y Paleogenas de la *Faja Piemontina*.

Urbani (2013), señala que el área montañosa en el centro norte de Venezuela puede dividirse en tres regiones, las cuales son, las serranías del Litoral y del Interior en la zona central y las montañas de Aroa, Bobare y Yumare ubicadas al oeste del valle de San Felipe – Yaritagua, controlado por la falla de Bocono. Estas regiones consta de distintos terrenos geológicos, que fueron configurados anteriormente y acrecionados al norte de la placa Suramericana.

La zona norte del área de estudio se encuentra en la región de la Serranía del Interior, conformado por los terrenos Villa de Cura y Sebastián, ambos del Cretácico Temprano. El Terreno de Villa de Cura correspondiente a un complejo de arco de islas, constituido principalmente por metapiroclásticas las cuales fueron subducidas y presentan metamorfismo de alta presión-baja temperatura, y El Terreno San Sebastián contiene rocas volcánicas y plutónicas de arco de isla, no subducidas y con metamorfismo de muy bajo grado (prehnita-pumpellita).

“La cobertura sedimentaria de los terrenos Villa de Cura y San Sebastián, se depositó en un ambiente marino somero, mientras los terrenos iniciaban su cabalgamiento sobre el margen septentrional del talud sudamericano. Estas unidades se encuentran en contacto inconforme sobre Villa de Cura y San Sebastián. La cobertura sedimentaria está poco deformada y se conforma en orden estratigráfico ascendentes por las formaciones Escorzonera, Morro del Faro, Caramacate, y

Guaiquera, depositadas entre el Cretácico Tardío (Maastichtiense) y Eoceno (Ypresiense- Bartoniense)”.

Los terrenos de Villa de Cura y San Sebastián junto a la cobertura volcanosedimentaria, se encuentran en contacto de corrimiento sobre el Olistostromo de Platillón (formaciones Garrapata y Los Cajones), y la Napa de Piemontina (formaciones Guárico y Mucaria) a través de la falla de Cantagallo (Tabla 1).

El Olistostromo de Platillón de edad Paleoceno temprano – Eoceno Medio en el área de estudio, es producto de una sedimentación caótica generada durante la fase final de la interacción de las Placas del Caribe y Suramérica. Su génesis se relaciona al pie del talud epicontinental de la placa suramericana, sobre la cual avanzaban los terrenos alóctonos del Caribe durante el Eoceno temprano y medio.

La Napa Piemontina con una edad que va del Cretácico Tardío (Campaniense) al Eoceno temprano, se asocia a la depositación de secuencias sobre el talud, a lo largo del eje axial de la antifosa formada por la convergencia de las placas del Caribe y suramericana.

Tabla 1 Descripción de la Faja Piemontina y Villa de Cura elaborada por Pedrimar Díaz

| Unidades en estudio | | | |
|-----------------------|---------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Faja Villa de Cura | Terreno Villa de Cura | Metatoba de El Caño - El Chino | |
| | | Metalava de El Carmen | |
| | | Granofel de Santa Isabel | |
| | Terreno San Sebastián | Lava de Las Hermanas | |
| | | Gabro de Chacao | (s.s) |
| | | | Zona de Diques |
| | | Gabro de Cantagallo | |
| | Cobertura Sedimentaria | Formación Guaiguera | |
| | | Formación Caramacate | |
| | | Formación Morro del Faro | |
| Formación Escorzonera | | | |
| Faja Piemontina | Olistostromo de Platillón | Formación Garrapata | (s.s) |
| | | | Miembro La Vigía |
| | | Olistolitos | Caliza de El Caliche |
| | | | Caliza de Las Colonias |
| | | | Diorita y Brecha máfica |
| | | | Caliza del Cretácico Tardío |
| | | | Serpentinita |
| | Formación Los Cajones | | |
| | Napa Piemontina | Formación Guárico | |
| | | Formación Mucaria | Formación Mucaria III |
| Formación Mucaria IV | | | |
| Formación Mucaria V | | | |
| Loma de Hierro | Serpentinita | | |

Fuente: Pedrimar Díaz (2014)

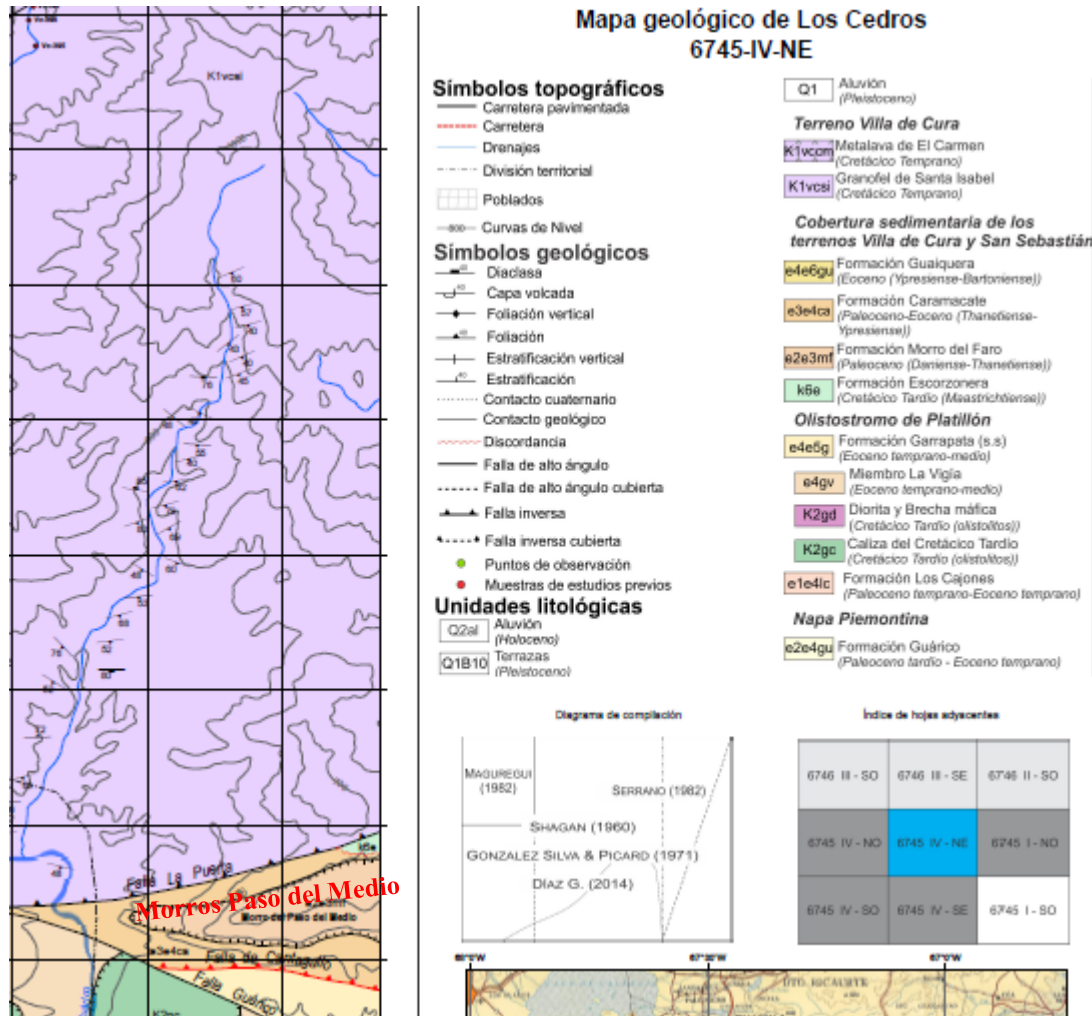


Figura 3 Mapa Geológico de los Cedros
Fuente: Pedrimar Díaz (2014)

Tabla 2 Unidades que conforman la Cobertura Sedimentaria de los terrenos Villa de Cura y San Sebastián.

| | | | | | |
|---|-----------------------------------|---|--|--|---|
| Cobertura sedimentaria de los terrenos Villa de Cura y San Sebastián | <i>Unidades</i> | <i>Formación Guaiquera</i> | <i>Formación Caramacate</i> | <i>Formación Morro del Faro</i> | <i>Formación Escorzonera</i> |
| | <i>Edad</i> | Eoceno (Ypresiense-Bartoniense) | Paleoceno-Eoceno (Thanetiense-Ypresiense) | Paleoceno (Daniense-Thanetiense) | Cretácico Tardío (Maastrichtiense) |
| | <i>Nomenclatura</i> | e4e6gu | e3e4ca | e2e3mf | k6e |
| | <i>Litología</i> | Alternancias monótonas y rítmicas de lutita y arenisca. La lutita es gris verdosa, arenácea y micácea, la arenisca grauvaquica parcialmente lítica. | Limolita silicea, caliza arcillosa o marga, Lutita negra y capas de chert. Arenisca grauvaquica y niveles sin diferenciar de diamictita polimictica. | Caliza biotromal, biodetrítica, maciza y compacta de color gris claro que meteoriza a gris azulado. | Lutita, arenisca, diamictita polimictica y marga gris verdoso, microfossilífera. |
| | <i>Consideraciones Históricas</i> | La sección tipo propuesta por MENCHER (1950), para la Formación Guárico fue modificada por PEIRSON (1966) y es la que proponen VIVAS <i>et al.</i> (1997) con el nombre de Formación Guaiquera. | Ex miembro de la Formación Guárico (Napa Piemontina), PEIRSON <i>et al.</i> (1966), C.V.E.T., 1970; GONZÁLEZ (1972) y GONZÁLEZ DE JUANA <i>et al.</i> (1980). VIVAS <i>et al.</i> (1997), separan esta unidad litoestratigráfica y la llevan al rango de Formación, Tomando en cuenta la paleogeografía. La Formación forma parte de la cobertura sedimentaria de la Faja de Villa de Cura y no de la Napa Piemontina. | Ex miembro de la Formación Guárico (Napa Piemontina), PEIRSON <i>et al.</i> (1966); GONZÁLEZ DE JUANA (1980) y BECK (1985) la utilizan como miembro. VIVA <i>et al.</i> (1997), separan esta unidad litoestratigráfica y la llevan al rango de formación. Tomando en cuenta la paleogeografía. Esta forma parte de la cobertura sedimentaria de la Faja de Villa de Cura y no de la Napa Piemontina. | RENZ (1955), nombra y describe la secuencia, designó la formación como unidad superior del Grupo Arrayanes, término que ha caído en desuso. SHAGAM (1960) la describe e ilustra la ya conocida secuencia, como Formación Escorzonera, pero solo aplico nombres descriptivos para designar sus capas. AGUASUELOS INGENIERIA (1990), estudia la unidad y VIVAS <i>et al.</i> (1997) la describen como Formación Escorzonera la cual forma parte de la cobertura sedimentaria de los terrenos Villa de Cura y San Sebastián. |

Fuente: Pedrimar Díaz (2014)

1.3 Geología Local

Los morros de dicha zona están constituidos por calizas que forman fuertes escarpes y paredes verticales muy visibles desde largas distancias. Decenas de estos cuerpos de caliza se extienden como un rosario a lo largo del frente de montañas de

Guárico, desde San Juan de los Morros siguiendo hacia Paso del Medio, Pardillal y llegando a la zona San Francisco de Maicara (al noreste de Altagracia de Orituco) ver Anexo 1.

Debido a la solubilidad de la caliza estas al estar expuestas a la intemperie, es afectada de forma tal que se generan intensas acanaladuras, denominadas *lapiaz* un nombre de origen francés y utilizado internacionalmente. Dicha acanaladuras pueden variar notablemente en cuanto a sus dimensiones, desde milimétricas hasta formas extremas con desniveles de varios metros un caso típico para el morro paso del medio con sus muy desarrolladas lapiaz en las cumbres y notables cuevas en su interior.

El Catastro Espeleológico de Venezuela: Desde el año 1967 en Venezuela se lleva un Catastro Espeleológico, donde se registran y publican las características más resaltantes de las cuevas que se van estudiando en todo el territorio nacional, para que una cueva pueda incluirse en el Catastro es necesario disponer información básica mínima como su ubicación, descripción, planos y secciones. El órgano oficial del Catastro es el *Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología*, que se ha publicado anualmente y en forma ininterrumpida desde 1967 al presente. A las cuevas que ingresan en el Catastro se les asigna una sigla única, constituida por las dos primeras letras del Estado, seguido de un número secuencial por orden de publicación. Es por ello que en la literatura espeleológica a fines de simplificar algunas cuevas sólo se denotan por sus siglas, e igual se hará en la presente investigación. Hasta el presente en el citado Catastro sólo se han registrado cuatro cavidades en el Morro de Paso del Medio:

- Ar.2 - Cueva de los Murciélagos (SVE 1969).
- Ar.4 - Cueva de Paso del Medio (SVE 1973).
- Ar.5 y Ar.6. Grutas No. 1 y 2 del Abrigo de Paso del Medio (SVE 1973).

Ahora bien se dará una breve descripción de cada una de esta cueva de acuerdo con lo descrito en el Catastro Espeleológico de Venezuela.

Ar.2 - Cueva de los Murciélagos.

La cueva posee dos entradas ver figura 4, con sendas galerías que se unen en un salón central, del cual se desprenden tres galerías. La principal sigue una dirección norte se encuentra a 10 m sobre el nivel del salón; al llegar arriba, esta galería también se bifurca. Este nivel superior es de techo muy elevado y posee varias chimeneas que son prácticamente imposibles de alcanzar. En este sector, después de alzar un escalón de tres metros, se llega a una galería que termina en una profunda sima que a pesar de haberse explorado no pudo ser levantada.

La cueva de los Murciélagos, a veces llamada cueva del Guano, fue utilizada para extraer considerables cantidades de este material, para utilizarlo como fertilizante, y como resultado de esta explotación se observa en el salón principal grandes excavaciones. El guano es producido por una gran colonia de quirópteros que habitan en la cueva.

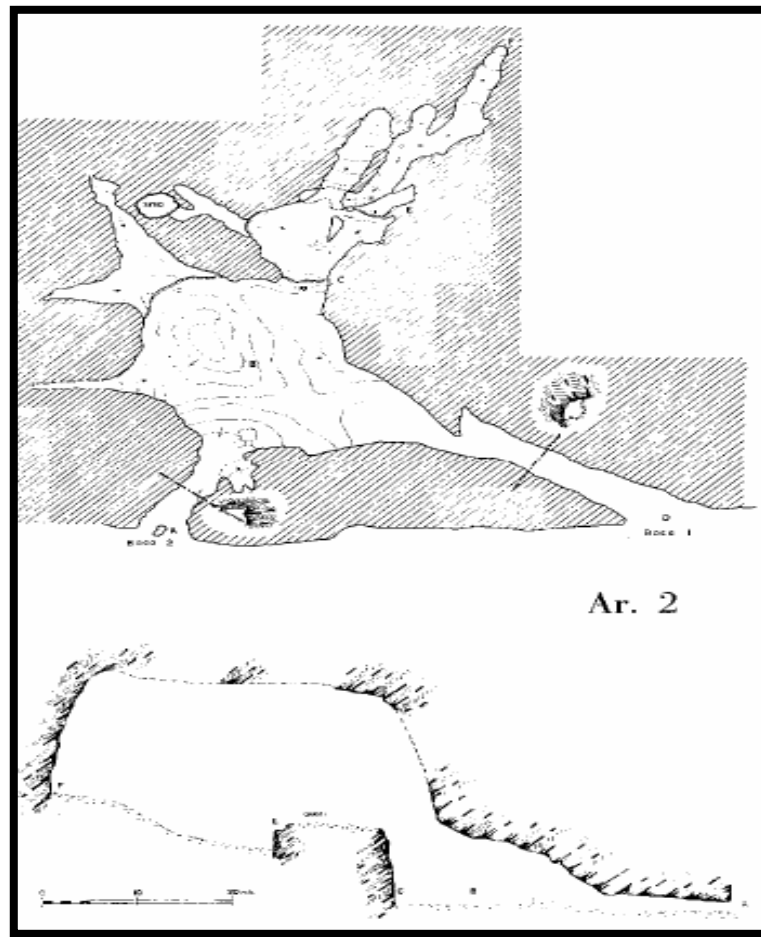


Figura 4 Planos de la cueva los Murciélagos.
Fuente: Estudio espeleológico de las cuevas del sector centro sur del morro de Paso del Medio, estado Aragua (2007)

Ar.4 - Cueva de Paso del Medio.

La cueva atraviesa el morro de Paso del Medio transversalmente, de arriba hacia abajo. Está formada básicamente por un gran salón, de unos 75 x 30 m, cuya mayor longitud tiene rumbo NWN, y dos galerías principales: una que abre en la cara este del salón, de unos 80 m, y otra, en la cara oeste, de 50 m y que da al exterior a través de la llamada boca de la Lechuza (boca 3).

Si se arriba a la cueva por la boca superior accesible (boca 2), se desciende por una pendiente de 40° y se llega, tras 14 m, al punto más bajo y más plano del salón principal. La altura aquí es de 20 m. En el piso hay grandes bloques, cercanos a la ventana que en la cara sur del salón abre en la pared del morro (boca 1).

En el piso de esta boca hay una sima de 18 m que cae hasta la entrada más baja de la cueva en el comienzo del abrigo de Loma del Medio. Al lado de esta sima crece un gran árbol de matapalo, que en dirección horizontal cruza la sima hasta el exterior. Este árbol fue derrumbado por una voladura realizada en 1993.

A la derecha de los bloques hay una pequeña galería, cuyo piso está totalmente cubierto de polvo, y que tras un escarpado de 3 m y una cornisa acaba en una fuerte pendiente ascendente. Esta galería comunica con el salón a través de numerosas grietas y huecos inaccesibles.

Volviendo al salón y subiendo por una pendiente de 50° llegamos a un lugar un poco más plano, donde hay dos grandes columnas pétreas, de unos 5 m de diámetro y otra, más pequeña, de 1 m de diámetro, y una altura de 20 m.

En el piso hay muchos bloques clásicos, la mayoría de gran tamaño. A la izquierda de estas columnas, se abre la boca de las Lechuzas. A ellas se llega por una galería de 50 m que tiene un salón de 9 x 15 m y una gran claraboya en el techo a 15 m de altura.

Subiendo más arriba en el gran salón, pasamos por una estrecha garganta entre rocas, que salva un desnivel de 6 m, bordeando un escarpado de igual altura, hasta llegar a un sitio más plano con bloques en el piso. Al final de este plano se abren dos claraboyas, una en el eje central del salón, y otra en su extremo NE. La claraboya central está a 56 m de altura y su tamaño es de unos 10 m de diámetro.

Después de una subida, se llega a la parte más alta del salón. La pared sube aquí verticalmente 12 m y traspasando una repisa asciende hasta el techo, a 30 m de altura. Aquí hay una pequeña claraboya que en realidad es una comunicación con la gran claraboya central ya mencionada. Volviendo adonde está ésta y bajando por el salón hasta el escarpado de 6 m, encontramos en la cara este del salón la entrada a la galería que nos conduce ascendiendo hasta los niveles más alto de la cueva.

Se entra a un pequeño salón 15 x 7 m y 7 m de altura y que por su cara norte después de subir numerosos bloques y un escarpado de 3 m, da a una galería sumamente

pendiente (40°) de 7 m de anchura y 2,5 m de alto. La galería tiene numerosos bloques y mucho polvo. A los 18 m la galería comunica con el salón principal por medio de una ventana de 9 m de ancho que abre en la cara este de aquel frente a una claraboya ver Figura 5.

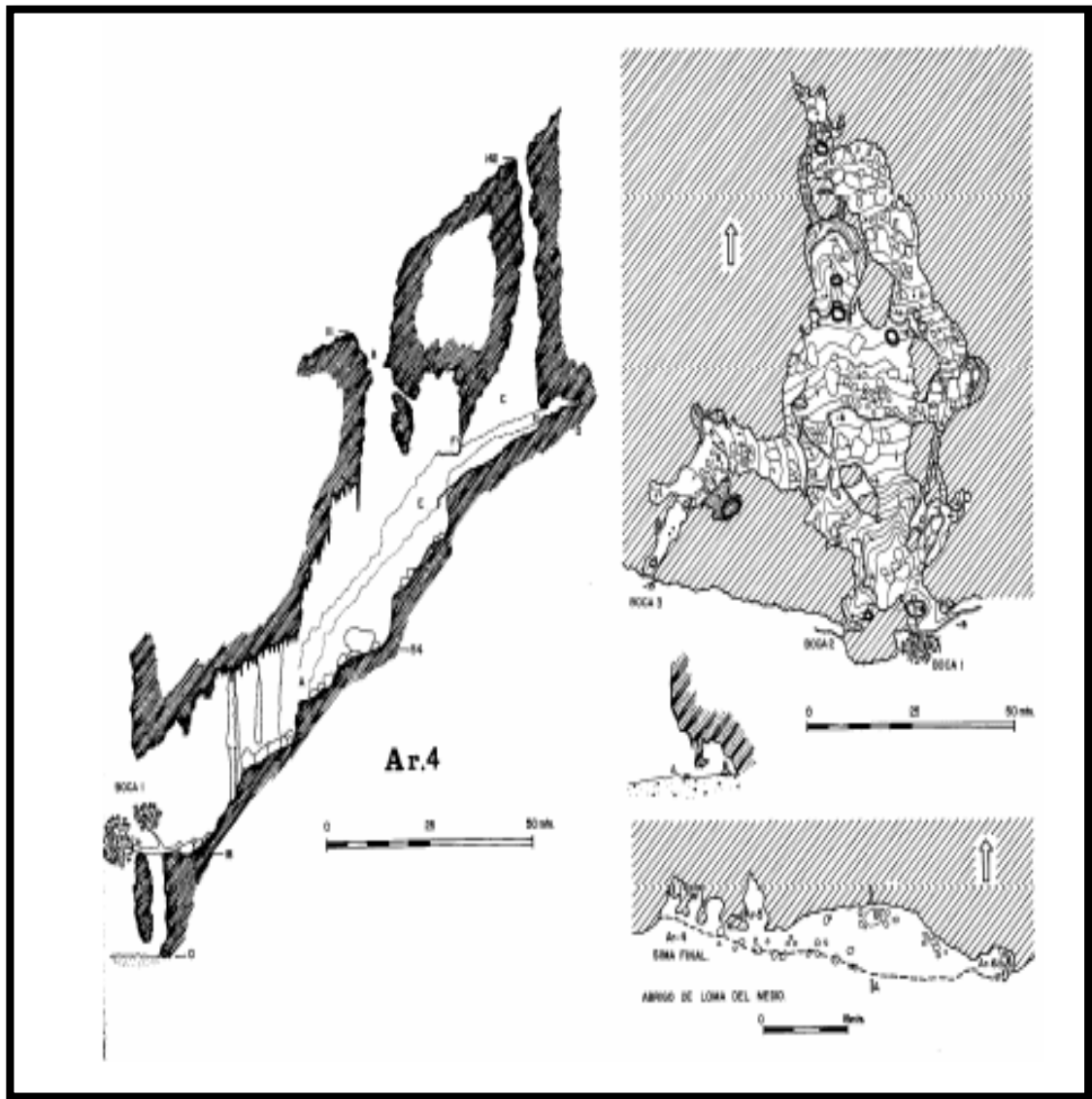


Figura 5 Plano Cueva Paso del Medio.
Fuente: Estudio espeleológico de las cuevas del sector centro sur del morro de Paso del Medio, estado Aragua (2007)

Ar.5. Grutas No. 1 del Abrigo de Paso del Medio.

Esta es una de las dos grutas existentes en el abrigo, el cual tiene unos 60 m de longitud y un ancho máximo de 12 m. La gruta tiene una entrada de 1,60 m de altura y 3 de ancho que da a una única sala de unos 5 m de anchura y con una altura que va desde los 3 m hasta llegar a una grieta ascendente al final de la sala ver Figura 6.

Ar.6. Grutas No. 2 del Abrigo de Paso del Medio.

La gruta tiene una sala de 5 m de largo y 2,5 m de altura en la que hay algunos bloques. Al fondo de la sala hay dos conductos uno de ellos muy estrecho que dan al exterior por unos pequeños boquetes. Uno de ellos sube 3 m y su piso lo constituye una colada estalagmita ver Figura 6.

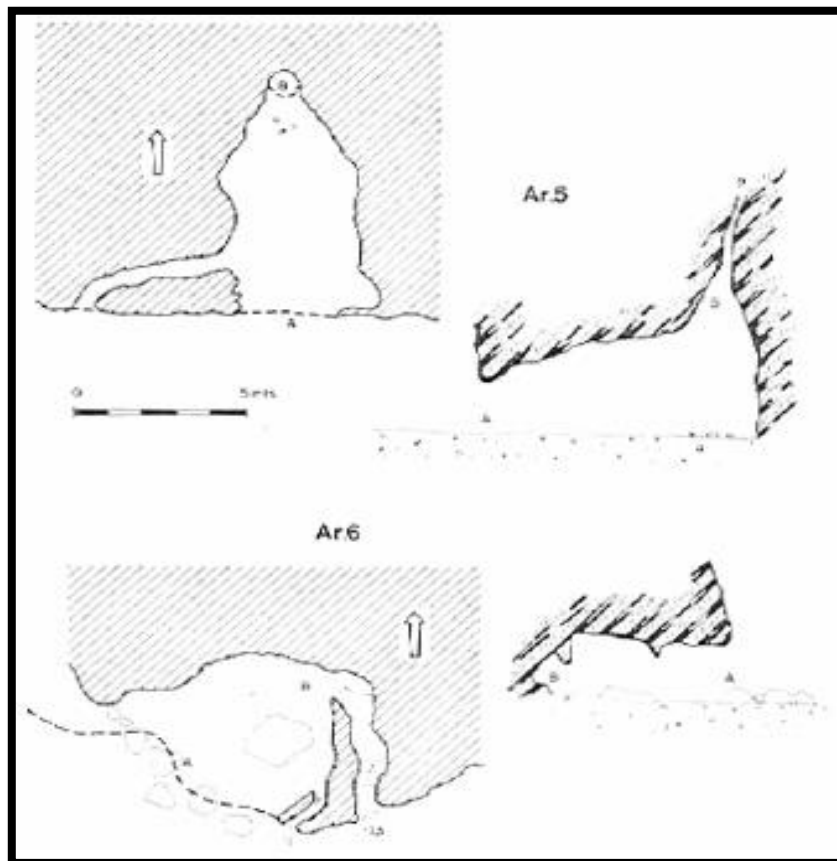


Figura 6 Plano Grutas No. 1 y 2 del Abrigo de Paso del Medio
Fuente: Estudio espeleológico de las cuevas del sector centro sur del morro de Paso del Medio, estado Aragua (2007)

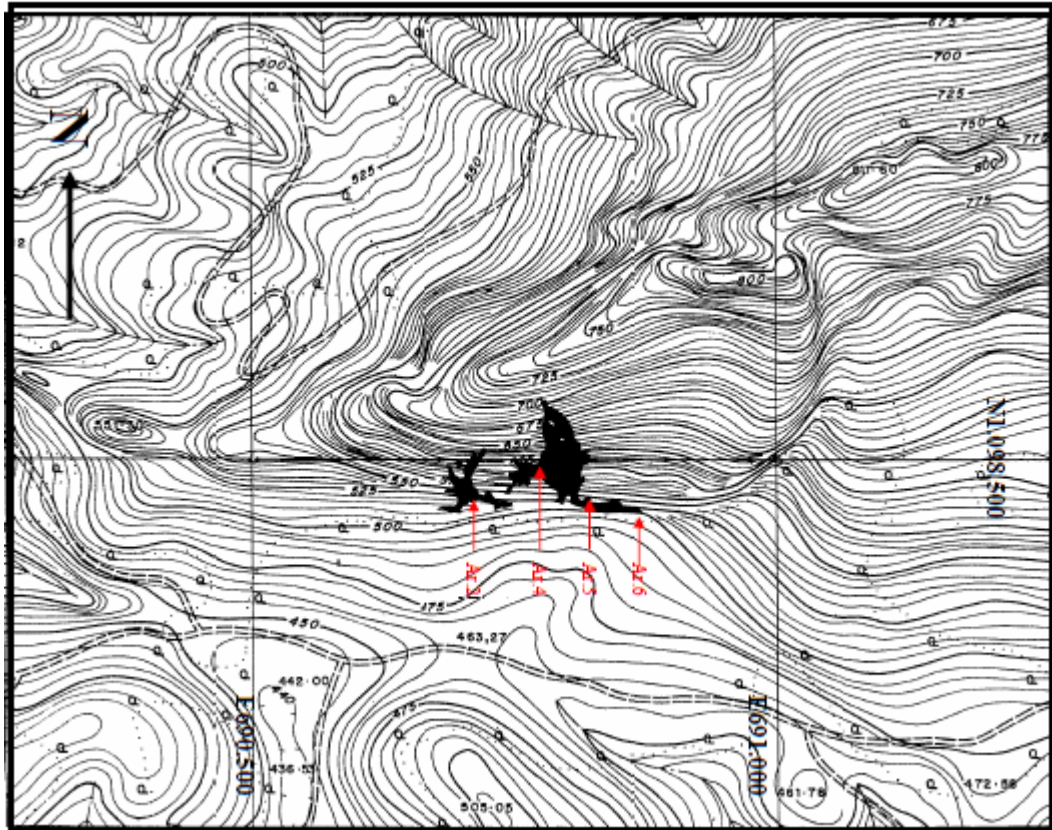


Figura 7 Plano parcial del morro Superponiendo las cuevas en negro, escala 1:5000

Fuente: Estudio espeleológico de las cuevas del sector centro sur del morro de Paso del Medio, estado Aragua (2007)

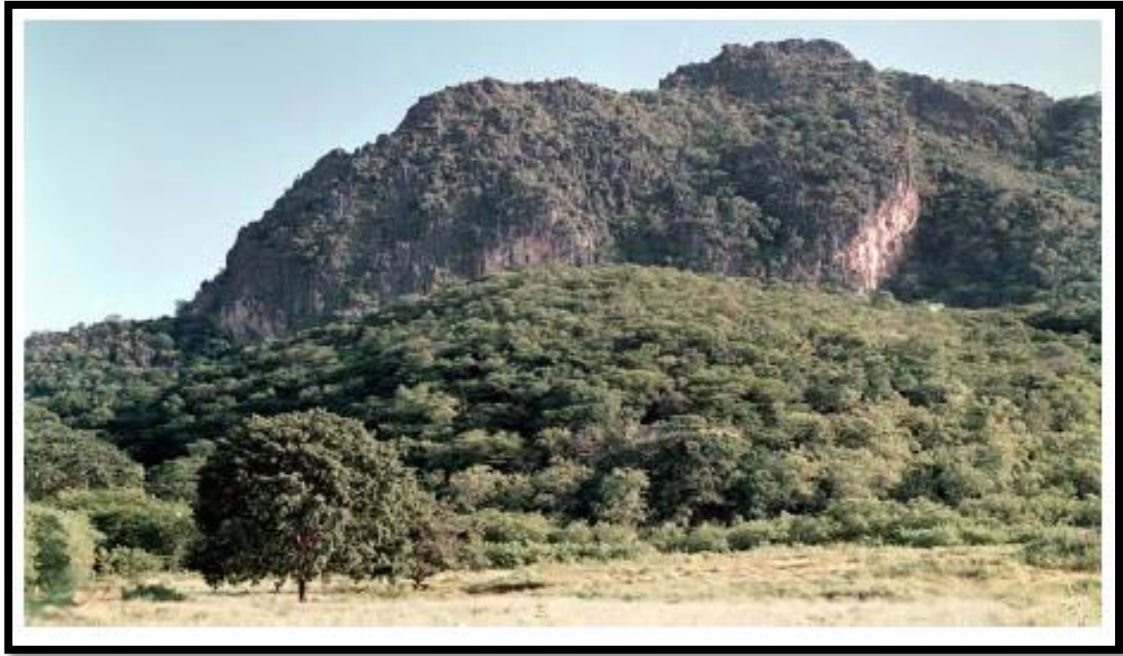


Figura 8 Mitad Occidental del Peñón de Paso del Medio, San Sebastián de los Reyes Estado Aragua, ver anexo 1
Fuente: Estudio espeleológico de las cuevas del sector centro sur del morro de Paso del Medio, estado Aragua (2007)

1.4 Método de Explotación

La explotación de las calizas del Yacimiento Paso del Medio corresponden a una extracción a cielo abierto, absolutamente tradicional y que comprende las operaciones unitarias típicas que son:

- Perforación
- Voladura
- Carga
- Acarreo con camiones
- Trituración

La elección de un esquema de explotación a cielo abierto permite trabajar con varias expansiones en forma simultánea, este esquema debe definir cuantos equipos operan por banco y cuantos frentes de trabajo deben de estipularse para los niveles de producción requeridos.

1.5 Proceso para producir cal viva

- **Extracción:** Se desmonta el área a trabajar y se lleva a cabo el descapote, posteriormente se barrena aplicando el plan de minado diseñado, se realiza la carga de explosivos y se procede a la voladura primaria, moneo, tumbe y rezagado, carga y acarreo a planta de trituración ver Figura 9.
- **Trituración:** Posteriormente es sometida a un proceso de trituración que arrojará como producto trozos de menor tamaño que serán calcinados en hornos verticales. También puede realizarse una trituración secundaria cuando se requieren fragmentos de menor tamaño y se tienen hornos rotatorios para calcinar.
- **Calcinación:** La cal es producida por calcinación de la caliza triturada por exposición directa al fuego en los hornos. En esta etapa las rocas sometidas a calcinación pierden bióxido de carbono y se produce el óxido de calcio (cal viva).
- **Enfriamiento:** Posteriormente se somete a un proceso de enfriamiento para que la cal pueda ser manejada y los gases calientes regresan al horno como aire secundario.
- **Inspección:** Se inspecciona cuidadosamente las muestras para evitar núcleos o piezas de roca sin calcinar.
- **Cribado:** Se somete al cribado con el fin de separar la cal viva en trozo y en guijarros (piedra pequeña, redondeada y lisa) de la porción que pasará por un proceso de trituración y pulverización.
- **Trituración y pulverización:** Se realiza con el objeto de reducir más el tamaño y así obtener cal viva molida y pulverizada, la cual se separa de la que será enviada al proceso de hidratación.
- **Hidratación:** Consiste en agregar agua a la cal viva para obtener la cal hidratada. A la cal viva dolomítica y alta en calcio se le agrega agua y es sometida a un separador de residuos para obtener cal hidratada normal dolomítica y alta en calcio. Únicamente la cal viva dolomítica pasa por un hidratador a presión y posteriormente a molienda para obtener cal dolomítica hidratada a presión.

- Envase y embarque: La cal es llevada a una tolva de envase e introducida en sacos y transportada a través de bandas hasta el medio de transporte que la llevará al cliente.

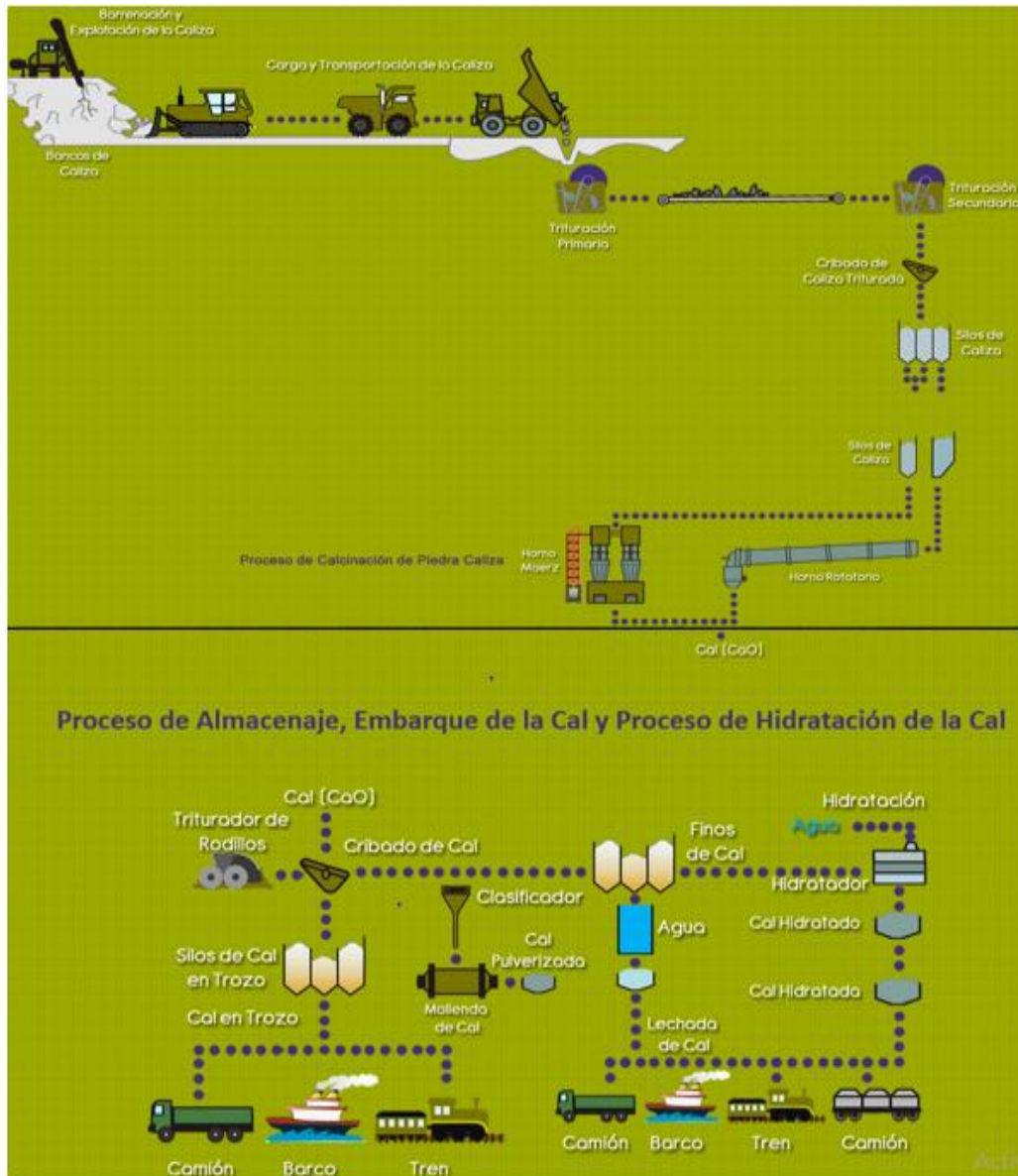


Figura 9 Esquema general del proceso productivo de la cal viva
Fuente: <http://anfcal.org/pages/proceso-productivo-de-la-cal.php>

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

En el siguiente capítulo se desarrollara los antecedente relacionados a la protección de cavidades y planificación minera, además de los fundamentos teóricos de la planificación y el diseño geométrico de minas a cielo abierto, así como el método utilizado para el cálculo de recursos (método de los perfiles), los parámetros para el diseño del patrón de perforación y voladura y finalmente las bases legales.

2.1 Antecedentes

- López R., Geraldine A.; Quintana B., Carmen B. Departamento de Ingeniería de Minas. Facultad de Ingeniería. UCV. (1992). “Plan de explotación del yacimiento de Caliza Paso del Medio, Municipio San Sebastián, Estado Aragua”. Elaborar un Plan de explotación del yacimiento de Caliza Paso del Medio, Municipio San Sebastián, Estado Aragua.
- Iure Borges de Moura Aquino. Universidad Federal de Ouro Preto - UFOP, Escuela de Minas Departamento de Ingeniería de Minas Ouro Preto - Minas Gerais – Brasil (2014). “Análisis de la viabilidad económica de un proyecto minero debido a la presencia de cavidades subterráneas naturales”.
- De Abreu G. Juan C. Departamento de Ingeniería de Minas. Facultad de Ingeniería. UCV. (2002). “Diseño de un plan de explotación yacimiento de caliza, cantera la gamarra Magdaleno, estado Aragua”. Elaboración de un plan de explotación para la zona del Zamuro del depósito de caliza de Magdaleno, estado Aragua; que permita a la empresa “Agregados Caribe” la producción continua de agregados para el concreto aproximadamente a razón de 25.000 t/mes durante el período que comprenda la vida útil del yacimiento.
- Melo Yondert; Departamento de Ingeniería de Minas. Facultad de Ingeniería. UCV. (2016). “Propuesta metodológica para la planificación de soporte de mina, en canteras del distrito capital”. Proponer una Metodología para la Planificación de Soporte de Mina, en Cantera del Distrito Capital.
- Borges Viralta, José Enrique. Departamento de Ingeniería de Minas. Facultad de Ingeniería. UCV. (2004) “Monitoreo, estudio y análisis de vibraciones

asociadas al uso de voladuras con explosivos en los trabajos de ejecución del túnel carrizalito de la línea del metro los Teques.”. Evaluar una metodología de estudio y monitoreo de vibraciones producidas por voladuras con explosivos en las áreas adyacentes a los trabajos de ejecución del túnel Carrizalito del metro de Los Teques, que une la Estación de Las Adjuntas en Caracas con la futura estación El Tambor en los Teques y las zonas vecinas a la carretera Las Adjuntas – Los Teques.

2.2 Bases Teóricas

En esta sección se desarrollan algunos aspectos importantes como: estudios internacionales que delimiten la zona de protección de la cueva, conceptos y parámetros necesarios para realizar una planificación minera.

2.2.1 Aprovechamiento Sustentable

Proceso orientado a la utilización de los recursos naturales y demás elementos de los ecosistemas, de manera eficiente y socialmente útil, respetando la integridad funcional y la capacidad de carga de los mismos, en forma tal que la tasa de uso sea inferior a la capacidad de regeneración.

El Figura 10 se describe la metodología a seguir para clasificar la reserva mineral sustentable definido en el Libro del Oro de Venezuela (2009).

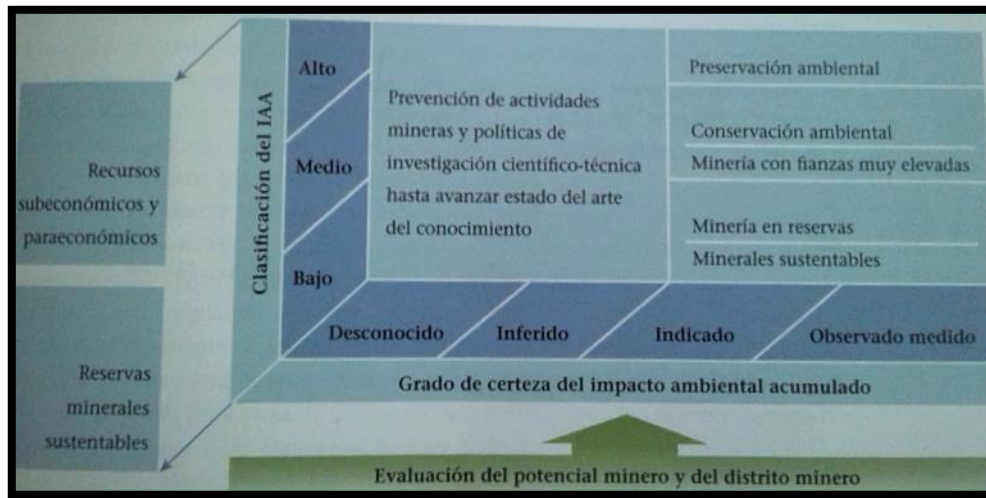


Figura 10 Aproximación a la ordenación mineroambiental de áreas auríferas, basada en evaluación de impacto ambiental por minería.

Fuente: Libro del Oro de Venezuela (2009)

En la Figura 11 se representan los posibles escenarios de riesgos en el proceso de toma de decisiones para el Ordenamiento y uso del Territorio y el ambiente elaborado en el Libro del Oro de Venezuela (2009).

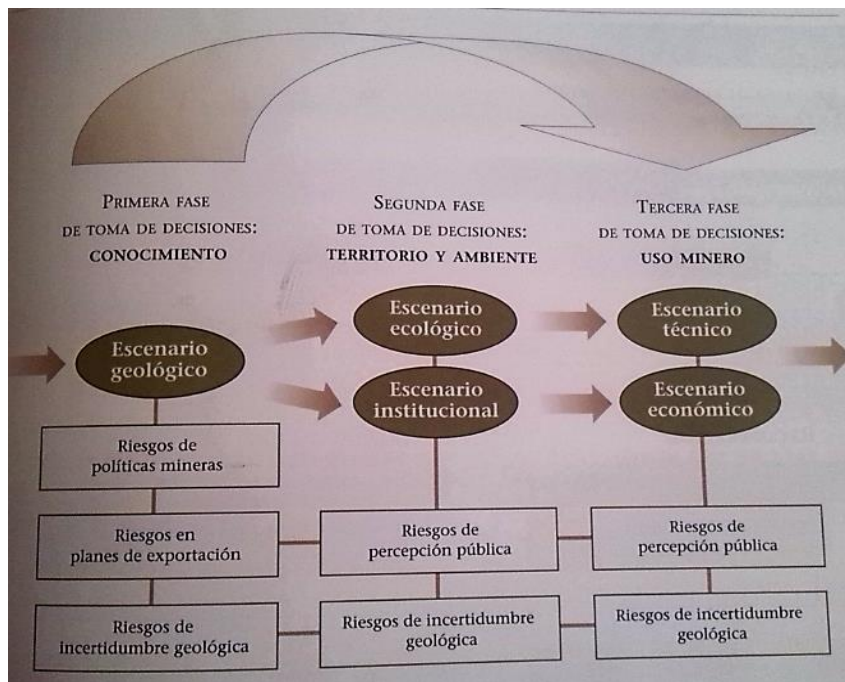


Figura 11 Escenario de riesgos en el proceso de toma de decisiones para el ordenamiento y uso del territorio y el ambiente.

Fuente: Libro del Oro de Venezuela (2009)

2.2.2 Ecología

Es una ciencia que surgió en el siglo XIX sus bases radican en una gran numero de observaciones que los distintos grupos humanos hacían de la vida que se suscitaba a su alrededor.

Como una rama de la biología, esta ciencia ha logrado obtener conocimiento que permiten al hombre explicar, desde las razones que tiene la naturaleza para dotar a los organismos de sus peculiares características, hasta entender la dinámica de cada habitad del planeta.

La ecología estudia la forma en que interactúan los organismos con su entorno inerte. En estas interacciones, los seres vivos necesitan un constante flujo de materia y energía para sobrevivir. Es decir, todos los organismos dependen unos de otros: uno se alimenta de otro y lo utiliza como fuente de energía y materia. La ecología es el estudio del ambiente y abarca todos los factores que lo constituyen: físico, químicos, edáficos, climatológicos, y biológicos entre otros. (Ecología y Medio Ambiente 2002)

2.2.3 Formación Kárstica

Las zonas kársticas típicas están compuestas por un terreno irregular interrumpido por muchas depresiones denominadas **dolinas**. Las dolinas se forman normalmente de dos maneras. Algunas se desarrollan de manera gradual a lo largo de muchos años sin alteración física de la roca. En esas situaciones, la caliza situada inmediatamente debajo del suelo se disuelve por el agua de la lluvia descendente, que está recién cargada de dióxido de carbono. Con el tiempo, la superficie rocosa se va reduciendo y las fracturas en las cuales entra el agua se van agrandando. A medida que las fracturas aumentan de tamaño, el suelo se hunde en las aperturas ensanchadas, de las que se ve desalojado por el agua subterránea que fluye hacia los conductos inferiores. Estas depresiones suelen ser superficiales y tienen pendientes suaves.

Por el contrario, las dolinas pueden formarse también de manera abrupta y sin advertencia cuando el techo de una gruta se desploma bajo su propio peso. Normalmente, las depresiones creadas de esta manera son profundas y de laderas empinadas.

Además de una superficie con muchas cicatrices por las dolinas, las regiones kársticas muestran una falta notable de drenaje superficial (escorrentía). Después de una precipitación, el agua de escorrentía es rápidamente encauzada debajo del terreno a través de las depresiones. Fluye luego a través de las cavernas hasta que alcanza el nivel freático.

Un karst se produce por disolución indirecta del carbonato cálcico de las rocas calizas debido a la acción de aguas ligeramente ácidas. (Tarbuck 2005)

Formación de estalactitas y estalagmitas

Los espeleotemas son formaciones minerales que se generan en cuevas carbonatadas, los tipos principales son estalactitas y estalagmitas, estos depósitos pueden suministrar una información muy útil sobre los cambios climáticos pasados y, en lo fundamental, sobre las paleotemperaturas, cuando se han originado bajo condiciones de equilibrio isotópico. La información almacenada en espeleotemas (así como en todos los archivos naturales) se puede obtener mediante diferentes indicadores paleoclimáticos, conocidos como proxies climáticos.

Un proxy es una fuente indirecta de información que contiene una señal climática, la cual almacena condiciones ambientales del pasado y las transforma en un registro relativamente permanente.

Las estalagmitas se definen como formaciones principalmente compuestas de calcita (CaCO_3) formadas por la infiltración de aguas meteóricas a través de rocas ricas en calcio (como la caliza y dolomía), las cuales crecen desde el suelo hacia el techo de la caverna. El agua se filtra a través de grietas y disuelve algunos compuestos de la roca caja. Cuando esta solución penetra en la cueva, los minerales disueltos reaccionan químicamente precipitando el material.

Las estalactitas definen como formaciones principalmente compuestas de calcita (CaCO_3) formadas por la infiltración de aguas meteóricas a través de rocas ricas

en calcio (como la caliza y dolomía), las cuales crecen desde el techo hacia el suelo de la caverna. (Álvarez 2009).

2.2.4 Explotación a cielo abierto

Cuando los yacimientos presentan una forma regular y están en la superficie o cerca de estas, se emplea el proceso de extracción a cielo abierto, de manera que el material estéril que lo cubre sea retirado a un costo tal que pueda ser absorbido por la explotación de la porción mineralizada. Este sistema permite utilizar maquinarias de grande dimensiones, ya que le espacio no es tan restringido como en el caso de la minas subterráneas, aunque su operación puede estar limita por el clima; como es el caso de la minas ubicadas en la alta cordillera.

La elección del método de explotación de un yacimiento depende principalmente de una decisión económica y ambiental, considerando inversiones, costo y beneficios del proyecto a explotar, los cuales están directamente relacionados con los siguientes factores propios del yacimiento:

- Tipo de mineral
- Ubicación
- Tamaño
- Forma
- Topografía superficial
- Profundidad del cuerpo mineral
- Complejidad, calidad y distribución de la mineralización
- Características del macizo rocoso
- Calidad de información de reservas
- Inversiones asociadas.

Por otro lado la elección considera tambien la política, necesidades y recursos que disponga la empresa interesa en realizar la explotación. Manual general de minería y metalurgia (2006).

2.2.5 Planificación Minera

Ortiz y otros (2001), indica que antes de entrar en una clasificación de las diferentes clases de planificación que se aplicarán en las empresas, debemos tratar de definir, si es posible, el concepto mismo de planificación de una manera práctica y aplicable a los casos mineros. De diferentes autores se han escogido varias definiciones, ya que, probablemente, de la lectura de todas podremos obtener una impresión más completa que tomando una sola como dogma, de estas tenemos:

- La planificación será un proceso de adaptación a los inevitables cambios o ciclos.
- Planificación será un estilo de dirección. Será una actitud mental y laboral más que una técnica.
- Planificación será una decisión o elección previa.
- Planificación es creer y desear hacer algo que sucederá.
- Planificación será no confundir el deseo con la realidad.
- La planificación será anticipar el posible futuro.

2.2.6 Planificación a largo plazo

La planificación de cualquier actividad en la empresa, ha de enmarcarse dentro de un plan estratégico que defina las líneas generales de actuación para la consecución de los objetivos prefijados de rentabilidad y crecimiento.

Ese plan debe contar con los siguientes elementos:

- Las informaciones fundamentales (distintos análisis y previsiones de la empresa) en que se basan los planes.
- Los proyectos de negocio por el autor del plan.
- Los detalles de los programas de acción establecidos para llevar a cabo las estrategias propuestas.
- Las necesidades de recursos, fijadas generalmente en términos financieros.

- Los presupuestos, es decir, la expresión cuantificada de todas las actividades planificadas y que, junto con los programas de acción, sirven de base para la medida y control de la ejecución respecto a los objetivos planteados.

2.2.7 Planificación de Mediano plazo

- Presupuesto de operaciones, generalmente un año.
- Se encarga de adaptar los modelos que sustentan la planificación de largo plazo.
- Produce planes de producción que permiten conducir la operación a las metas de producción definidas en el largo plazo.
- El resultado de esta planificación es utilizada para adaptar la definición de negocios de la mina.

2.2.8 Planificación de Corto plazo

- Equipos y logística para cumplir con la meta definida en el presupuesto de operaciones de la mina.
- En esta instancia de planificación es donde se deben analizar los recursos utilizados en la operación de la mina.
- Sin embargo su rol más importante es la recopilación y utilización de la información operacional de modo de retroalimentar a la planificación de mediano plazo.
- Define indicadores de modo de corregir los modelos que sustentan la planificación, tal como se muestra en la Figura 12.

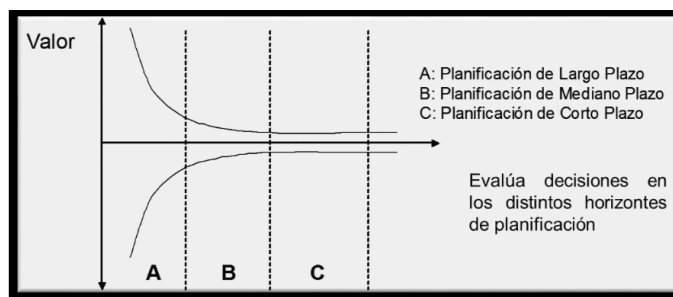


Figura 12 Horizontes de planificación y agregación de valor.
Fuente: Ortiz y otros (2001).

2.2.9 Diseño de minas a cielo abierto

Al momento de proyectar una mina a cielo abierto, Bustillo y López (1997), describen que se deben tener en cuenta cuatro grupos de parámetros: geométricos, que son función de la estructura y morfología del yacimiento, pendiente del terreno, límites de propiedad, entre otros; geotécnicos, dependientes de los ángulos máximos estables de los taludes en cada uno de los dominios estructurales en que se haya dividido el yacimiento; operativos, referentes a las dimensiones necesarias para que la maquinaria empleada trabaje en condiciones adecuadas de eficiencia y seguridad; y finalmente, ambientales, referente a aquellos que permiten la ocultación a la vista de los Pit o escombreras y faciliten la restauración de los terrenos o la reducción de los pasivos ambientales.

2.2.10 Parámetros geométricos que configuran una explotación de minería a cielo abierto

En relación a los parámetros geométricos que configuran una explotación de minería a cielo abierto se toma como referencia los establecidos por Bustillo y López (1997), los cuales se detallan a continuación:

- **Banco:** Es un módulo o escalón comprendido entre dos niveles que constituyen la rebanada que se explota, de estéril o mineral, y que es objeto de excavación donde un punto del espacio hasta una porción final predeterminada.
- **Altura de banco:** Es la distancia vertical entre dos niveles o, lo que es igual, desde el pie del banco hasta la parte más alta o cabeza del mismo.
- **Ángulo del talud o ángulo del banco:** Es el ángulo entre la horizontal y la línea de máxima pendiente de la cara del banco.
- **Talud de trabajo o ángulo de trabajo:** Es el ángulo determinado por el pie de los bancos entre los cuales se encuentran algunos de los tajos o plataformas de trabajo. Es, pues, una pendiente provisional de la excavación.
- **Pistas o rampas:** son estructuras varias dentro de una explotación, a través de las cuales se extrae el mineral y el estéril, o se efectúan los movimientos de

equipos y servicios entre diferentes puntos de la mina. Se caracteriza, fundamentalmente, por su anchura y su pendiente dentro de una disposición espacial determinada.

- **Rampa de acceso:** Caminos de usos esporádicos que se utilizan para los accesos de los equipos, generalmente de arranque, a los frentes de explotación. Las anchuras son pequeñas y, al ser vías de un solo carril, las pendientes son superiores a las pistas.
- **Limites finales de la mina:** son aquellas situaciones espaciales hasta que llegan las excavaciones. El límite horizontal determina el fondo final de la explotación y los límites laterales lo determinan los taludes finales de la misma.
- **Bermas:** son aquellas plataformas horizontales existentes en los límites de la explotación sobre los taludes finales, que ayudan a mejorar la estabilidad de un talud y las condiciones de seguridad. El intervalo de las bermas y su anchura, así como el ángulo de talud, se establece por condiciones geotécnicas y de seguridad y, en condiciones, por consideraciones operativas si se utilizan como pistas de transporte.
- **Talud final o ángulo de talud final:** es el ángulo del talud estable determinado por la horizontal y la línea que une el pie del banco inferior y la cabeza superior.
- **Ancho de banco:** La anchura de trabajo es definida por Bustillo y López (1997), como la suma de los espacios necesarios para el movimiento de la maquinaria que trabaja en ellos. Los espacios operativos a considerar en este diseño se pueden observar en la Figura (13), siendo (s) la distancia hasta el borde del banco diseñada como zona de seguridad; (p) será el espacio que ocupe la máquina perforadora; (c) la zona de maniobras de la máquina que realice la carga, su anchura desde el frente del tajo, hasta la zona de seguridad, debe ser por lo menos 1,5 veces la longitud de la cargadora; (t) dependerá del diseño de la vía y de la configuración de carga que se escoja.

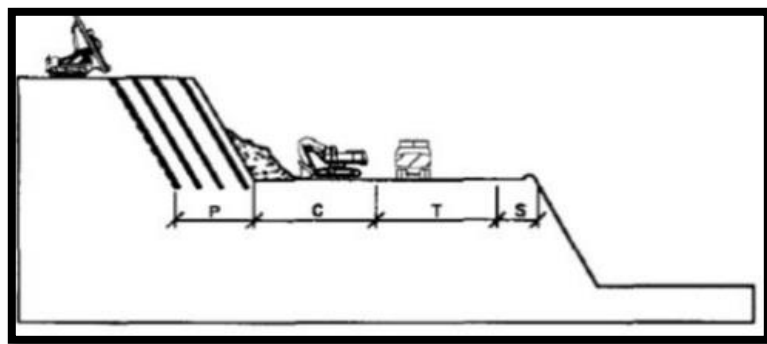


Figura 13 Ancho de trabajo
Fuente: Tomado de Bustillo y López (1997)

2.2.11 Bermas

Para el correcto diseño de bermas, Bustillo y López (1997), proponen que cuando en las explotaciones se produzcan, con frecuencia, desprendimientos de los taludes y sea necesario trabajar en los niveles inferiores, o cuando se vaya a abandonar las minas, pueden construirse banquetas de material suelto, a modo de cordones o muros para la protección en las propias bermas y para que retengan el material caído desde una cierta altura. Para facilitar el proceso de diseño se presenta la Tabla 3 con valores referenciales tomada de Bustillo y López (1997):

Tabla 3 Diseño de Berma

| Altura de banco (m) | Zona de Impacto (m) | Altura de banqueta (m) | Anchura de banqueta (m) | Anchura mínima de la berma (m) |
|---------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| 15 | 3,5 | 1,5 | 5 | 7,5 |
| 30 | 4,5 | 2 | 5,5 | 10 |
| 45 | 5 | 3 | 8 | 13 |

Fuente: Tomado de Bustillo y López (1997)

Otra forma propuesta por los autores para calcular estos parámetros para otra altura diferente a las especificadas, sería utilizando las siguientes expresiones:

- Anchura mínima de la berma= $4,5 \text{ m} + 0,2 * H \text{ (m)}$
- Altura mínima de la anqueta= $1 \text{ m} + 0,04 * H \text{ (m)}$

donde H es la altura del banco de trabajo.

2.2.12 Pistas y Rampas

El diseño de pistas es uno de los aspectos más importante de la planificación minera y debido a su efecto sobre todas las actividades que se desarrollan en las explotaciones, es necesario considerar las pistas dentro de la planificación en una etapa tan temprana como sea posible. Las explotaciones pueden diseñarse inicialmente sin las pistas, sin embargo, después de que una explotación es diseñada económicamente, si las pistas están ausentes, los cambios necesarios para introducirlas en una configuración real son frecuentemente drásticos, tanto en términos de tonelaje como en la forma del hueco final de explotación. (Bustillo y López 1997).

Para realizar el correcto diseño geométrico de las vías, se deben considerar los siguientes parámetros: el ancho, la pendiente, el peralte, la pendiente de bombeo; la visibilidad en curvas y desniveles; transición del peralte, bermas mineras y finalmente los sobre anchos.

- **Ancho de vía:** Debe ser suficientemente amplia y se calcula con la siguiente formula:

$$\text{Ancho de vía} = 2AC + AZ + AB + DS$$

Tomado de Abreu G. Juan C. (2014)

dónde:

AC : Ancho del camión.

AZ : Ancho de la zanja.

AB : Ancho de berma.

DS : Distancias de seguridad

- **Pendiente de las vías:** Es la relación que existe entre el desnivel que se debe superar y la distancia en horizontal hay que recorrer, lo que equivale a la tangente del ángulo que forma la línea a medir con el eje x, que sería el plano. La pendiente se expresa en tantos por ciento o en grados; y para calcular una pendiente basta con resolver P.

$$\text{Pendiente (\%)} = \frac{\text{Distancia vertical}}{\text{Distancia horizontal}} \times 100$$

Estará definida por la potencia de los vehículos, la media para camiones es 8%. La mejor pendiente será aquella que permita obtener el ciclo de tiempo menor en el transporte.

- **Peralte:** Cuando un vehículo entra en una curva, además del peso y la reacción que el rozamiento, debido a la rotación produce en el terreno, aparece una nueva fuerza: la centrífuga. Esta fuerza origina dos peligros para la estabilidad del vehículo, el deslizamiento vertical y el peligro de vuelco. Para contrarrestar la fuerza centrífuga el peralte es calculado a partir de la siguiente igualdad:

$$e + f = v^2 / 127,14 R$$

dónde:

e : tangente del ángulo de la superficie con la horizontal

f : coeficiente de fricción

v : velocidad en km/h

R : radio de curva en metros.

- **Transición del peralte:** En las uniones de tramos con diferentes peraltes es preciso establecer la longitud de pista en la que el peralte varía en forma gradual, y establece una zona de transición donde se trabaja con un gradiente de velocidad y pendiente transversal en una longitud de aproximadamente 30 m.
- **Visibilidad:** Es importante para la seguridad la capacidad del conductor para ver a tiempo un riesgo potencial, por lo que deben evaluarse las distancias de frenado partiendo de una velocidad media hasta detener totalmente el vehículo, y en función de esta distancia se establecen y evalúan los puntos de visibilidad más cerrada, tales como curvas.

- **Pendiente transversal o bombeo:** Con el fin de conseguir un desagüe efectivo hacia los bordes debe darse una coronación el eje de la pista respecto a los bordes. Esta pendiente es del 1 o 2%.
- **Sobrecanchos:** Los sobrecanchos se utilizan para servicios, seguridad y otros, y dependen del largo de la vía. Para calcular los sobrecanchos, se utiliza la siguiente ecuación:

$$F = \frac{2 * \left[R - (R^2 - L^2)^{1/2} \right] * 5.8}{R^{1/2}}$$

dónde:

F : sobrecanchos (m)

R : radio de curvatura (m)

L : distancia entre ejes del volquete (m)

- **Bermas mineras:** Las bermas mineras consisten de un material en pila a los bordes de la vía de aproximadamente el 60 o 70% de la altura del caucho, y que actúa como soporte en el caso de volcamientos.

2.2.13 Método de los perfiles para el cálculo de reservas

Consiste en trazar perfiles verticales del yacimiento y calcular las reservas de los bloques delimitados por dos perfiles. Se utiliza cuando se tienen cuerpos mineralizados de desarrollo irregular y que han sido estudiados mediante sondeos distribuidos regularmente, de forma que permitan establecer cortes o perfiles en los que se basa el cálculo de reserva. En relación a la evaluación de reservas por el método de los perfiles, se toma como referencia los establecidos por Bustillo y López (1997), el cual detalla las consideraciones para la construcción de los perfiles, el método de regla de Simpson para la estimación del área de los perfiles y finalmente lo referente al cálculo de los volúmenes de los bloques.

2.2.14 Consideraciones para la construcción de perfiles:

Durante la construcción de los perfiles es necesario tomar en cuenta lo siguiente:

1. Perpendiculares a la máxima longitud del yacimiento
2. Paralelos entre si
3. Distanciados regularmente
4. Se construyen partir de datos de sondeos
5. Perfiles intermedios por las peculiaridades locales
6. Se pueden proyectar

2.2.14.1 Cálculo del área del perfil

Para el cálculo del área del perfil se utilizan diversos métodos, como el método de planímetro o el método de papel milimetrado. Sin embargo el más conveniente para nuestro alcance es el método de la regla de Simpson. El cual es una aproximación practica para el cálculo de superficies y viene dado por la fórmula:

$$S = \frac{d}{3} * (l_1 + l_n + 2 * (l_3 + l_5 + \dots + l_{n-2}) + 4 * (l_2 + l_4 + \dots + l_{n-1}))$$

Tomado de: Bustillo y López (1997)

dónde:

d = distancia entre los segmentos

l_1 = longitud del segmento 1

La representación gráfica de los parámetros d y l se puede observar en la Figura 14.

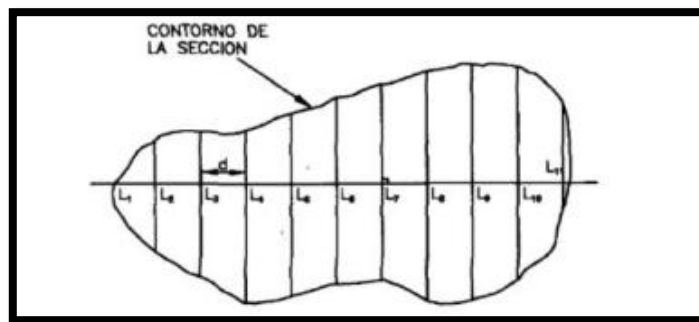


Figura 14 Cálculo del área del perfil por el método de regla de Simpson

Fuente: Bustillo y López (1997)

2.2.14.2. Determinación de los volúmenes de los bloques

El siguiente paso consiste en el establecimiento de los bloques y sus volúmenes asociados. Para definir los bloques existentes dos método: a) cada bloque viene

definido por una sección y la distancia media entre esa sección y los dos sucesivas, una a cada lado, y b) cada dos secciones determinan un bloque.

El primer caso se determina a través de la siguiente fórmula:

donde:

V : volumen

A : área

D : distancia entre cada perfil

En el segundo caso, se obtiene por medio de la siguiente fórmula:

$$V = (A_1 + A_2 + A_3) * \frac{D_1 * D_2}{6}$$

Para los bloques finales, se utiliza la siguiente ecuación:

$$V = \frac{A * d}{2}$$

2.2.15 Métodos de perforación

Los dos grandes métodos mecánicos de perforación de roca son los rotopercutivos y los rotativos.

- Métodos Rotopercutivos: Son los más utilizados en casi todos los tipos de roca, tanto si el martillo se sitúa en cabeza como en el fondo del barreno.
- Métodos rotativos: Se subdividen a su vez en dos grupos, según que la penetración se realice por trituración, empleando triconos, o por corte utilizando bocas especiales. El primer sistema se aplica en roca de dureza media a alta y el segundo en roca blanda.

Atendiendo a la resistencia a compresión de las rocas y el diámetro de perforación, se pueden delimitar los campos de aplicación de los diferentes métodos tal como se muestra en la Figura. 15.

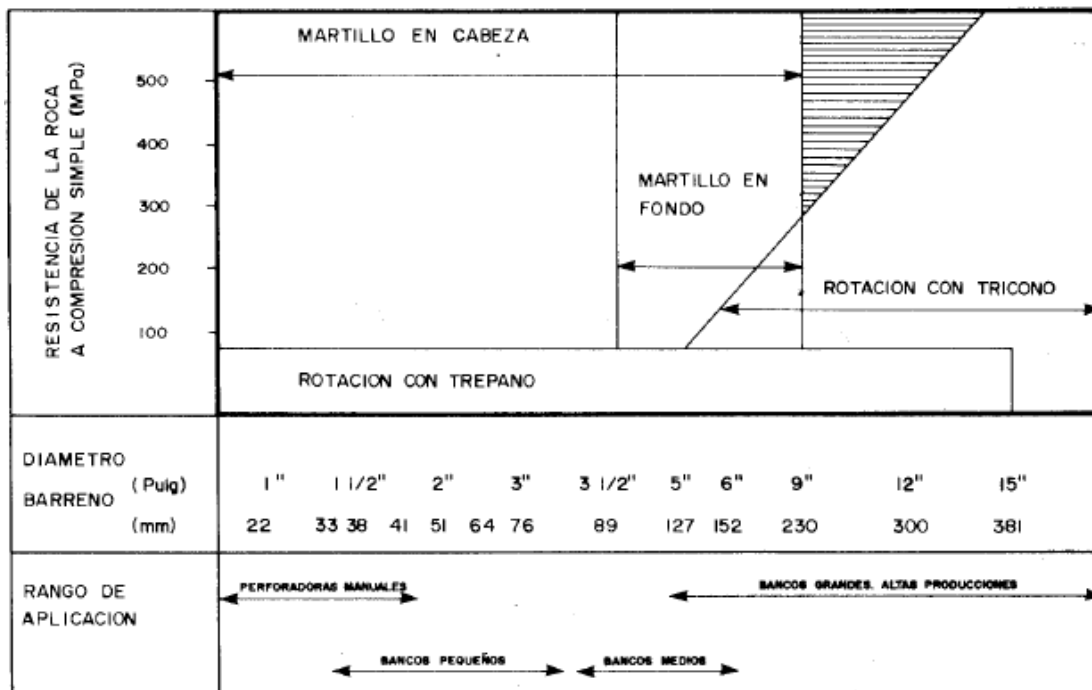


Figura 15 Campos de aplicación de los métodos de perforación en función de la resistencia de las rocas y diámetros de los barrenos.

Fuente: Bustillo y López (1997)

2.2.16 Variables controlables de la Voladura

- Bancos: Superficie en el terreno, generalmente horizontal con características geométricas tales, que facilitan las operaciones de perforación, están dispuestas en una altura en metros definida en el plan de mina y en forma escalonada.
- Diámetro de la perforación: En la perforación de huecos de voladura, es deseable la selección de diámetros grandes, con el fin de minimizar los costos de la operación al disminuir la cantidad de huecos por voladura o por volumen de roca volada.

La selección del diámetro de perforación está influenciada por varios factores:

1. Tipo de explosivos a utilizar
2. Grado de fragmentación requerida
3. Necesidad de disminuir el efecto de la voladura en el contorno rocoso
4. Regulación de las vibraciones en el terreno

5. Regulación de la intensidad de las ondas de choque aéreas
 6. Disponibilidad de equipos de perforación, carga y acarreo
- Altura del banco: La altura de banco está relacionada directamente con la planificación global de las operaciones mineras, ésta está en relación directa con los equipos de excavación seleccionados en función de los volúmenes de producción planeados. En lo que a las labores de perforación concierne, la altura de banco, definen el diámetro de la perforación, el tamaño de los equipos a utilizar y la escogencia del tipo y longitud de las barras, así como la necesidad o no de la utilización de accesorios guía. Generalmente se considera que bajos bancos implican el uso de pequeños huecos, mientras que diámetros grandes deben ser utilizados en bancos altos.
 - En condiciones normales, la altura de los bancos de voladura de producción debe estar por debajo de los 15 metros para que las labores de perforación sean realizadas de manera óptima. Alturas mayores implican un aumento de las dificultades operativas y en los errores de desviación y alineación. Para compensar esto, normalmente se establece la perforación horizontal, para cubrir el espacio comprendido entre el fondo del hueco perforado desde arriba y el pie del banco.
 - Longitud del Barreno: Longitud de perforación realizada en el área a volar definida por la altura del banco.
 - Diámetro del Barreno: Definido por el diámetro de la broca de perforación, diseñado según las características del macizo rocoso, el grado de fragmentación deseado, la altura del banco, configuración del as cargas y por el equipo de perforación seleccionado.
 - Burden o retiro: Distancia más corta a la cara libre, en una malla de perforación, esta variable depende del diámetro de la perforación, de las propiedades de la roca, de los explosivos a utilizar, de la altura del banco y el grado de fragmentación y desplazamiento del material deseado, los valores de esta se encuentran entre 25 a 40D, dependiendo fundamentalmente del macizo rocoso.

- Espaciamiento: Distancia más larga entre barrenos de una misma fila en una malla de perforación, así como en el cálculo del Burden, esta variable depende del retiro y se calcula en función al retiro, el tiempo de retardo de los barrenos y entre barrenos y de la secuencia de encendido. Espaciamientos pequeños producen entre las cargas un exceso de trituración y roturas superficiales en cráter, bloques de gran tamaño por delante de la fila de barrenos y problemas de repiés.
- Retacado: Volumen del barreno relleno de material inerte generalmente en superficie y que está definido por la relación de carga del barreno y el diámetro del mismo, por regla general al aumentar el diámetro del barreno, aumenta el retacado, guarda relación con este mediante la forma $(T/\varnothing b < 60)$. Tiene la misión de confinar y retener los gases producidos durante la explosión para permitir que se desarrolle por completo el proceso de fragmentación de la roca. Si este es insuficiente se produce un escape prematuro de los gases generando problemas de onda aérea y riesgo de proyecciones, si este es excesivo se obtienen grandes cantidades de bloques, poco esponjamiento de la pila de material y altos niveles de vibración.
- Sobreperforación: Es la longitud del barreno por debajo del nivel del piso que se necesita para romper la roca a la altura del banco y lograr una fragmentación y desplazamiento adecuado que permita al equipo de carga alcanzar la cota de excavación prevista.
- Angulo de Inclinación del Barreno: Corresponde al ángulo que se le da a la perforación respecto a la vertical y que se encuentra relacionado con los parámetros geotécnicos de la roca, mientras la perforación este inclinada se presentan ventajas a saber:
 - Mejora la fragmentación, desplazamiento y esponjamiento de la pila de material, ya que el valor B se mantiene uniforme, aumentando el ángulo de la trayectoria de la proyección.
 - Mejoran los problemas de cortes en las líneas de iniciación y por consiguiente los fallos en las voladuras.

- Taludes con paredes más sanas, estables y seguras en los nuevos bancos creados.
- Los equipos de carga sobre ruedas obtienen mayores rendimientos, debido a la menor altura y mayor esponjamiento de la pila.
- Menor Sobreperforación y mejor aprovechamiento de la energía del explosivo, lo que se traduce en una reducción en las vibraciones en el terreno.
- Menor consumo específico de explosivo al reflejarse de forma más eficiente la onda de choque en el pie del banco, y posibilidad de aumentar la dimensión del retiro con menor riesgo de aparición de repiés.
- En minería de carbón, no se produce sobre trituración de este durante la voladura del estéril.
- Mayor rendimiento de la perforación por unidad volumétrica arrancada.

Por el contrario existen inconvenientes en la perforación inclinada a saber:

- Desviación de los barrenos cuando estos tienen grandes profundidades.
- Aumento de la longitud de perforación.
- Maniobras de posicionamiento de los equipos de perforación más exigentes.
- Mayor supervisión repercutiendo en los tiempos de producción.
- Disminución de la energía de empuje de las perforadoras, por lo que en rocas duras el avance está limitado al ángulo de inclinación de la torre de la perforadora.
- Mayor desgaste de los elementos de corte en las perforadoras, lo que se traduce en una menor disponibilidad mecánica de los equipos.
- Para excavadoras de cables, una mejor altura de la pila repercute en su rendimiento.
- Mayor dificultad en la evacuación del detritus de perforación, requiriendo mayor caudal de barrido.
- Dificultades en la carga de los barrenos con explosivo en especial en barrenos con presencia de agua.

- Esquema de Perforación: En las voladuras en banco, los esquemas utilizados son en cuadrado o rectangular debido a la facilidad del replanteo en el emboquille, no obstante el esquema más efectivo es el denominado tresbolillo, y el mejor de estos es el que replantea barrenos en forma de triángulos equiláteros.
- Profundidad del barreno: La profundidad del hueco tiene gran influencia en la selección de los equipos de perforación, considerándose, especialmente, si las operaciones de voladura implican un incremento progresivo de la profundidad de los mismos. La utilización de equipos de gran potencia en combinación con barras de perforación altamente resistentes pueden requerirse para obtener los resultados deseados.

En las labores de perforación en espacios reducidos sólo pueden utilizarse barras de perforación de pequeña longitud, lo que significa que el equipo extensible ha de utilizarse incluso para trabajos poco profundos. Igualmente cuando tenga que realizarse voladuras de barrenos horizontales o verticales y por la razón de que la profundidad del barreno es, siempre, ligeramente superior al avance logrado o la altura del banco.

- Inclinación de la perforación: La utilización de huecos inclinados viene a ser la respuesta a minimizar los efectos de rotura excesiva en la roca adyacente a la voladura, presentando algunas ventajas sobre la perforación vertical:
 - Disminución de la cantidad de huecos por voladura
 - Mejora la geometría y facilita el posicionamiento del material volado
 - Mejora la estabilidad el banco
 - Disminuye los riesgos de rotura atrás y generación de repiés

La perforación inclinada proporciona un mayor efecto de la onda de choque en la parte más crítica del hueco, donde se requiere los mayores esfuerzos de rotura debido al confinamiento y la dificultad de salida, como lo es el pie del banco. Por otro lado, la perforación inclinada presenta las siguientes desventajas:

- Incremento en los errores de alineación

- Incremento en la posibilidad de desviación
- Necesidad de una estrecha supervisión
- Aumento del desgaste por fricción de las herramientas de perforación

Es más difícil lograr exactitud en la perforación inclinada, especialmente en huecos perforados en bancos muy altos, debido a que los errores se incrementan en la medida que se incrementa el ángulo de perforación, por lo que es necesario una estrecha supervisión de las labores de perforación para lograr evitar los errores que puedan cometerse en la alineación de los huecos.

Por otro lado, se debe considerar a la hora de seleccionar los aceros de perforación, que la perforación de huecos inclinados incrementa el efecto del roce en las barras y los laterales de la broca con las paredes del hueco, siendo más severo en las rocas con alto contenido de elementos abrasivos como los óxidos de aluminio y sílice.

- Alineación de la perforación: Otro de los factores importantes a controlar durante la perforación y que influye decisivamente sobre el resultado de la voladura posterior, es sin duda, la calidad de la perforación, tanto en la ejecución del esquema previsto como en la alineación de los barrenos y el mantenimiento de la dirección de los mismos en la medida que se profundizan los huecos. La alineación de los barrenos está afectada por cuatro factores principales:
 - Método y equipo de perforación utilizado
 - Resistencia, rigidez y tipo de aceros de perforación utilizados
 - Errores en el emboquillamiento
 - Errores de dirección
 - Habilidad y destreza del operador
 - Propiedades estructurales de la roca.

Los huecos de voladura deben ser perforados tan rectos como sea posible en la búsqueda de lograr la distribución óptima del explosivo, de modo de proporcionar el efecto de voladura precalculado, evitando la necesidad de efectuar voladuras secundarias y mantener los costos operativos lo más bajo posibles.

La desviación tiende a incrementarse en la medida que se incrementa la profundidad del hueco, teniendo como consecuencia la demanda del incremento en los metros perforados, en compensación a esta diferencia. En las perforaciones horizontales e inclinadas, el peso de la sarta de perforación influye de manera significativa en la desviación de los barrenos. La ejecución correcta del patrón previsto exige que esté debidamente marcado sobre el terreno la ubicación exacta de cada perforación y la habilidad y práctica del operador en ubicar la perforadora en la posición correcta para que la broca coincida con el lugar previamente señalado, para mantener una alineación correcta de todos los huecos que conforman el patrón diseñado para la voladura.

No siempre las causas de desviaciones en la perforación son debidas, directamente, a los operadores, aunque en general suelen ser las más importantes. Existen muchas otras causas de desviación, por ejemplo, las directamente relacionadas con el desgaste del sistema de perforación, o de la propia perforadora en sí. El paso de formaciones de distinto grado de dureza y su inclinación respecto al eje del barreno, suele ser otra causa importante de desviación. La meticulosidad en el emboquillamiento del hueco, la precisión y alineamiento de los mismos, la óptima adaptación del diámetro de las barras de perforación con la broca y el uso, cuando la profundidad del hueco lo requiere, de dispositivos de guía, son factores esenciales para reducir los errores de alineación y las desviaciones en la perforación.

2.2.17 Deflagración y Detonación

Los explosivos químicos, según las condiciones a que estén sometidos, pueden ofrecer un comportamiento distinto del propio de su carácter explosivo. Los procesos de descomposición de una sustancia explosiva son: la combustión propiamente dicha, la deflagración y por último la detonación.

- **Combustión:** Pueden definirse como toda reacción química capaz de desprender calor, pudiendo ser o no percibido por nuestros sentidos.

- Deflagración : Es un proceso exotérmico en el que la transmisión de la reacción de descomposición se rige bajo el principio de conductividad térmica, se trata de un fenómeno superficial en el que el frente de deflagración se propaga por la superficie del explosivo en capas paralelas a una velocidad baja que por lo general no supera los 1.000m/seg.
- Detonación: Es un proceso físico-químico caracterizado por su gran velocidad de reacción y formación de gases en grandes cantidades a temperaturas elevadas, que adquieren una gran fuerza expansiva. La cesión por conductividad del calor generado en una detonación por las moléculas gasificadas de un explosivo al alcanzar su velocidad máxima, no es posible, sino que es transmitida a las demás moléculas por choque a la zona inalterada de carga, deformándola y produciendo su calentamiento y explosión adiabática con generación nuevos gases.

La energía de iniciación en los explosivos deflagrantes o pólvoras puede ser una llama, mientras que en los explosivos detonantes, se requiere de una energía en forma de onda de choque, una vez iniciado el explosivo, se genera una onda de choque a presión que se propaga a través de su masa, esta onda da la energía necesaria para activar las moléculas de la masa del explosivo alrededor del foco iniciador de energizado, provocando así una reacción en cadena.

El explosivo que reacciona produce una gran cantidad de gases a altas temperaturas, esta actúa sobre la masa que aún no ha detonado en forma de una presión secundaria, su efecto se suma al de la onda de presión primaria, pasando de un proceso de deflagración a otro de detonación ver Figura 16, en el caso en que la onda de presión de los gases actúe en sentido contrario a la masa del explosivo sin detonar, se produce un régimen de deflagración lenta, de tal manera que al ir perdiendo energía la onda de detonación primaria llega en casos a ser incapaz de energizar al resto de la masa de explosivo produciéndose la detención de la detonación, en estos casos los barrenos quedan cargados siendo un peligro para la seguridad de las demás actividades en la mina o cantera, incluso en obras civiles.

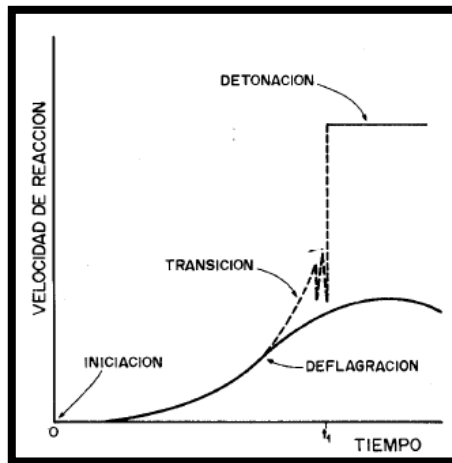


Figura 16 Desarrollo de una detonación
Fuente: Manual de perforación y Voladura de rocas (J.Contreras)

2.2.18 Propiedades de los Explosivos

2.2.18.1 Potencia y Energía

Es la cantidad de energía disponible para la generación de un efecto mecánico. Existen diferentes formas de expresar la potencia de un explosivo, cuando la dinamitiera el explosivo base, la potencia se media de acuerdo al porcentaje de Nitroglicerina (NG), con la sustitución parcial de esta por otros productos y la ejecución de ensayos de laboratorio se dio origen a la expresión Potencia Relativa en Peso (Relative Weight Strength o RWS) y Potencia Relativa por Volumen (Relative Bulk Strength o RBS), para lo cual se toma como patrón al ANFO, al cual se le asigna el valor 100.

2.2.18.2 Velocidad de detonación

Es la velocidad a la que la onda de detonación se propaga a través del explosivo y por lo tanto es el parámetro que define el ritmo de liberación de energía. Dentro de los factores que podemos mencionar que afectan la VOD, tenemos:

- Densidad de la carga
- El diámetro
- El confinamiento
- La iniciación

- El envejecimiento de los explosivos

2.2.18.3 Densidad

La densidad de la gran mayoría de los explosivos varía entre (0,80 – 1,60) gr/cm³, y al igual que con la VOD, mientras mayor es, mayor es el efecto rompedor del explosivo. En los explosivos tipo agentes la densidad puede ser un factor crítico, puesto que al ser bajas son sensibles al cordón detonante que los comienza a iniciar antes de la detonación del multiplicador o cebo, pero si esta es muy alta pueden hacerse insensibles y no detonar (Densidad de Muerte). La densidad de un explosivo es muy necesaria para poder desarrollar el cálculo de las cantidades de explosivo a utilizar en una voladura, por regla general en el fondo del barreno que es donde se requiere mayor concentración de energía para el arranque de la roca, se emplean explosivos más densos, como los booster y las emulsiones encartuchadas, mientras que en la columna de carga se requieren explosivos menos densos como el ANFO.

2.2.18.4 Presión de Detonación

Es función de su densidad y del cuadrado de su VOD y se mide en el plano C-J, de la onda de detonación cuando se propaga a través de la columna de explosivo, los explosivos industriales tienen una PD que varía de 500 a 1500 Mpa. Para la fragmentación de rocas duras y competentes, el empleo de un explosivo con alta PD, efectúa el trabajo más fácilmente, debido a la relación de esta y los mecanismos de rotura de la roca.

2.2.18.5 Estabilidad

Es una de las propiedades que se encuentran íntimamente relacionados con el tiempo de fabricación y almacenamiento, para que las demás propiedades no se vean mermadas al ser empleadas en los trabajos de voladura, los explosivos deben ser químicamente estables y no descomponerse en condiciones ambientales normales.

2.2.18.6 Resistencia al agua

Es la capacidad de resistir durante cierto tiempo a la exposición en un medio acuoso sin perder sus características, esta varía de acuerdo a la composición química de los

explosivos y por regla general guardan relación con la proporción de Nitroglicerina o aditivos especiales que contengan, por lo que podemos encontrar productos como las emulsiones que son muy resistentes al agua, mientras que la propiedad higroscópica de las sales oxidantes como el Nitrato de Amonio (NA) en el ANFO, lo hacen fácilmente alterable en presencia de agua.

2.2.18.7 Transmisión de la detonación

La transmisión por simpatía es el fenómeno que se produce cuando un cartucho al detonar induce en otro próximo a su explosión. Una buena transmisión dentro de los barrenos es garantía para conseguir la completa detonación de las columnas de explosivo, pero cuando esos barrenos se encuentran próximos a las cargas dentro de ellos se diseñan espaciadas, se puede producir la detonación por simpatía por medio de la transmisión de la onda de tensión a través de la roca, por la presencia de aguas subterráneas y discontinuidades estructurales o por la propia presión del material inerte del retacado intermedio entre las cargas.

2.2.18.8 Resistencia a las bajas temperaturas

Si la temperatura ambiente es de -8°C , los explosivos a base de Nitroglicerina tienden a congelarse, por lo que se les añade una porción de Nitroglicol que hace bajar el punto de congelación unos -20°C .

2.2.18.9 Humos

La detonación de un explosivo produce vapor de agua, nitrógeno, dióxido de carbono y eventualmente sólidos y líquidos, entre los gases inocuos también existen siempre un porcentaje de gases tóxicos como el monóxido de carbono y los óxidos nitrosos, al conjunto de estos productos resultantes se les denomina humos. Los explosivos tienen a balancearse en oxígeno, reduciendo de esta forma la generación de gases tóxicos, un exceso de O_2 redundaría en la formación de óxidos de nitrógeno, mientras que una deficiencia genera monóxido de carbono. Los principales factores generadores de humos son:

- Balance de Oxígeno en la formulación química.

- Cebado inadecuado.
- Ataque del agua.
- Diámetro de carga cercano al diámetro crítico.
- Mala carga del barreno generada por cavidades en la columna de explosivos.
- Deflagración del explosivo (por reacción incompleta).

2.3 Bases legales

En esta sección se describe el basamento legal consultado para llevar a cabo la investigación tales como: Constitución de la República Bolivariana de Venezuela 1999, ley de minas, ley orgánica del ambiente, ley orgánica para la ordenación del territorio, decreto 276, ley penal del ambiente, Ley del Plan de la Patria Segundo Plan Socialista de Desarrollo, Económico y Social de la nación 2013-2019; Decreto 6640 y las Instrucción Normativa MMA 02/2009 adscritos al Ministerio del Medio Ambiente de Brasil. .

2.3.1. Constitución de la República Bolivariana de Venezuela De los derechos ambientales

Artículo 127. Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí mismo y del mundo futuro. Toda persona tiene derecho individual y colectivamente a disfrutar de una vida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado.

El estado protegerá el ambiente, la diversidad biológica, los recursos genético, los procesos ecológicos, los parques nacionales y monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica. El genoma de los seres vivos no podrá ser patentado, y la ley que se refiera a los principios bioéticos regulará la materia.

Es una obligación fundamental del Estado, con la activa participación de la sociedad, garantizar que la población de desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el climas, la capa de ozono, las especies vivas, sean especialmente protegidos de conformidad con la ley.

2.3.2 Ley de Minas

Artículo 15. La actividad minera debe ejecutarse con acatamiento a la legislación ambiental y a las demás normativas que rigen la materia.

2.3.3 Ley orgánica del ambiente

2.3.3.1 Artículo 22

La planificación del ambiente constituye un proceso que tiene por finalidad conciliar el desarrollo económico y social con la gestión del ambiente, en el marco del desarrollo sustentable.

2.3.3.2 Artículo 30

El Plan Nacional del Ambiente es un instrumento a largo plazo que pauta la política ambiental nacional a escala regional, estatal, municipal y local, y contendrá las siguientes directrices:

1. Mecanismos y acciones para la consecución de un ambiente sano, seguro y ecológicamente equilibrado, para maximizar el bienestar social.
2. La conservación, manejo y uso sustentable de los recursos naturales.
3. Criterios prospectivos y principios de sustentabilidad que orienten los procesos de urbanización, industrialización, ampliación de la frontera agrícola y ocupación del territorio en materia ambiental.
4. Detección y evaluación de conflictos socio-ambientales y manejo alternativo de los mismos.
5. Programa de investigación sobre problemas ambientales.
6. Los objetivos y medidas de instrumentación del Plan.
7. La educación ambiental y participación ciudadana.

2.3.3.3 Artículo 47

La Autoridad Nacional Ambiental, ante la presunción o inminencia de impactos negativos al ambiente, deberá prohibir o, según el caso, restringir total o parcialmente

actividades en ejecución que involucren los ecosistemas, recursos naturales o la diversidad biológica, sin que ello genere derechos de indemnización.

2.3.3.4 Artículo 48

A los fines de la conservación de los ecosistemas, recursos naturales y de la diversidad biológica, serán objeto de medidas prioritarias de protección:

1. Los ecosistemas frágiles, los de alta diversidad genética y ecológica y los que constituyan áreas de paisajes naturales de singular belleza o ecosistemas prístinos, poco intervenidos y lugares con presencia de especies endémicas y aquéllos que constituyen hábitat y tierras de pueblos indígenas susceptibles de ser afectados en su integridad cultural.
2. Las especies o poblaciones de animales y plantas particularmente vulnerables, endémicas o que se encuentren amenazadas o en peligro de extinción.
3. Las especies raras o poblaciones de singular valor ecológico, científico, estratégico o económico, de utilidad actual o potencial.
4. Las especies de la fauna silvestre con potencialidad para la zootecnia y aquellas especies de plantas y animales que puedan ser utilizadas para el mejoramiento genético.
5. Las poblaciones animales y vegetales de importancia económica que se encuentren sometidas a presiones de caza, pesca o colecta excesivas, o sobreexplotación para fines comerciales, o a procesos de pérdida y fraccionamiento de su hábitat.
6. Las áreas naturales que tengan un interés especial para su conservación.
7. Los bancos de germoplasma, de genes y centros de tenencia de la diversidad biológica.
8. Cualesquiera otros ecosistemas, recursos y espacios que ameriten protección.

2.3.3.5 Artículo 49

El aprovechamiento de los recursos naturales y de la diversidad biológica en las diferentes cuencas hidrográficas, ecosistemas, áreas naturales protegidas, áreas

privadas para la conservación y demás áreas especiales, estará sujeto a la formulación e implementación de los respectivos planes de manejo. En los correspondientes instrumentos de control se fijarán las condiciones y limitaciones a las que queda sometida la actividad.

2.3.3.6 Artículo 83

El Estado podrá permitir la realización de actividades capaces de degradar el ambiente, siempre y cuando su uso sea conforme a los planes de ordenación del territorio, sus efectos sean tolerables, generen beneficios socioeconómicos y se cumplan las garantías, procedimientos y normas. En el instrumento de control previo se establecerán las condiciones, limitaciones y restricciones que sean pertinentes.

2.3.4 Ley orgánica para la ordenación del territorio

2.3.4.1 Artículo 1°.

La presente Ley tiene por objeto establecer las disposiciones que regirán el proceso de ordenación del territorio en concordancia con la estrategia de Desarrollo Económico y Social a largo plazo de la Nación.

2.3.4.2 Artículo 2°.

A los efectos de esta Ley, se entiende por ordenación del territorio de regulación y promoción de la localización de los asentamientos humanos, de las actividades económicas y sociales de la población, así como el desarrollo físico espacial, con el fin de lograr una armonía entre el mayor bienestar de la población, la optimización de la explotación y uso de los recursos naturales y la protección y valorización del medio ambiente, como objetivos fundamentales el desarrollo integral.

2.3.4.3 Artículo 3°.

A los efectos de la presente Ley Orgánica la ordenación del territorio comprende:

1°. La definición de los mejores usos de los espacios de acuerdo a sus capacidades, condiciones específicas y limitaciones ecológicas.

9°. La protección del ambiente, y la conservación y racional aprovechamiento de las aguas, los suelos, el subsuelo, los recursos forestales y demás recursos naturales renovables y no renovables en función de la ordenación del territorio

2.3.2.4 Artículo 5°.

Son instrumentos básicos de la ordenación del territorio, el Plan Nacional de Ordenación del Territorio, y los siguientes planes en los cuales éste se desagrega:

- Los Planes Regionales de Ordenación del Territorio.
- Los planes nacionales de aprovechamiento de los recursos naturales y los demás planes sectoriales.
- Los planes de ordenación urbanística.
- Los planes de las áreas bajo Régimen de Administración Especial.

2.3.4.5 Artículo 6°.

El Presidente de la República, en Consejo de Ministros, ejercerá la suprema autoridad de la ordenación del territorio.

2.3.4.6 Artículo 8°.

La planificación de la ordenación del territorio forma parte del proceso de planificación del desarrollo integral del país, por lo que todas las actividades que se desarrollan a los efectos de la planificación de la ordenación del territorio, deberán estar sujetas a las normas que rijan para el Sistema Nacional de Planificación, una vez éstas establecidas.

2.3.4.7 Artículo 9°.-

El plan Nacional de Ordenación del Territorio es un instrumento a largo plazo que sirve de marco de referencia espacial, a los planes de desarrollo de mediano y corto plazo del país y a los planes sectoriales adoptados por el Estado, y contiene las grandes directrices en las siguientes materias:

1. Los usos primordiales y prioritarios a que deben destinarse las amplias áreas del territorio nacional su litoral y los espacios marinos de su influencia, de

acuerdo a sus potencialidades económicas, condiciones específicas y capacidades ecológicas.

2. La localización de las principales actividades industriales agropecuarias, mineras y de servicios.
3. El señalamiento de los espacios sujetos a un régimen especial de conservación, defensa y mejoramiento del ambiente y de las medidas de protección a adoptar con tales objetivos.
4. Las políticas para la administración de los recursos naturales.
5. La identificación y régimen de explotación de los recursos naturales en función de la producción energética y minera.

Parágrafo Único: El Plan Nacional de Ordenación del Territorio comprenderá, las bases técnicas y económicas para la ejecución del propio Plan, las cuales se formularán en concordancia con la dinámica del desarrollo del país.

2.3.4.8 Artículo 15.

Constituyen áreas bajo régimen de administración especial, las áreas del territorio nacional que se encuentran sometidas a un régimen especial de manejo conforme a las leyes especiales las cuales, en particular, son las siguientes:

1. Parques Nacionales;
2. Zonas Protectoras;
3. Reservas Forestales;
4. áreas Especiales de Seguridad y Defensa;
5. Reservas de Fauna Silvestre;
6. Refugios de Fauna Silvestre;
7. Santuarios de Fauna Silvestre;
8. Monumentos Naturales;
9. Zonas de Interés Turístico;
10. Áreas sometidas a un régimen de administración especial consagradas en los Tratados Internacionales.

2.3.4.9 Artículo 16.

También se consideran áreas bajo de régimen de administración especial, las siguientes áreas del territorio nacional que se sometan a un régimen especial de manejo:

d) Áreas Terrestres y Marítimas con Alto Potencial Energético y Minero, compuestas por todas aquellas zonas que contengan una riqueza energética y minera especial y que ameriten un régimen de preservación del medio compatible con extracción de recursos esenciales para la Nación.

2.3.4.10 Artículo 17.

Las áreas bajo el régimen de administración deberán establecerse por Decreto adoptado por el Presidente de la República en Consejo de Ministros, en el cual deberá determinarse con la mayor exactitud los linderos de la misma; y los organismos responsables de su administración o manejo, deberán demarcarlas dentro del plazo que se establezcan en el correspondiente Decreto. En el respectivo Decreto se ordenará la elaboración del Plan respectivo, en el cual se establecerán los lineamientos, directrices y políticas para la administración de la correspondiente área, así como la orientación para la asignación de usos y actividades permitidas.

En todo caso los usos previstos en los planes de las áreas bajo régimen de Administración Especial deben ser objeto de un Reglamento Especial, sin cuya publicación aquéllos no surtirán efectos.

Parágrafo Segundo: La desafectación parcial o total de las áreas se podrá realizar cumpliéndose los mismos trámites y requisitos establecidos en este artículo, previo conocimiento de la Comisión Nacional de Ordenación de del Territorio.

2.3.4.11 Artículo 39.

El Plan Nacional de Ordenación del Territorio; los Planes Regionales de Ordenación del Territorio y los demás planes sectoriales o especiales o de los Estados podrán ser revisados y, en consecuencia, modificados cada vez que se formule un nuevo Plan de la Nación, o se reformule el que esté vigente, o cuando el Ejecutivo Nacional o

Regional, según el caso lo estime procedente, previa consulta con la Comisión Nacional de Ordenación del Territorio.

2.3.5 DECRETO 276 FECHA: 09-06-89

REGLAMENTO PARCIAL DE LA LEY ORGÁNICA PARA LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO SOBRE ADMINISTRACION Y MANEJO DE PARQUES NACIONALES Y MONUMENTOS NATURALES

2.3.5.1 Artículo 1

El presente Reglamento tiene por objeto establecer las normas generales por las cuales se regirá la administración y manejo de los parques nacionales y monumentos naturales, en cuanto a asignación de los usos permitidos; la regulación de las actividades y las modalidades de administración propiamente dicha, para asegurar que tales espacios territoriales permitan el disfrute del pueblo venezolano, respetando los principios de conservación, defensa y mejoramiento del ambiente.

2.3.5.2 Artículo 5

La declaratoria de un parque nacional o monumento natural procederá previo estudio técnico que la justifique plenamente. Dichos estudios podrán ser realizados:

1. A iniciativa del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables.
2. A iniciativa del Instituto Nacional de Parques.
3. A solicitud de un grupo de ciudadanos representativo de una comunidad vinculada al área donde se localiza el espacio de cuyo estudio se trate.
4. A solicitud de una o varias organizaciones de carácter privado de tipo conservacionista.
5. A solicitud de una o varias entidades oficiales nacionales, municipales o estatales.

Parágrafo Único: Las solicitudes a que se refiere este artículo se dirigirán al Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, el cual dará apertura al procedimiento establecido en este Reglamento.

2.3.5.3 Artículo 6

Recibida la solicitud, el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables la remitirá al Instituto Nacional de Parques quien realizará el estudio técnico de la zona propuesta para determinar si la naturaleza de los recursos allí contenidos justifica tal declaratoria. En dicho estudio se especificará la clase, calidad, situación, utilización y posible producción de las tierras de la zona, su catastro físico y condición legal, así como sus características geográficas, geológicas, biológicas o históricas y otras circunstancias que influyan para decidir sobre la declaratoria de parque nacional o monumento natural.

Parágrafo Primero: Sólo podrán ser declaradas parques nacionales, aquellas superficies del territorio relativamente extensas, en las cuales estén representados uno o más ecosistemas de los más importantes del país o áreas naturales o escénicas, de relevancia nacional o internacional, que no hayan sido esencialmente alteradas por la acción humana y en donde las especies vegetales y animales, las condiciones geomorfológicas y los hábitats sean de especial interés para la ciencia, la educación y la recreación.

Parágrafo Segundo: Para ser declarados monumentos naturales se requiere la existencia de un rasgo continental, natural o marino, de interés nacional que presente por lo menos una característica sobresaliente, tales como accidentes geográficos o sitios de belleza o rareza excepcionales, que merecen recibir protección absoluta y a perpetuidad, en su estado natural.

Parágrafo Tercero: Si una vez realizado el estudio se concluye que la declaratoria es factible, por cumplir con las características o condiciones indicadas en este artículo, se elaborará el correspondiente Proyecto de Decreto, con las exigencias legales pertinentes, para ser sometido a la consideración del ciudadano Presidente de la República en Consejo de Ministros.

2.3.5.4 Artículo 7

Cuando del análisis catastral contenido en el estudio técnico, resultare evidente que existen espacios importantes dentro de la zona de estudio que son de propiedad privada y están bajo algún tipo de uso o explotación incompatible con los fines de la figura legal a crearse, el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables deberá abstenerse de proponer la inclusión de tales tierras dentro del área a ser sometida a régimen especial, excepto en el caso que existan accidentes geográficos, escénicos o características ecológicas o rasgos histórico-culturales o paleontológicos de gran rareza o de unicidad y que no se hallen representados en otra área natural protegida existente en el país. En ese caso se harán las provisiones presupuestarias correspondientes para proceder conforme a lo establecido en el artículo 63 de la Ley.

2.3.6 Ley penal del ambiente

2.3.6.1 Artículo 1

La presente Ley tiene por objeto tipificar como delito los hechos atentatorios contra los recursos naturales y el ambiente e imponer las sanciones penales. Asimismo, determinar las medidas precautelativas, de restitución y de reparación a que haya lugar y las disposiciones de carácter procesal derivadas de la especificidad de los asuntos ambientales.

2.3.6.2 Artículo 36

Otorgamiento de Actos Autorizatorios para Actividades no Permitidas

El funcionario público o funcionaria pública que otorgue actos Autorizatorios para la construcción de obras y desarrollo de actividades no permitidas, de acuerdo a los planes de ordenación del territorio o las normas técnicas, en los lechos, vegas y planicies inundables de los ríos u otros cuerpos de agua, será sancionado o sancionada con prisión de seis meses a un año. La sanción acarreará la inhabilitación para el ejercicio de funciones o empleos públicos hasta por dos años después de cumplida la pena principal.

2.3.6.3 Artículo 37

Ejecución de Actividades no Permitidas

La persona natural o jurídica que construya obras o desarrolle actividades no permitidas de acuerdo a los planes de ordenación del territorio o las normas técnicas, en los lechos, vegas y planicies inundables de los ríos u otros cuerpos de agua, será sancionada con prisión de seis meses a un año o multa de seiscientos unidades tributarias (600 U.T.) a un mil unidades tributarias (1.000 U.T).

2.3.6.4 Artículo 38

Contravención de Planes de Ordenación del Territorio

La persona natural o jurídica que provoque la degradación o alteración nociva de la topografía o el paisaje por actividades mineras, industriales, tecnológicas, forestales, urbanísticas o de cualquier tipo, en contravención de los planes de ordenación del territorio y de las normas técnicas que rigen la materia, será sancionada con arresto de tres a nueve meses o multa de trescientas unidades tributarias (300 U.T.) a novecientas unidades tributarias (900 U.T).

2.3.6.5 Artículo 39

Contravención de Planes de Ordenación del Territorio en Zonas Montañosas

La persona natural o jurídica que provoque la degradación o alteración nociva de la topografía o el paisaje en zonas montañosas, en sierras o mesetas por actividades mineras, industriales, tecnológicas, forestales, urbanísticas o de cualquier tipo, en contravención de los planes de ordenación del territorio y de las normas técnicas que rigen la materia, será sancionada con prisión de uno a dos años o multa de un mil unidades tributarias (1.000 U.T.) a dos mil unidades tributarias (2.000 U.T).

Se ordenará al infractor la ejecución de medidas a fin de impedir la repetición de los hechos y de corregir la situación alterada y se fijará un plazo para ello. Si vencido el plazo los conectivos no han sido ejecutados, se procederá a la ejecución de la astreinte según lo previsto en la presente Ley, y se ordenará la prohibición definitiva de la

actividad origen de la agresión. Si los correctivos no fuesen posibles por resultar los daños irreparables, se acordará la reordenación de los lugares alterados y la pena será aumentada el doble.

2.3.6.6 Artículo 43

Otorgamiento de Permisos o Autorizaciones sin Estudios de Impacto Ambiental

El funcionario público o funcionaria pública que otorgue permisos o autorizaciones sin exigir, evaluar y aprobar el estudio de impacto ambiental y sociocultural u otras evaluaciones ambientales en las actividades para las cuales lo exigen las normas sobre la materia, será sancionado o sancionada con arresto de tres meses a un año. La sanción acarreará la inhabilitación para el ejercicio de funciones o empleos públicos hasta por dos años después de cumplida la pena principal.

2.3.6.7 Artículo 44

Otorgamiento de Actos Administrativos sin Plan de Manejo Sustentable

El funcionario público o funcionaria pública que otorgue contratos, concesiones, asignaciones, licencias u otros actos administrativos sin cumplir con el requisito del plan de manejo sustentable, en las actividades para las cuales lo exigen las normas sobre la materia, será sancionado o sancionada con arresto de tres meses a un año. La sanción acarreará la inhabilitación para el ejercicio de funciones o empleos públicos hasta por dos años después de cumplida la pena principal.

2.3.6.8 Artículo 61

Extracción de Minerales no Metálicos. Será sancionada con prisión de cinco a ocho años o multa de cinco mil unidades tributarias (5.000U.T.) a ocho mil unidades tributarias (8.000 U.T.) la persona natural o jurídica que extraiga minerales no metálicos sin la debida autorización en los siguientes sitios:

1. Dentro de la zona protectora de ríos y quebradas.
2. A menos de tres mil Metros aguas arriba de tomas para acueductos.
3. En embalses para dotación de agua a comunidades.
4. En embalses para aprovechamiento hidroeléctrico.
5. A menos de unos mil metros aguas abajo de puentes o de cualquier obra de infraestructura ubicada en el río o sus tributarios.

6. A menos de doscientos metros aguas arriba de puentes o de cualquier obra de infraestructura ubicada en el río o sus tributarios.
7. A menos de cien metros en el sentido lateral a ambas márgenes del río o quebrada donde estén establecidas obras de infraestructura.
8. A menos de quinientos metros aguas arriba y aguas abajo de estaciones hidrométricas.
9. A menos de mil quinientos metros de una explotación continua.
10. En la confluencia con tributarios.

2.3.7 Ley del Plan de la Patria Segundo Plan Socialista de Desarrollo, Económico y Social de la nación 2013-2019

V. Contribuir con la preservación de la vida en el planeta y la salvación de la especie humana

5.1 Construir e impulsar el modelo económico productivo ecosocialistas, basado en una relación armónica entre el hombre y la naturaleza, que garantice el uso y aprovechamiento racional, óptimo y sostenible de los recursos naturales, respetando los procesos y ciclos de la naturaleza.

2.3.8 Decreto 6640 e Instrucción Normativa MMA02/2009 adscrito al Ministerio del Medio Ambiente de Brasil.

- **DECRETO N° 6.640, DE 7 DE NOVIEMBRE DE 2008 COMENTADO (Abril/2012)**

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE CHICO MENDES INSTITUTO DE CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD INVESTIGACIÓN PLACA, EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD Centro Nacional de Investigación CONSERVACIÓN Y CUEVAS

Art. 1 Los artículos. 1, 2, 3, 4 y 5 del Decreto N° 99556 de 1 de octubre, de 1990 entran en vigor con el siguiente: "Art. 1 Las cavidades subterráneas naturales existentes en el territorio nacional deben ser protegidos con el fin de permitir que los estudios e

investigaciones de la técnica-científica y actividades en la naturaleza de Espeleología, étnicocultural, turístico, recreativo y educativo.

Párrafo único. Se entiende por todos cavidad subterránea natural y cualquier espacio subterráneo accesible al ser humano, con o sin un vacío identificado, popularmente conocida como la cueva, gruta, abismo o agujero, incluyendo su entorno, mineral y contenido de agua, la fauna y la flora se encuentran allí y el cuerpo rocoso donde se encuentren, siempre que hayan sido formadas por procesos naturales, independientemente de su tamaño o tipo de roca país”.

Art. 2. La cavidad natural subterránea se clasifica de acuerdo a su grado de relevancia en la mayoría, alta, media o baja, determinada mediante el análisis de los atributos ecológicos, biológicos, geológicos, hidrológicos, paleontológicos, paisajísticos, históricos, culturales y socio-económico, evaluado por el enfoque regional y local.

Comentario: La clasificación debe seguir la metodología definida en MMA N° 02/2009.

El área de influencia de las cavidades subterráneas naturales, será la proyección horizontal de la cueva además de un ambiente de doscientos cincuenta metros, en forma de poligonal convexa (Resolución CONAMA 347/2004, artículo 4, 3). Sin embargo, debe aplicarse lo dispuesto en el presente Decreto, a saber, atributos de evaluación en el enfoque local es necesario que el área de influencia se defina por estudios específicos. Los estudios identificarán incluso diferentes áreas de influencia que preestablecida en referencia a la Resolución.

Entendido que para la cavidad subterránea natural con el máximo grado de relevancia que tiene la menos uno de los atributos enumerados a continuación:

I - Génesis único o raro.

II - Morfología única.

III - Notables dimensiones en longitud, área o volumen.

IV - Espeleotemas únicas.

V - Aislamiento geográfico.

VI - Refugio esencial para la preservación de las poblaciones genéticamente viables de especies en riesgo extinción, que figura en las listas oficiales.

VII - Hábitat esencial para la preservación de las poblaciones genéticamente viables de especies troglobios relictos o endémicas.

VIII - Rara hábitat troglobio.

IX - Interacciones ecológicas únicas.

X - Cavidad testigo.

XI - Puesto de relieve la relevancia histórica y cultural o religioso

Comentario: los enfoques independientes o analizado los atributos de la relación, la presencia de cualquier de estos atributos define la relevancia de la cavidad en grado máximo, excepto el aislamiento geográfico.

Por otra parte se entiende por cavidad subterránea natural con alto grado de relevancia una cuya importancia de sus atributos puedan ser considerado de acuerdo con la ley normativa conformidad con el art. 5:

I - Importante en virtud de enfoque local y regional.

II - Importante en virtud de enfoque local y significativo en el análisis.

Art. 3 La cavidad natural subterránea con el máximo grado de relevancia y su área de influencia no puede ser objeto de los impactos negativos irreversibles, y su uso debe hacerse sólo dentro de condiciones que garanticen su integridad física y el mantenimiento de su equilibrio ecológico”.

- **Instrucción Normativa MMA No 2 de 20 de agosto de 2009 anotada (Abril / 2012).**

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE CHICO MENDES INSTITUTO DE CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD INVESTIGACIÓN PLACA, EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD Centro Nacional de Investigación CONSERVACIÓN Y CUEVAS

Art. 1 El grado de relevancia de las cavidades subterráneas naturales se clasifican de acuerdo con la metodología establecida en esta Instrucción.

Tabla 4 Atributos y sus conceptos a tomar en cuenta con el fin de clasificar el grado máximo de relevancia de las cavidades subterráneas naturales.

| Atributos considerados para la clasificación según el máximo grado de relevancia | Concepto | Variable |
|--|---|-----------|
| Génesis único o raro | Cavidad que en el universo de su entorno (escala local o regional) y la litología presenta algunas diferencias respecto a su formación y proceso dinámico evolutivo. | Presencia |
| | | Ausencia |
| Morfología única | Cavidad que en el universo de su entorno (escala local o regional) y su litología no presenta ninguna ventaja en cuanto a la forma, la organización espacial de las galerías y características morfológicas internas (espeleogens), considerando toda o parte de la cavidad | Presencia |
| | | Ausencia |
| Notables dimensiones en longitud, área y volumen | Cavidad que presente en su totalidad o en parte, una gran extensión (horizontal o vertical), área o volumen para el enfoque local o regional. | Presencia |
| | | Ausencia |
| Espeleotemas únicos | Cavidad que presenta espeleotemas de forma individual o en conjunto, poco frecuentes, con tamaño excepcional, la mineralogía, la belleza o la riqueza, especialmente si se considera la litología dominante de la cavidad (local o regional). | Presencia |
| | | Ausencia |
| Aislamiento geográfico | Cavidad que se encuentra en un entorno donde no hay registro de incidentes y sucesos remanente de áreas degradadas bajo enfoque regional. | Presencia |
| | | Ausencia |

| | | |
|---|---|-----------|
| Refugio para la preservación de especies de animales en peligro de extinción u otros. | Cavidad que comprende un refugio, o una parte importante del hábitat de las especies que se encuentran en el área | Presencia |
| | | Ausencia |
| Hábitat para la preservación de poblaciones, especies genéticamente de troglobios endémicos o relictos. | Troglobio: presencia de especies con distribución restringida (troglobio endémica). Especies de asistencia troglobio sin parientes cercanos de registro epigeos (relictos Filogenética), o cuyos parientes más cercanos se encuentran en una región epigeos geográfica distinta (relicto geográfica). | Presencia |
| | | Ausencia |
| Hábitat de especies raras troglobio | Presencia de pequeños números de especies de troglobio o que se encuentran en una distribución geográfica restringida. | Presencia |
| | | Ausencia |
| Interacciones ecológicas únicas | Aparición de interacciones ecológicas duraderas o inusuales, incluyendo las interacciones tróficas y considerando el contexto ecológico evolutivo. | Presencia |
| | | Ausencia |
| Testimonio de la cavidad | Testimonio de los procesos ambientales o paleoambiental significativo o cavidad con alto grado de relevancia | Presencia |
| | | Ausencia |

CAPITULO III MARCO METODOLOGICO

En este capítulo se describe la metodología utilizada para la elaboración de la investigación donde se desglosa el tipo, diseño, recursos para la misma, el esquema metodológico para llevar a cabo los objetivos planteando y la descripción de los procedimientos a seguir para determinar los cálculos y resultados.

3.1 Tipo de investigación

Esta investigación se define del tipo descriptiva, ya que se miden las características de un grupo de situaciones, evaluando diversos aspectos, variables, dimensiones o componentes del fenómeno en estudio. También se puede inferir que es un estudio de carácter exploratorio realizándose por primera vez o son estudios muy pocos investigados y finalmente de campo debido a que los datos de interés son recogidos en forma directa de la realidad; en este sentido se trata de investigaciones a partir de datos originales o primarios.

3.2 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación se clasifica como no experimental, ya que no se elige la muestra aleatoria ni se tiene un control de las variables porque ya han ocurrido, el fenómeno se observa en su contexto natural en un periodo de tiempo específico.

3.3 Sujeto de estudio

Para la presente investigación se define que el Sujeto de estudio es el yacimiento, el cual está conformado además del material de interés de unas características ecológicas importantes, dentro del yacimiento se encuentra la cantera estudio, ya que está delimita la zona de interés y las muestras serán recolectadas de la fase I y II del yacimiento donde se elaborara la planificación minera a largo plazo tomando en cuenta la protección para la cueva.

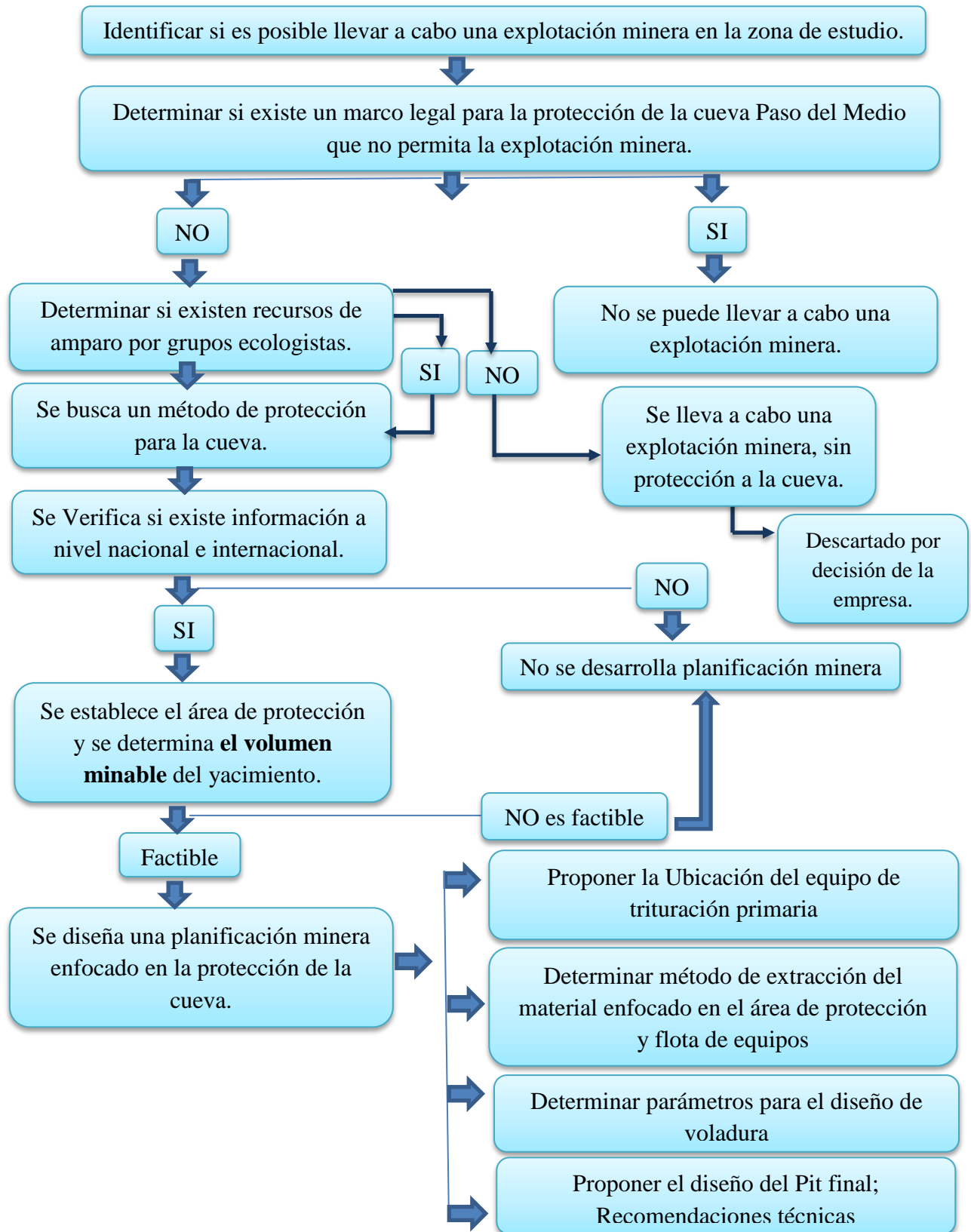
3.4 Instrumentos para la recolección de datos

- Programa de diseño y dibujo asistido por computadora.
- Planos topográficos.
- Equipo de computación y hoja de cálculo.

- Software Libre RecMin.
- Software libre computacional para el diseño de la secuencia de explotación, para la elaboración del *Pit* final y dimensionamiento en 3D.

3.5 Esquema metodológico

Se presenta el esquema de trabajo empleado para la elaboración de la presente investigación, con el fin de lograr los objetivos propuestos.



3.6 Procedimiento para determinar los cálculos y resultados

- **La norma MM No2 (2009) para la clasificación de la cueva Paso del Medio**

Antes de determinar algún método de protección para la cueva Paso del Medio, se comprueba la existencia de alguna restricción jurídica que prohibiera realizar cualquier tipo de explotación minera en el área donde se encuentra dicha cueva, tras validar que no hay ningún tipo de restricción y que se encuentra excluida como monumento natural en las ABRAES, además el Gobierno del estado Aragua declaró esta área como zona minera en el marco de la declaración de Aragua potencia. Sin protección jurídica para la cueva Paso del Medio, se enfatiza en descartar la elaboración de una planificación minera con visión tradicional en la zona; es por ello que se busca la manera de proteger la misma con el fin de conservar el medio ambiente y aportar una visión diferente al campo minería-ambiente.

Para determinar un método que pueda proteger la cueva Paso del Medio se verifica a nivel nacional si existe una norma para realizarlo, sin embargo Venezuela se localiza en una fase de desarrollo en esta materia lo que lleva a indagar a nivel internacional la existencia de una problemática similar donde dispusiese el conocimiento en ello, encontrando que en la Universidad Federal de Ouro Preto por medio de la Escuela de Minas, Departamento de Ingeniería de Minas en Brasil se realizó un estudio de Análisis de viabilidad económica de un proyecto minero debido a la alta presencia de cavidades subterráneas naturales que se encuentra en el área, llevado a cabo por I. Borges de Moura y H. Mota profesores titular y asociados a dicho departamento.

En el estudio se puede evidenciar que en Brasil existe el Decreto 6.640 adscrito al Ministerio del Medio Ambiente de dicho país (ver Marco Teórico sección 2.2.8 y Anexo 2), donde se especifica cuáles son los pasos a seguir para la clasificación de la o las cuevas en estudio en cuanto a su grado de relevancia o importancia tanto a nivel local como regional, este grado de relevancia es clasificado como alto, medio o bajo, la cual se encuentra unido a un área de influencia o poligonal de protección cuya dimensión también se especifica en dicho decreto. Así mismo indica que para elaborar la clasificación debe seguirse la metodología descrita en la instrucción normativa

MMA02/2009, (ver Marco Teórico Sección 2.2.8 y Anexo 3) esta metodología exige contar con un estudio espeleológico con el cual se pueda verificar los atributos que presenta la cueva, de lo contrario no se realizar la clasificación de la misma.

- **Ubicación del equipo de trituración primaria y cantidad de equipos de carga-acarreo**

La ubicación adecuada del equipo de trituración primaria, se realizó a través en el método cualitativo por puntos definido por Kress & Ilott, el cual consiste en evaluar las principales variables de las diversas situaciones que se toman en cuenta para lograr el objetivo propuesto, asignándole una clasificación de acuerdo a su grado de importancia (desde 0 hasta 10), esta clasificación es multiplicada por el valor del peso que la suma debe ser 1, con el fin de obtener la ponderación de dichas situaciones, este valor cuantitativo con lleva a decidir entre cada uno de los escenarios planteados cual es la zona óptima para su ubicación esto se puede apreciar en el siguiente capítulo .

Ahora bien utilizando las formulas descritas en Solanilla (2003), se calcula la cuantía de equipo de carga necesarios para satisfacer la capacidad de la trituradora y el equipo de acarreo, recurrir al peso de la excavadora y la densidad del material como dato para desarrollar los cálculos de la misma, de igual forma para el equipo de acarreo se tomaron las distancias desde Zona la A para la Fase I y desde las Zona E para la Fase II ambas desglosadas por tramos. Las velocidades se elaboraron a través de la gráfica del camión articulado CAT 730 representadas en el catálogo del equipo ver Anexo 6. Todos los cálculos se pueden apreciar en el siguiente capítulo.

- **Volumen obtenido por bloques, volumen por fases, volumen por niveles y los parámetros de diseño**

El cálculo del volumen de los recursos mineros del yacimiento se efectúa por medio de un software libre geológico-minero denominado RecMin (Recursos Mineros); para obtener el cálculo de dicho volumen se diseña una planificación de sondeos dentro del área donde la empresa estima que se encuentra concentrado el mineral de interés (calcita) ver Anexo 4, estos sondeos se ajustaron a la topografía y tuvieron como límite

de profundidad la cota 450, dato indicado por la empresa hasta dónde se estima que asciende dicho mineral. Aunado a ello se delimita el yacimiento en cuatro bloques de acuerdo con la variación topográfica que se presentaba; con esto se genera el modelado del yacimiento en 3D y se estima su volumen.

Posterior a ello, se procede a calcular el volumen que está dentro del área de protección, el cual consta en agregar al Bloque 3 las porciones de los Bloques 2 y 4.

Una vez obtenido el volumen total se procederá a calcular los parámetros geométricos a través de las formulas tomadas de Bustillo y López (1997) definidas en el Marco Teórico. Finalmente con dichos parámetros se calcula el volumen minable a través del método de los perfiles empleando herramienta computacional definiendo la configuración de bancos para cada fase con el fin de obtener el modelado en 3D para ambas Fases.

- **Diseño de voladura**

Para el cálculo de voladura se utilizará el programa SchemeBlaster desarrollado en el Trabajo Especial de Grado de Anjoul V. y Utches C. (2016), este programa consta de tres esquemas con el que se puede modelar la voladura y funciona de la siguiente manera:

En el esquema 1: se introducen valores como: tipo de roca, diámetro del barreno, longitud del barreno, inclinación del barreno y tipo de explosivos a destinarse; con estos parámetros el sistema elabora el cálculo teórico de la voladura escogiéndose diversos autores para ello

En el esquema 2: se introducen todos los valores con el que se quiere experimentar el resultado de la rotura de la roca es decir, este esquema no computa valores solo modela la fragmentación a través de diversos factores.

En el esquema 3 (uniformidad); se introducen valores como: tipo de roca, diámetro de barreno, tipos de explosivos a emplear, abertura de la boca de alimentación del equipo de trituración primaria y el factor K50, con esto el sistema itera buscando una óptima fragmentación donde se obtenga la cantidad de pasante.

En el esquema 3 (factor de carga); se introducen los mismos valores que en el esquema anterior y el programa de encarga de adquirir el menor factor de carga sin tomarse en cuenta la fragmentación.

CAPÍTULO IV DATOS UTILIZADOS PARA EL PROCESO DE CÁLCULO

Este capítulo presenta los datos utilizados para iniciar los cálculos correspondientes, siendo estos las características de los equipos de carga-acarreo y trituración primaria.

4.1 Equipos a utilizar para las operaciones unitarias

Esta sección está comprendida por los equipos a utilizar en las operaciones unitarias suministrados por la empresa, donde se describen con tablas e imágenes sus dimensiones y principales características.



Figura 17 Esquema de las operaciones unitarias
Fuente: Elaboración propia

Tabla 5 Descripción del equipo de perforación

| Unidad | Características | Modelo |
|--------|---|--------|
| 01 | Perforadora de martillo de fondos, con diámetro de perforación de 3 ½'. (Perforadora y compresor separados) | MD5050 |

Tabla 6 Descripción del equipo de carga

Características de la excavadora 330 CAT

| Descripción | Dimensión | Unidad |
|-----------------------------------|-----------|----------------|
| Capacidad del cucharón | 2 | m ³ |
| Ancho de las cadenas (A) | 3 | m |
| Ancho de vía (B) | 3 | m |
| Ancho de la superestructura(C) | 3 | m |
| Altura de embarque (D) | 4 | m |
| Altura de la cabina (E) | 3 | m |
| Altura libre sobre el suelo (F) | 0,5 | m |
| Altura libre en el contrapeso (G) | 1 | m |
| Radio de giro de la cola (H) | 4 | m |
| Longitud del embarque (I) | 11 | m |

| | | |
|---|----|---|
| Longitud del balancín | 2 | m |
| Longitud de la cadena(J) | 5 | m |
| Alcance máximo a nivel del suelo (K) | 10 | m |
| Profundidad máxima de excavación (L) | -7 | m |
| Altura máxima de corte (M) | 10 | m |
| Altura máxima de carga (P) | 7 | m |
| Altura mínima de carga (Q) | 4 | m |
| Profundidad máxima para obtener una excavación horizontal de 3m (R) | -6 | m |
| Profundidad máxima de excavación en un frente vertical (T) | -5 | m |

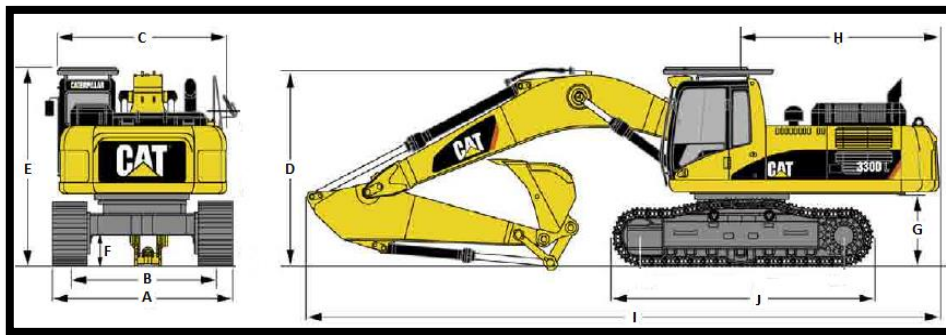


Figura 18 Dimensiones de la excavadora CAT 330
Fuente: Catálogo (2007) Caterpillar

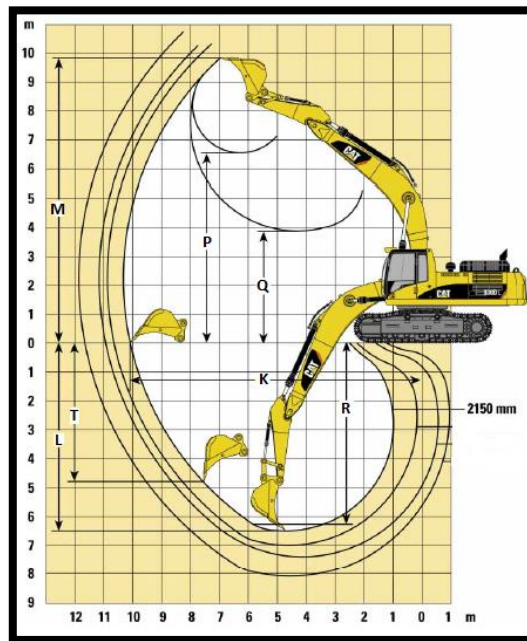


Figura 19 Dimensiones de la excavadora CAT 330
Fuente: Catálogo (2007) Caterpillar

Tabla 7 Descripción del equipo de acarreo**Características del camión articulado 730 CAT**

| Descripción | Dimensión | Unidad |
|--|------------------|---------------|
| Capacidad útil nominal | 30 | T |
| Angulo de dirección –izquierda/derecha | 45 | ° |
| Radio de giro | 8 | m |
| Radio interior | 4 | m |
| Ancho de pasillo | 5 | m |
| A | 7 | m |
| B | 3 | m |
| C | 0,5 | m |
| D | 6 | m |
| E | 6 | m |
| F | 0,5 | m |
| G | 2 | m |
| H | 4 | m |
| I | 3 | m |
| J | 10 | m |
| K | 3 | m |
| L | 4 | m |
| M | 6 | m |
| N | 3 | m |
| O | 3 | m |
| P | 2 | m |
| Q | 3 | m |
| R | 3 | m |

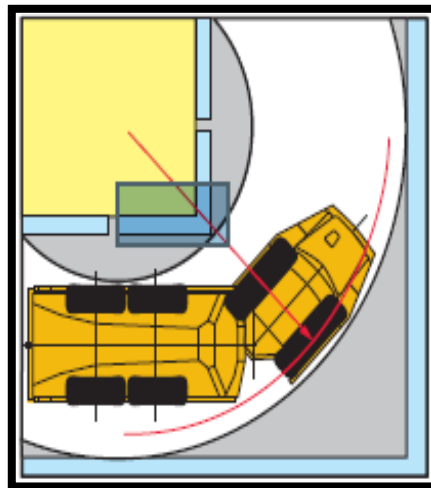
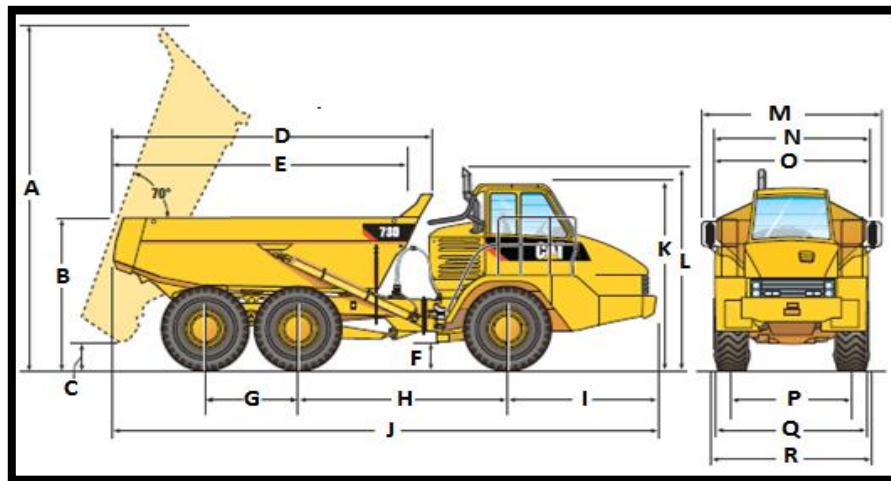


Figura 20 Dimensiones del camión artículo CAT 730
Fuente: Catálogo (2009) Caterpillar

4.2 Equipos a utilizar en las operaciones auxiliares

En las siguientes Tablas 8 y 9 se describen las dimensiones de los equipos a utilizar en las operaciones auxiliares indicado por la empresa.

Tabla 8 Descripción de equipo auxiliar

| Características del tractor D8T CAT | |
|---|----------------------|
| Descripción | Dimensión (m) |
| Ancho de vía (1) | 2 |
| Ancho del tractor (2) | 3 |
| Altura de la maquina desde la punta de la garra (3) | 3 |
| Longitud de cadena sobre el suelo(4) | 3 |
| Longitud (5) | 3 |
| Altura de la garra(6) | 0,0078 |
| Altura libre sobre el suelo (7) | 0,61 |

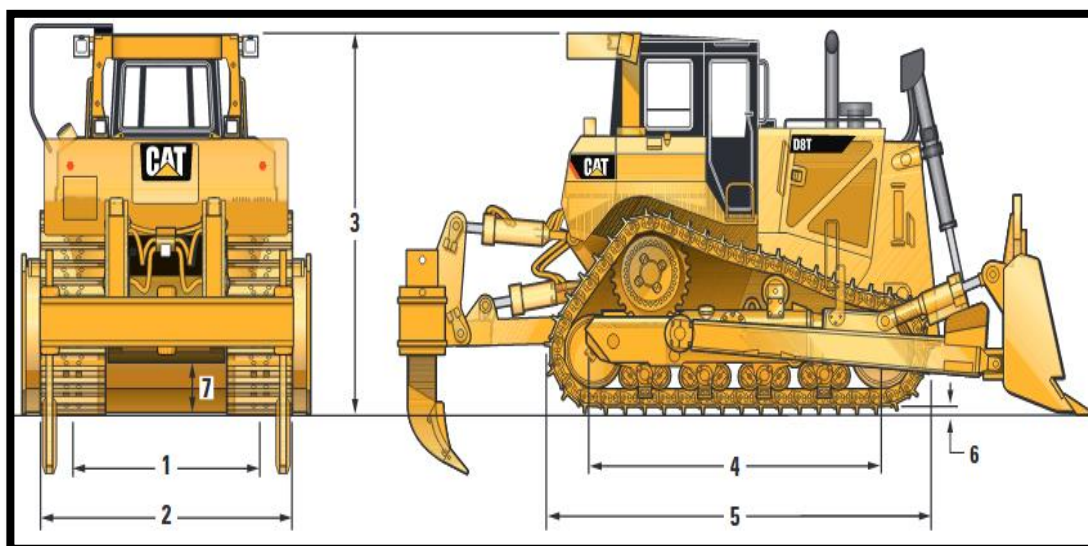


Figura 21 Dimensiones del tractor CAT D8T
Fuente: Catálogo (2007) Caterpillar

Tabla 9 Descripción de equipo auxiliar

| Características de la motoniveladora CAT 120H | |
|--|----------------------|
| Descripción | Dimensión (m) |
| Altura (1) | 3 |
| Altura hasta el eje (2) | 0,5 |
| Distancia entre los eje del tándem trasero(3) | 0,1 |
| Distancia desde el eje delantero a la hoja (4) | 0,2 |
| Distancia desde el eje delantero hasta la mitad del tándem (5) | 6 |
| Distancia desde los neumáticos delanteros hasta el final del bastidor trasero(6) | 8 |
| Distancia desde el contrapeso al ripper (7) | 10 |
| Altura libre sobre el suelo (8) | 0,3 |
| Altura hasta el tubo de escape vertical(9) | 3 |
| Altura hasta la parte superior de los cilindros (10) | 3 |
| Ancho entre los centros de los neumáticos (11) | 2 |
| Ancho entre la parte exterior de los neumáticos traseros (12) | 2 |
| Ancho entre la parte exterior de los neumáticos delanteros (13) | 2 |

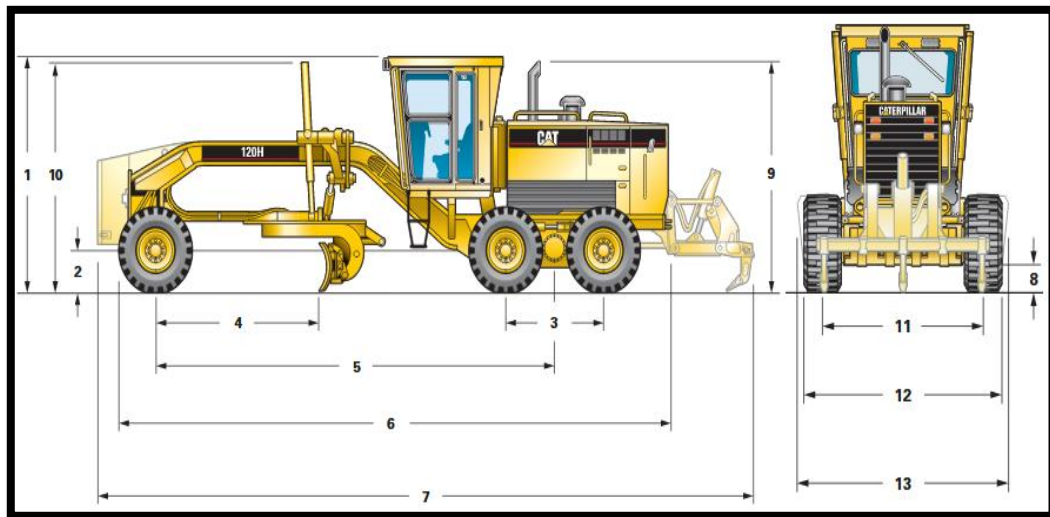


Figura 22 Dimensiones de la motoniveladora CAT120H

Fuente: Catálogo (2003) Caterpillar

4.3 Equipo a utilizar en la operación de trituración primaria

En tabla 10 se describe la capacidad del equipo de trituración primaria en años, meses, días y horas indicado por la empresa. En la tabla 11 se muestra la combinación del equipo de carga-acarreo según la densidad del material y sus capacidades.

Tabla 10 Descripción del equipo de trituración primaria

| Características de la trituradora de mandíbula | |
|---|-------------------------------------|
| Dimensiones de la boca de admisión | Tamaño de alimentación $\leq 630mm$ |
| Capacidad en T/año | 360.000 |
| Capacidad en T/mes | 30.000 |
| Capacidad en T/días | 1.500 |
| Capacidad en T/horas, turno de 6 horas efectivas. | 250 |

Tabla 11 Combinación equipo de carga-acarreo

| | |
|---|-----|
| Densidad suelto (T/m ³) | 1,8 |
| Capacidad del cucharón(m ³) | 2,4 |
| Capacidad del cucharón (T) | 4 |
| Capacidad del camión (T) | 30 |
| Número de pases para el llenado | 8 |

En las figuras 23 y 24 se muestran las posibles ubicaciones del equipo de trituración primaria



Figura 23 Ubicación de las zonas para la trituradora; tomado el 11/04/17
Fuente: Google Maps

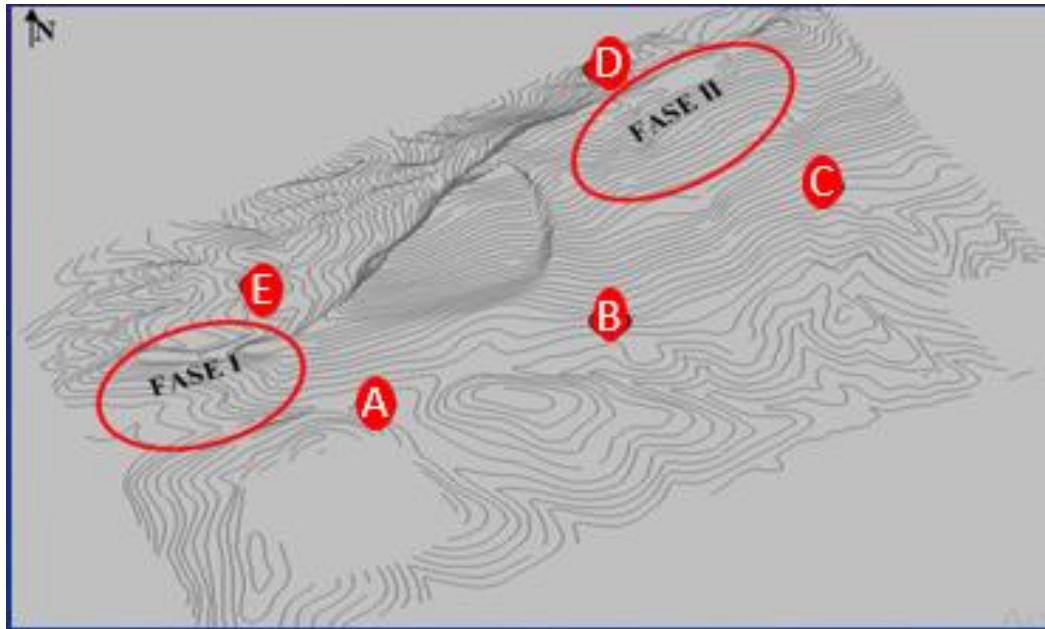


Figura 24 Representación de las fases en la topografía y las distintas zonas de ubicación de la trituradora escala 1:2500
Fuente: RecMin visor 3D

4.4 Parámetros para ubicar el equipo de trituración primaria

Ponderación = peso x clasificación (clasificación :10 bueno; 1 malo), aplica para las tablas 12 y 13.

- Protección a la cueva: Distancia que garantice protección a la cueva.
- Distancia de acarreo: Distancia desde el área de explotación al equipo de trituración primaria (tiempo de retorno de capital)
- Limitaciones de terreno: Mejor acceso e instalación para el equipo de trituración primaria (vías principal de acceso al frente de explotación, cota, estabilidad del terreno)
- Acceso a suministros hídricos y eléctricos: Cercanía de las principales fuentes de suministro.
- Consideraciones técnicas: Instalación de bandas transportadoras, numero de unidas de acarreo.

Tabla 12 Parámetros para evaluar la ubicación del equipo de trituración primaria (condiciones para iniciar Fase I) a través del método cualitativo por puntos.

| Factor | Peso | Zona | A | Zona | B | Zona | C | Zona | D | Zona | E |
|--|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| | % | Calificación | Ponderación | Calificación | Ponderación | Calificación | Ponderación | Calificación | Ponderación | Calificación | Ponderación |
| Protección a la cueva | 0,40 | 8 | 3,2 | 7 | 2,8 | 8 | 3,2 | 10 | 4 | 9 | 3,6 |
| Distancia de acarreo | 0,30 | 8 | 2,4 | 5 | 1,5 | 3 | 0,9 | 3 | 0,9 | 8 | 2,4 |
| Limitaciones de terreno | 0,10 | 9 | 0,9 | 6 | 0,6 | 4 | 0,4 | 1 | 0,1 | 6 | 0,6 |
| Acceso a suministros hídricos y eléctricos | 0,10 | 9 | 0,9 | 8 | 0,8 | 6 | 0,6 | 1 | 0,1 | 5 | 0,5 |
| Consideraciones técnicas | 0,10 | 9 | 0,9 | 7 | 0,7 | 5 | 0,5 | 1 | 0,1 | 5 | 0,5 |
| Totales | 1,00 | 43 | 8,3 | 33 | 6,4 | 26 | 5,6 | 16 | 5,2 | 33 | 7,6 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13 Parámetros para evaluar la ubicación del equipo de trituración primaria (condiciones para iniciar Fase II) a través del método cualitativo por puntos.

| Factor | Peso | Zona | A | Zona | B | Zona | C | Zona | D | Zona | E |
|--|-------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| | % | Calificación | Ponderación | Calificación | Ponderación | Calificación | Ponderación | Calificación | Ponderación | Calificación | Ponderación |
| Protección a la cueva | 0,40 | 8 | 3,2 | 7 | 2,8 | 8 | 3,2 | 10 | 4 | 9 | 3,6 |
| Distancia de acarreo | 0,30 | 3 | 0,9 | 2 | 0,6 | 1 | 0,3 | 9 | 2,7 | 7 | 2,1 |
| Limitaciones de terreno | 0,10 | 9 | 0,9 | 6 | 0,6 | 4 | 0,4 | 1 | 0,1 | 6 | 0,6 |
| Acceso a suministros hídricos y eléctricos | 0,10 | 9 | 0,9 | 8 | 0,8 | 6 | 0,6 | 1 | 0,1 | 5 | 0,5 |
| Consideraciones técnicas | 0,10 | 9 | 0,9 | 7 | 0,7 | 5 | 0,5 | 1 | 0,1 | 5 | 0,5 |
| Totales | 1,00 | 38 | 6,8 | 30 | 5,5 | 24 | 5 | 22 | 7 | 3,2 | 7,3 |

Fuente: Elaboración propia

4.5 Cálculo para flota de camiones Fase I

Tabla 14 Distancias desde la Fase I hasta la ubicación de la trituradora

| | |
|--|-------|
| Distancia desde la Fase I hasta la ubicación A | 703 m |
|--|-------|

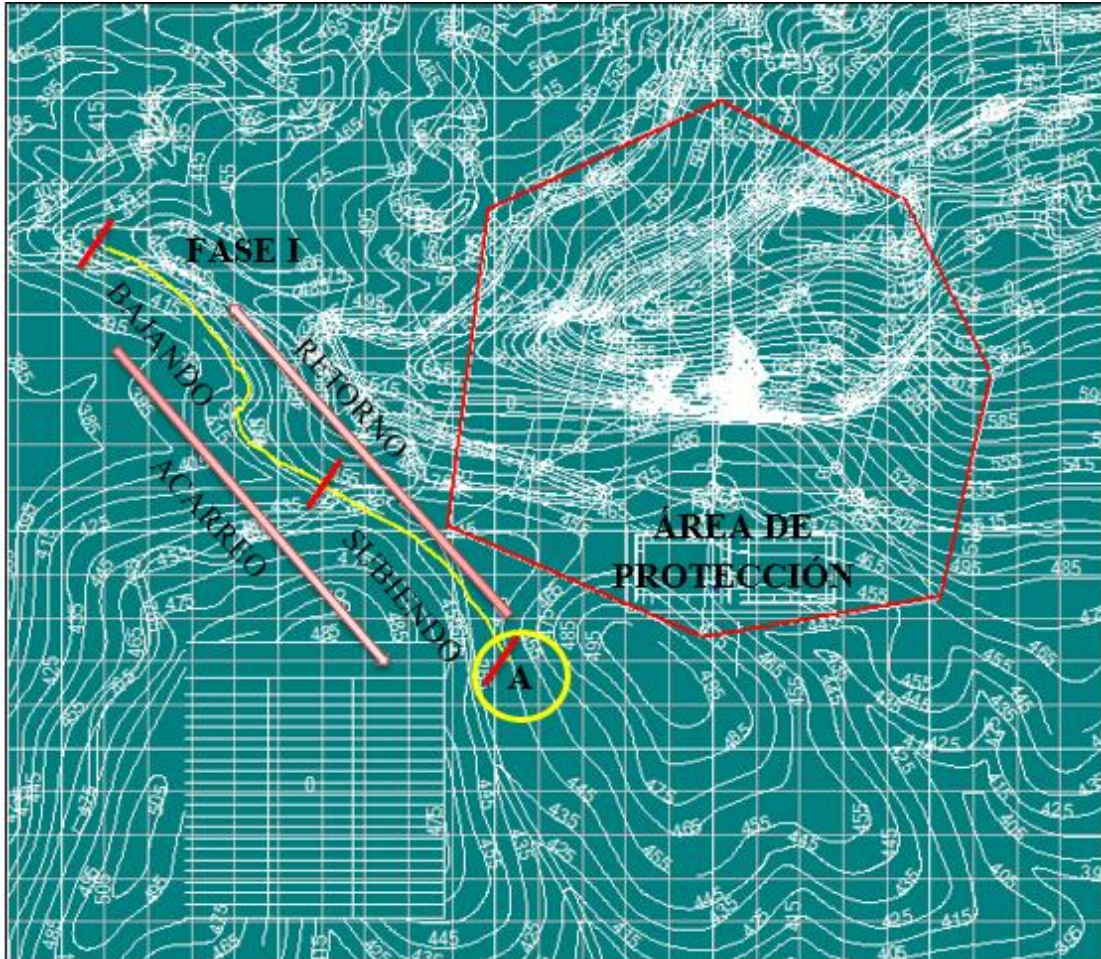


Figura 25 Representación de la vía (color amarillo) desde la Fase I hasta la trituradora ubicada en la zona A escala 1:2500

Fuente: Elaboración propia

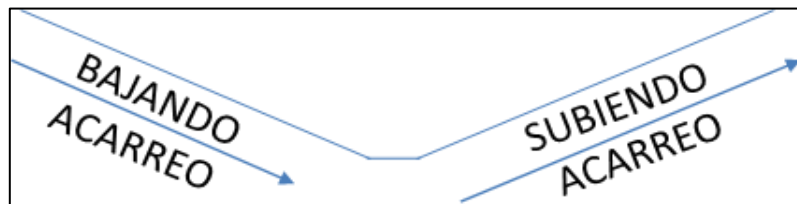


Figura 26 Vista en perfil de la representación de la vía

Fuente: Elaboración propia

- **Cálculo de pendientes efectivas:**

Pendiente efectiva (%) = Resistencia a la rodadura (%) (RR)+Resistencia a la pendiente (%) (RP)

- **Calculo de pendiente efectiva para el acarreo y retorno**

Pendiente desfavorable: 3,5 % + 11 % = 14,5 %

Pendiente favorable: 3,5 % - 11 % = 7,5 %

Sin pendiente: 3,5 % +/- 0 % = 3,5 %

Tabla 15 Distancias y velocidades por tramo

| Acarreo | Bajando | Subiendo |
|-------------------------------------|----------------|-----------------|
| Longitud del tramo (m) | 455 | 248 |
| Velocidad (grafica del equipo) km/h | 38 | 15 |
| Retorno | Bajando | Subiendo |
| Longitud del tramo(m) | 248 | 455 |
| Velocidad(grafica del equipo) km/h | 40 | 30 |

- **Calculo del tiempo de descarga**

$$Tiempodecarga = TA \times TC = 8 \times 20 \text{seg} = 160 \text{seg}$$

TA: Tiempo de ciclos del equipo de acarreo

TC: Tiempo de ciclo del equipo de carga

- **Cálculo del tiempo para acarreo**

Despejando: $V = \frac{d}{t} \Rightarrow T = \frac{d}{V}$

$$\text{Bajando} \Rightarrow T = \frac{455m}{38 \frac{km}{h} \times \frac{1000m}{1km}} \times \frac{455m}{38000 \frac{m}{h}} = 0,012 \text{horas}$$

Transformando a segundos:

$$1h \rightarrow 3600 \text{seg}$$

$$0,012h \rightarrow X = 44 \text{seg}$$

$$\text{Subiendo} \Rightarrow T = \frac{248m}{15000 \frac{m}{h}} = 0,017 \text{horas}$$

Transformando a segundos:

$$1h \rightarrow 3600 \text{seg}$$

$$0,017h \rightarrow X = 62 \text{seg}$$

Tiempo total de acarreo= 106seg

- **Cálculo del tiempo para retorno**

Bajando $\Rightarrow T = \frac{248m}{40000m/h} = 0,0062horas$

Transformando a segundos:

$1h \rightarrow 3600seg$

$0,0062h \rightarrow X = 23seg$

Subiendo $\Rightarrow T = \frac{455m}{30000m/h} = 0,015horas$

Transformando a segundos:

$1h \rightarrow 3600seg$

$0,015h \rightarrow X = 54seg$

Tiempo total de retorno= 77seg

Tabla 16 Acarreo de un camión por ciclo en seg

| | |
|--------------------|------------|
| Tiempo de carga | 160 |
| Tiempo de acarreo | 106 |
| Tiempo de descarga | 20 |
| Tiempo de retorno | 77 |
| Tiempo de demoras | 60 |
| Total | 413 |

Relacionando

$1ciclo \rightarrow 413seg$

$X \leftarrow 3600seg$

$X = 8ciclosporhora$

Sabemos que capacidad del camión 30ton; eficiencia 95 %

Capacidad del camión: $30T \times 0,95 = 28T$

Relacionando con la densidad Suelto $\rho = 1,8T/m^3s$

$1m^3b \rightarrow 1,8T$

$X \leftarrow 28T$

$X = 15,55m^3s$

Acarreo de camión por hora

$$\Rightarrow 8 \times 15,55 = 124,4 m^3/s$$

$$= 224T$$

4.6 Cálculo para flota de camiones para la Fase II

Tabla 17 Distancias desde la fase II hasta la ubicación de la trituradora

| | |
|---|--------|
| Distancia desde la Fase II hasta la ubicación E | 2.930m |
|---|--------|

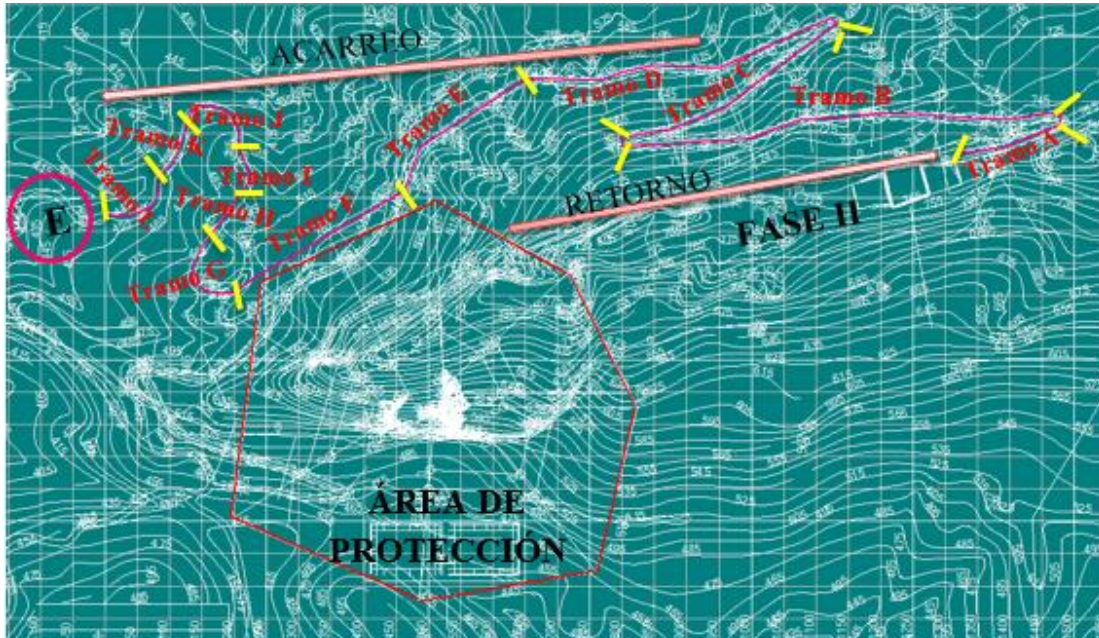


Figura 27 Representación de la vía (color fucsia) desde la Fase II hasta la trituradora ubicada en la zona E escala 1:2500.

Fuente: Elaboración propia

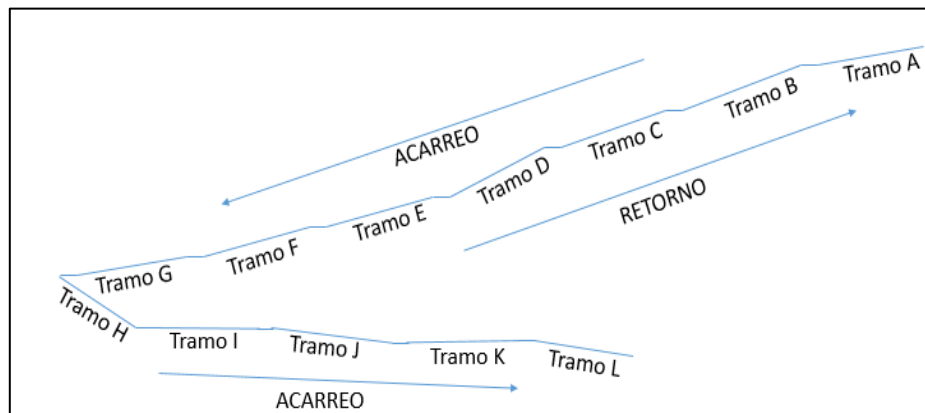


Figura 28 Representación de la vía en perfil

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18 Parámetros de la Fase II (desglosado en 12 tramos) para obtener el tiempo de acarreo

| Tramo | Distancia (m) | Velocidad (m/h) | Tiempo (seg) |
|-------|---------------|-----------------|--------------|
| A | 167 | 38.000 | 16 |
| B | 682 | 38.000 | 65 |
| C | 378 | 38.000 | 36 |
| D | 488 | 38.000 | 46 |
| E | 264 | 38.000 | 25 |
| F | 310 | 38.000 | 30 |
| G | 147 | 38.000 | 14 |
| H | 95 | 15.000 | 23 |
| I | 32 | 50.000 | 2 |
| J | 176 | 38.000 | 17 |
| K | 65 | 50.000 | 5 |
| L | 118 | 38.000 | 11 |

El tiempo fue calculado con la siguiente formula:

$$\Rightarrow V = \frac{d}{T} \Rightarrow T = \frac{d}{V}; \text{ teniendo}$$

Tiempo total de acarreo= 290 seg; 5min

Tabla 19 Parámetros de la Fase II (desglosado en 12 tramos) para obtener el tiempo de retorno

| Tramo | Distancia (m) | Velocidad (m/h) | Tiempo (seg) |
|-------|---------------|-----------------|--------------|
| A | 118 | 38.000 | 14 |
| B | 65 | 50.000 | 4 |
| C | 176 | 38.000 | 21 |
| D | 32 | 50.000 | 2 |
| E | 95 | 15.000 | 9 |
| F | 147 | 38.000 | 18 |
| G | 310 | 38.000 | 37 |
| H | 264 | 38.000 | 32 |
| I | 488 | 38.000 | 59 |
| J | 378 | 38.000 | 45 |
| K | 682 | 38.000 | 82 |
| L | 167 | 38.000 | 20 |

El tiempo fue calculado con la siguiente formula:

$$\Rightarrow V = \frac{d}{T} \Rightarrow T = \frac{d}{V}; \text{ teniendo}$$

Tiempo total de retorno = 341 seg; 6min

Tabla 20 Acarreo de un camión por ciclo en seg

| | |
|--------------------|------------|
| Tiempo de carga | 80 |
| Tiempo de acarreo | 290 |
| Tiempo de descarga | 20 |
| Tiempo de retorno | 341 |
| Tiempo de demoras | 60 |
| Total | 861 |

Relacionando

$$1\text{ciclo} \rightarrow 791\text{seg}$$

$$X \leftarrow 3600\text{seg}$$

$$X = 4\text{ciclosporhora}$$

Sabemos que capacidad del camión 30ton; eficiencia 95 %

$$\text{Capacidad del camión: } 30T \times 0,95 = 28T$$

Relacionando con la densidad en banco $\rho = 1,8T/m^3s$

$$1m^3s \rightarrow 1,8T$$

$$X \leftarrow 28T$$

$$X = 15,55m^3s$$

Acarreo del camión por hora

$$\Rightarrow 4 \times 15,55 = 62,2m^3s$$

$$= 112T$$

Tiempo de carga

$$\text{Tiempodecarga} = CA \times TC = 4 \times 20\text{seg} = 80\text{seg}$$

CA: Tiempo de ciclos del equipo de acarreo

TC: Tiempo de ciclo del equipo de carga

4.7 Cálculo para determinar la capacidad por hora del equipo de carga

$$Q = qxNxE$$

Donde:

Q : Producción por hora (m^3/h)

q : Producción pro ciclo (m^3) = $qlxK$

ql : Capacidad colmada del cucharón de acuerdo al fabricante

K : Factor del cucharón (50 %)

N : Número de ciclo por hora = $60/tc$

Tc : tiempo del ciclo (min), tomado de Solanilla (2003), Tabla n°2.24.

E : Factor de eficiencia; tomado de Solanilla (2003), Tabla n°2.19.

$$ql = 2,4m^3$$

$$K = 50\% \quad q = 2,4m^3 \times 0,50 = 1,2m^3$$

Ahora bien se tiene que el tiempo de ciclo es:

Tc = tiempo de ciclo x factor de conversión

$$Tc = 20\text{seg}; 0,33\text{min}$$

$$Tc = 0,33\text{min} \times 1,6 = 0,53\text{min}$$

Teniendo en el Tc obtenemos el número de ciclo por hora y el factor de eficiencia.

$$N = \frac{60}{0,53} = 113; \quad E = 0,75$$

Se obtiene que la producción por hora es:

$$Q = 1,2 \times 113 \text{ ciclo/h} \times 0,75 = 102m^3/h; 183T/h$$

4.8 Cálculo ancho operativo de carga

$$AO = 11m \times 1,5 + 6m + 2m = 25m ; \text{ Tomada de Bustillo y López (1997)}$$

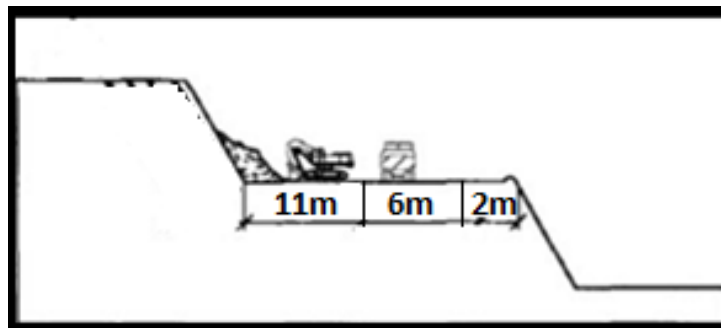


Figura 29 Representación del ancho operativo de carga

Fuente: Elaboración propia

Longitud del equipo de carga: 11m

Ancho del equipo de acarreo por dos unidades: 6m

Distancia de seguridad: 2m

4.9 Cálculo de ancho de vía

$$AV = 2AC + AZ + AB + DS$$

AC : Ancho de camión

AZ : Ancho de berma

AB : Ancho de zanja

DS : Distancias de seguridad

$$AV = 2 \times 3m + 1m + 1m + 4m = 12m$$

A estos 12m se le suman 3m, debido a que el radio de giro del equipo es de 7m y esto garantiza que el mismo pueda maniobrar sin inconveniente, generando un ancho de vía de 15.

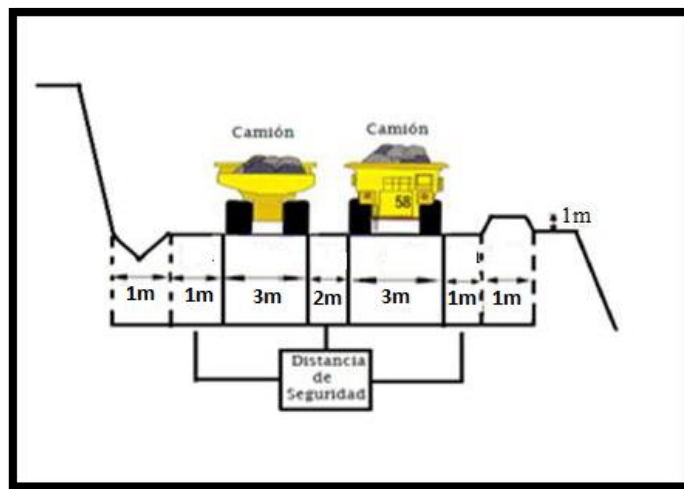


Figura 30 Representación de las vías de acarreo
Fuente: Elaboración propia

4.10 Cálculo de ancho de berma minera

$$AB = 4,5 + 0,2 \times H ; \text{ Tomado de Bustillo y López (1997)}$$

H : Altura de banco; $H = 10m$

4,5 es un factor de la fórmula definido en la sección 2.2.13

$$AB = 4,5 + 0,2 \times 10 = 6m$$

CAPÍTULO V RESULTADO Y ANÁLISIS

Este capítulo presenta los resultados obtenidos como clasificación de la cueva ubicación de la trituradora, flota de quipo de carga-acarreo, parámetros para el dimensionamiento de la mina, cálculo de recursos y vida útil; aunada a ello los análisis por cada resultado.

5.1 Clasificación de la cueva Paso del Medio a través de la norma MMNo2.

Tabla 21 Atributo para clasificar la cueva Paso del Medio como máxima relevancia

| Atributos considerados para la clasificación según el máximo grado de relevancia | Concepto | Variable |
|---|--|------------------|
| Génesis único o raro | Cavidad que en el universo de su entorno (escala local o regional) y la litología presenta algunas diferencias respecto a su formación y proceso dinámico evolutivo. | Presencia |
| | | Ausencia |
| Morfología única | Cavidad que en el universo de su entorno (escala local o regional) y su litología no presenta ninguna ventaja en cuanto a la forma, la organización espacial de las galerías y características morfológicas internas (espeleogens), considerando toda o parte de la cavidad. | Presencia |
| | | Ausencia |
| Notables dimensiones en longitud, área y volumen | Cavidad que presente en su totalidad o en parte, una gran extensión (horizontal o vertical), área o volumen para el enfoque local o regional. | Presencia |
| | | Ausencia |
| Espeleotemas únicos | Cavidad que presenta espeleotemas de forma individual o en conjunto, poco frecuentes, con tamaño excepcional, la mineralogía, la belleza o la riqueza, especialmente si se considera la litología dominante de la cavidad (local o regional). | Presencia |
| | | Ausencia |
| Aislamiento geográfico | Cavidad que se encuentra en un entorno donde no hay registro de incidentes y sucesos remanente de áreas degradadas bajo enfoque regional. | Presencia |
| | | Ausencia |
| Refugio para la preservación de especies de animales en peligro de extinción u otros. | Cavidad que comprende un refugio, o una parte importante del hábitat de las especies que se encuentran en el área. | Presencia |
| | | Ausencia |
| Hábitat de especies raras troglobio | Presencia de pequeños números de especies de troglobio o que se encuentran en una distribución geográfica restringida. | Presencia |
| | | Ausencia |
| | | Presencia |

| | | |
|---------------------------------|--|------------------|
| Interacciones ecológicas únicas | Aparición de interacciones ecológicas duraderas o inusuales, incluyendo las interacciones tróficas y considerando el contexto ecológico evolutivo. | Ausencia |
| Testimonio de la cavidad | Testimonio de los procesos ambientales o paleoambiental significativo o cavidad con alto grado de relevancia. | Presencia |
| | | Ausencia |

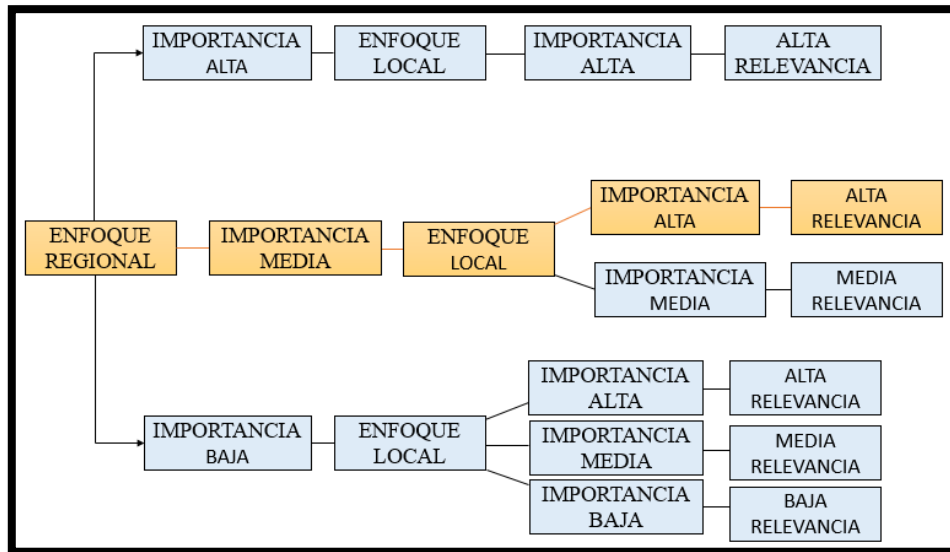


Figura 31 Esquema de clasificación para la cueva Paso del Medio marcado con el color naranja

Fuente: Elaboración propia

5.2 Análisis para determinar el método de protección de la cueva.

Con el estudio espeleológico elaborado por Urbani y Carreño (2007), se procede a validar el grado de relevancia de la cueva Paso del Medio a través de la matriz dispuesta en el Tabla 4 de la instrucción normativa MMA 02/2009 en la sección 2.3.8 y ver Anexo 3, y reproducida en la Tabla 21 de los resultados, esta matriz contiene todos los atributos para considerar una cueva de máxima relevancia, es por ello que si la cueva en estudio contiene al menos uno de estos atributos ya es considerada con la relevancia antes descrita y por ende su preservación debe ser obligatoria.

El resultado obtenido indica que de los nueve atributos que se debían validar ocho estaban presentes los que se encuentran subrayados en color azul; faltando (habidad de especies raras troglobios (ver Tabla 21), ya que esta especie es propia de otras zonas geográficas; debido a esto la cueva es clasificada con el grado máximo de relevancia por lo que debe delimitarse con un área de protección en forma de poligonal convexa

en proyección horizontal no menor a doscientos cincuenta metros (250m) con respecto a cada uno de sus vértices externos esta poligonal garantiza la preservación de la cueva tanto sus componentes interno como externos, tal como lo describe el Decreto 6.640 en su Artículo 2 Inciso 2, basado en la Resolución n°. 347 del 10 de septiembre del 2004 en su Artículo 4 Inciso 3 Ver Anexo 2.

De igual manera se corrobora la clasificación de la cueva basado en el enfoque regional y local subrayado en color naranja ,donde se describe cual es la influencia o la importancia de la cueva en ambos ámbitos, para ello se sigue de igual manera la metodología descrita en la instrucción normativa MMA 02/2009 como se puede observar en la Figura 31 de los resultados, el cual se parte con el grado de importancia regional, donde la cueva en estudio se clasifica de importancia media, tomando en consideración su cercanía con los Morros de San Juan que fueron decretados monumento natural y se encuentran protegido por las ABRAES teniendo estos la mayor relevancia en la región. Sin embargo al verificarse la clasificación local, se tiene que la misma es de gran importancia en este renglón dado que localmente es una estructura natural única en su especie, llevando a que se considere la cueva de alta relevancia, así se valida el método de clasificación antes descrito.

Para finalizar podemos decir que mediante un método normado se corrobora que la cueva presenta alta relevancia científica dada a sus atributos espeleológicos, lo que lleva a trabajar de la mano en pro de su conservación dando cumplimiento así a los objetivos designados en la Ley del Plan de la Patria Segundo Plan Socialista de Desarrollo Económico y Social de la Nación 2013-2019.

5.3 Ubicación obtenida para el equipo de trituración primaria a través del Método Cualitativo por puntos.

Tabla 22 Ubicación por fases de acuerdo a la ponderación

| Fase | Zona |
|-------------|-------------|
| I | A |
| II | E |

5.4 Cantidad equipos de carga-acarreo obtenidos.

Tabla 23 Descripción de la cantidad por Fases

| Fase | Cantidad de equipo de carga | Cantidad de equipo de acarreo |
|------|-----------------------------|-------------------------------|
| I | 2 | 2 |
| II | 2 | 3 |

5.5 Análisis para la ubicación del equipo de trituración primaria y cantidad equipos de carga-acarreo obtenidos.

- Para la Fase I.

Siguiendo la metodología descrita en la sección 3.5 se consideraron cinco 5 posiciones o zonas alrededor de todo el yacimiento donde podía ubicarse el equipo de trituración primaria para iniciar esta Fase, esto se puede visualizar en la Figuras 23 y 24 sección 4.4. Para esta se obtuvo como resultado que la ubicación óptima de dicho equipo sería la Zona A, como se puede evidenciar en la Tabla 12 sección 4.4, esto se debe a que dicha zona garantiza una recomendable protección a la cueva dado que además de respetar el área de protección de 250m cuenta con una distancia adicional de 150m aproximadamente, aunado a ello la distancia de acarreo al frente de explotación es mucho menor por lo que los tiempos de operación disminuye, traduciéndose en mayor producción y mejor rentabilidad.

Siguiendo en el mismo orden de ideas, en dicha zona se tiene una topografía favorable ya que es una área con pocas irregularidades lo que da una mayor estabilidad de terreno para la instalación del equipo de trituración, además es de fácil acceso, ya que la vía principal al yacimiento existe y solo habría que realizar un acondicionamiento previo con equipos auxiliares descritos en la sección 4.2 del capítulo anterior. Otro de los parámetros con buena ponderación para la Zona A es el acceso a los suministros hídricos y eléctrico, dada la cercanía a la zona que se encuentra poblada. Por último se tiene que para instalar el sistema de cintas transportadoras (requerimiento de la empresa) se cuenta con una pendiente favorable de acuerdo con la topografía y el recorrido hasta planta de procesamiento del mineral es corto, lo que disminuiría los costos de instalación inicial.

Una vez determinada la zona optima de colocación del equipo de trituración primaria se procedió a calcular las unidades de acarreo de acuerdo con las distancias previstas para ello ver Tabla 14 Figura 27 y 28, que se deben disponer para garantizar la alimentación a dicho equipo, de acuerdo a los cálculos que se realizaron en el capítulo anterior sección 4.5 se obtuvo que el camión seleccionado acarrea en una hora 224T una capacidad menor a lo que procesa el equipo de trituración en el mismo tiempo que es 250T, por lo que se propone tener dos unidades de acarreo disponibles para esta Fase si se quiere garantizar la producción continua o en su defecto adquirir un equipo de mayor dimensión. Sin embargo al considerar cualquiera de estas dos alternativas se tendrá un exceso de material por lo que se deberá contar con un patio de almacenamiento o disponer de una tolva donde se pueda almacenar el mismo y a partir de allí alimentar al equipo de trituración.

Aunado a los cálculos antes descrito, se verifica la compatibilidad entre el equipo de carga y el de acarreo de acuerdo con la capacidad de movimiento de material que tienen los mismos en un tiempo promedio de una hora, obteniendo que el equipo de carga tiene una capacidad de movimiento de material de 183T y el de acarreo de 448T tomando en cuenta las dos unidades antes descrita, esta relación no garantiza un ritmo operativo continuo, por lo que se debe considerar tener dos unidades del equipo de carga como requerimiento mínimo o en su defecto adquirir un equipo de mayor capacidad, aunque para ello debe verificarse las dimensiones operativas y el diseño geométrico propuesto para esta Fase.

- **Para la Fase II**

Se realizó el mismo análisis que para la Fase I, partiendo de la idea de reubicar el equipo de trituración primaria para esta Fase, ya que de dejarse en la misma zona que se escogió para la Fase I (Zona A), se incrementaría considerablemente los costos operativos, tomando en consideración la distancia de acarreo y la vida útil del yacimiento, dicho esto se obtuvo como resultado que la zona que más se adaptada para la colocación del equipo de trituración primaria es la Zona E, como se puede visualizar en la Tabla 13 sección 4.4, Sin embargo en este análisis tuvo la particularidad que la

Zona D estuvo bastante cerca para ser la seleccionada como se puede observar en la Tabla 13, debido a que la Zona D presenta una mayor distancia a la cueva ofreciendo una mejor protección a la misma y una menor distancia de acarreo al frente de explotación, lo que se traduce en una mayor producción a priori.

No obstante la Zona E presenta mejores vías de acceso tomando en consideración que se tendría más de la mitad de estas vías construida por su cercanía con la zona escogida para la Fase I, así mismo el acceso a los suministros hídricos y eléctrico se obtendría con mayor facilidad, ya que se encuentra más cerca tanto al área donde se cuenta con estos servicios, como a la Zona A de la Fase I, lo que adelanta el trabajo de instalación de estos.

Por último se tiene que si el equipo de trituración se ubicara en la Zona D repercutiría de manera negativa en la instalación del sistema de cintas transportadora, ya que tendría que bordearse todo el yacimiento o excavar un túnel a través de la macizo rocoso nombrada Fase II hasta llegar a la planta de procesamiento del mineral, ambas medidas requerirían de elevadas inversiones inicial, por lo que al tomar la Zona E podría conectarse el sistema de cintas partiendo desde el punto ya instalado en la Zona A de tal manera que esta tendría una línea recta y con pendiente favorable tomando en cuenta que para este momento ya la Fase I debería estar totalmente explotada.

Corroborada la zona donde estará ubicado el equipo de trituración primaria, se calculan el número de unidades de acarreo de acuerdo con la distancia prevista para ello, ver Tablas 18 y 19; Figuras 28 y 29 , obteniendo como resultado que el camión seleccionado acarrea 112T por hora ver sección 4.6, una capacidad mucho menor que la que procesa el equipo de trituración en el mismo tiempo es de 250T, por lo que se sugieren 3 camiones para garantizar la alimentación continua del mismo o adquirir equipos de mayor capacidad. Estas medidas al igual que en la Fase I ratifican la necesidad de contar con un patio o una tolva de almacenamiento de material.

Para finalizar se tiene que al verificar la compatibilidad del equipo de carga y el de acarreo a través de la cantidad de material que pueden mover en un lapso de una hora,

que los mismo son compatibles si se verifica para las tres unidades de acarreo y las dos de carga escogidas para la Fase I, es decir que garantizan una producción continua.

Cabe destacar que el análisis de requerimiento de equipos para cada Fase es formalizada bajo la condición de comenzar operaciones, sin embargo debe tomarse en cuenta que a medida que se avance en la explotación del yacimiento y ya se cuente con una retribución de la inversión se debe aumentar la flota de equipos considerando el desgaste de los mismo y la vida útil del yacimiento sobre todo en la Fase II. Aunado a esto se debe evaluar realizar tanto el mantenimiento preventivo como el correctivo en las horas en que se tenga una menor repercusión en la producción.

5.6 Volumen obtenido por bloques y vida útil calculado con el software RecMin.

Tabla 24 Volumen por cada bloque del yacimiento

| Dirección | Bloque 1 m ³ | Bloque 2 m ³ | Bloque 3 m ³ | Bloque 4 m ³ | Volumen Total m ³ |
|--------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| NE | 590.566 | 21.43.020 | 10.657.140 | 77.929.850 | |
| ZN | 584.342 | 21.33.174 | 10.805.430 | 79.177.620 | |
| ZE | 583.339 | 2.130.376 | 10.868.270 | 79.023.770 | |
| Total | 586.082 | 2.135.523 | 10.776.947 | 78.710.413 | |

Tabla 25 Volumen de los bloques que se encuentra dentro del área de protección de la cueva

| Dirección | Bloque recorte del bloque 2 m ³ | Bloque 3 m ³ | Bloque recorte del bloque 4 m ³ | Volumen total dentro del área m ³ |
|--------------|--|----------------------------|--|--|
| NE | 1.143.854 | 10.657.140 | 3.088.773 | |
| ZN | 1.143.304 | 10.805.430 | 3.092.922 | |
| ZE | 1.143.880 | 10.868.270 | 3.097.696 | |
| Total | 1.143.679 | 10.776.947 | 3.093.130 | |

Tabla 26 Volumen del yacimiento restando aquél que ocupa el área de protección

| | | | |
|--|-------------------|--------------|---|
| Volumen total del yacimiento m ³ | 92.208.966 | 100 % | Volumen restando área de protección m ³ |
| Volumen dentro del área m ³ | 15.013.756 | 16 % | 77.195.209 |

Tabla 27 Volumen de los bloques con área de protección y vida útil del yacimiento

| Descripción | Volumen m ³ | Volumen T | Años |
|-------------|------------------------|-------------|------|
| Yacimiento | 77.195.209 | 196.075.832 | 545 |
| Bloque 1 | 586.082 | 14.88.649 | 4 |
| Bloque 2 | 991.844 | 2.519.284 | 7 |
| Bloque 3 | 10.776.947 | 27.373.445 | 76 |
| Bloque 4 | 75.617.283 | 192.067.899 | 534 |

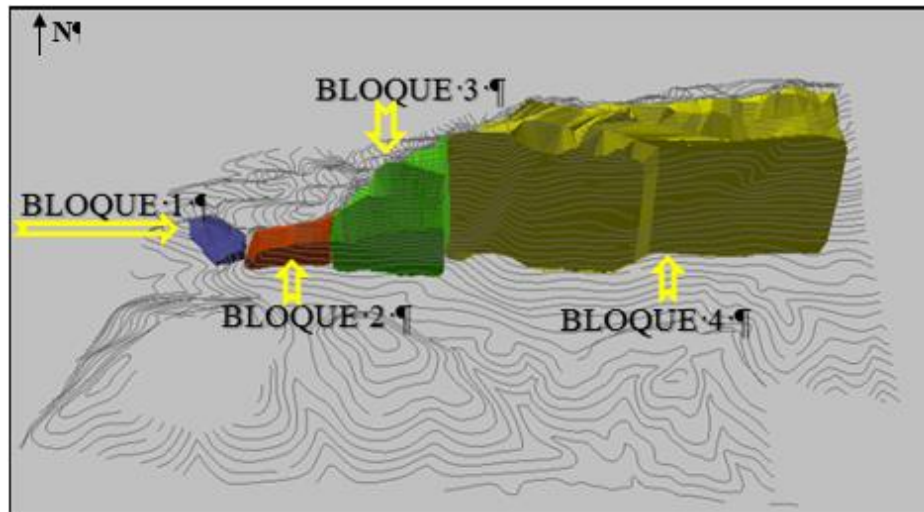


Figura 32 Representación de los 4 bloques en RecMin escala 1:2500
 Fuente: Software RecMin y modificada por los autores

5.7 Volumen minable obtenido por fases y su vida útil

Tabla 28 Volumen minable en la Fase I

| Perfil | Área a extraer (m ²) | Volumen a extraer (m ³) |
|--------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| 0 + 50,00 | 2.173 | 54.325 |
| 1 + 00,00 | 4.755 | 213.175 |
| 1 + 50,00 | 3.772 | 138.400 |
| 2 + 00,00 | 1.764 | 75.100 |
| 2 + 50,00 | 1.240 | 55.375 |
| 3 + 00,00 | 975 | 54.800 |
| 3 + 50,00 | 1.217 | 38.725 |
| 4 + 00,00 | 332 | 8.300 |
| Total | 16.228 | 638.200 |

5.8 Configuración de bancos para la Fase I



Figura 33 Perfil 1 para la Fase I

Fuente: Herramienta computacional y modificado por los autores

Tabla 29 Volumen minable en la Fase II

| Perfil | Área a extraer (m ²) | Volumen a extraer (m ³) |
|--------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| 2+00,00 | 4.785 | 239.250 |
| 3+00,00 | 11.642 | 1.132.050 |
| 4+00,00 | 10.999 | 1.035.600 |
| 5+00,00 | 9.713 | 906.050 |
| 6+00,00 | 8.408 | 866.200 |
| 7+00,00 | 8.916 | 895.700 |
| 8+00,00 | 8.998 | 1.113.450 |
| 9+00,00 | 13.271 | 801.500 |
| 10+00,00 | 2.759 | 137.950 |
| Total | 79.491 | 7.127.750 |

5.9 Configuración de banco para la Fase II

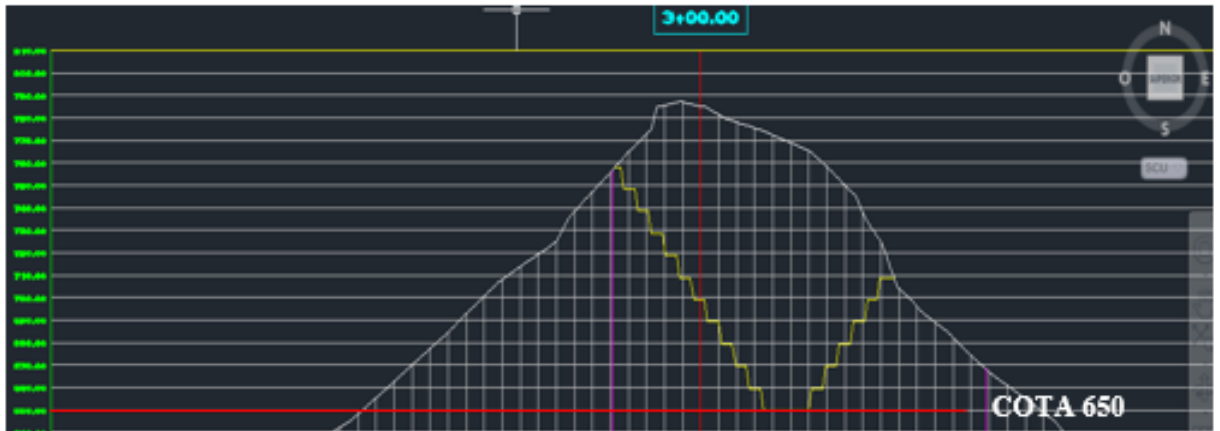


Figura 34 Perfil 1 para la Fase II
Fuente: Herramienta computacional y modificado por los autores

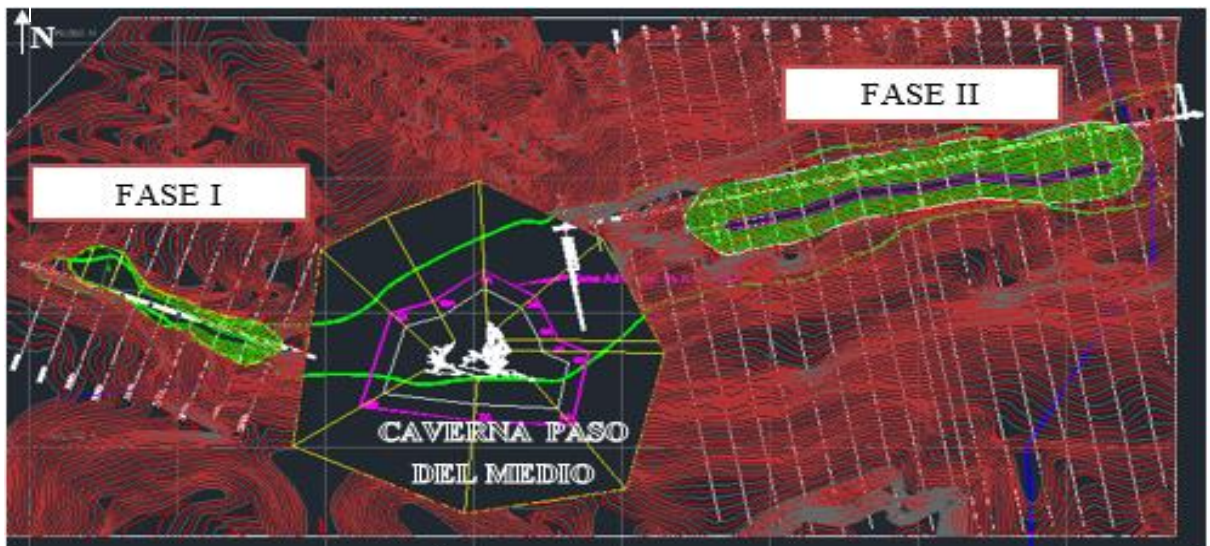


Figura 35 Representación de las dos fases y el área de protección escala 1:2500
Fuente: Herramienta computacional y modificado por los autores

Tabla 30 Vida útil por Fases

| Fase | Vida útil |
|---------|-----------|
| Fase I | 5 años |
| Fase II | 50 años |

5.10 Volumen obtenido a extraer por etapas por la Fase I y su vida útil

Tabla 31 Volumen a extraer en la etapa 555-520

| Perfiles cota: 555-520 | Área m² de cada perfil | Volumen m³ |
|-------------------------------|--|------------------------------|
| 0+50,00 | 1.470 | 36.750 |
| 1+00,00 | 230 | 9.975 |
| 1+50,00 | 169 | 4.225 |
| TOTAL | 1.869 | 50.950 |

Tabla 32 Volumen a extraer en la etapa 520-490

| Perfiles cota: 520-490 | Área m² de cada perfil | Volumen m³ |
|-------------------------------|--|------------------------------|
| 0+50,00 | 679 | 16.975 |
| 1+00,00 | 2.545 | 104.725 |
| 1+50,00 | 1.644 | 44.200 |
| 2+00,00 | 124 | 3.100 |
| TOTAL | 4.992 | 169.000 |

Tabla 33 Volumen a extraer en la etapa 490-470

| Perfiles cota: 490-470 | Área m² de cada perfil | Volumen m³ |
|-------------------------------|--|------------------------------|
| 1+00,00 | 1.289 | 32.225 |
| 1+50,00 | 1.229 | 55.675 |
| 2+00,00 | 998 | 35.700 |
| 2+50,00 | 430 | 15.600 |
| 3+00,00 | 194 | 4.850 |
| TOTAL | 4.140 | 144.050 |

Tabla 34 Volumen a extraer en la etapa 470-450

| Perfiles cota:470-450 | Área m2 de cada perfil | Volumen m3 |
|------------------------------|-------------------------------|-------------------|
| 1+00,00 | 680 | 17.000 |
| 1+50,00 | 671 | 33.750 |
| 2+00,00 | 679 | 37.125 |
| 2+50,00 | 806 | 40.125 |
| 3+00,00 | 799 | 45.600 |
| 3+50,00 | 1.025 | 33.900 |
| 4+00,00 | 331 | 8.275 |
| TOTAL | 4.991 | 215.775 |

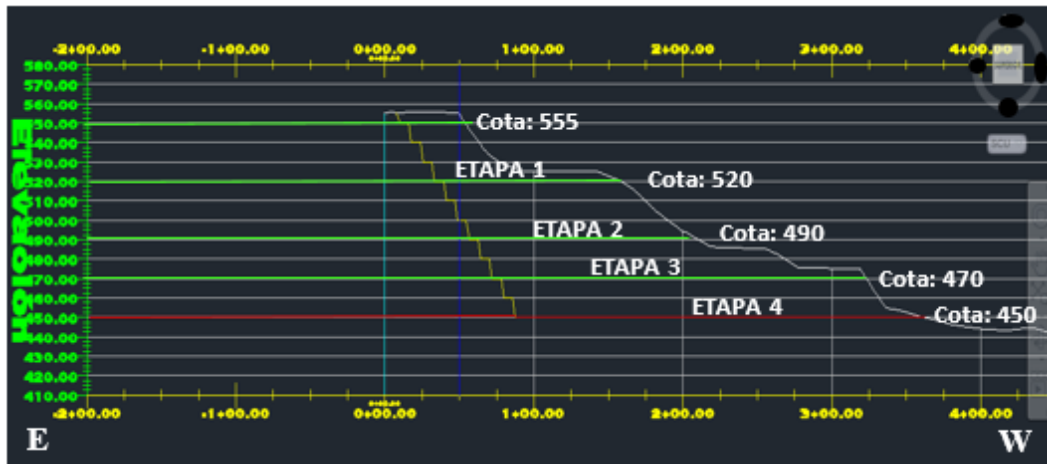


Figura 36 Representación de cada etapa a extraer en la Fase I
Fuente: Herramienta computacional y modificado por los autores

Tabla 35 Vida útil por etapa

| | |
|---------|-----------------|
| Etapa 1 | 4 meses |
| Etapa 2 | 1 año y 2 meses |
| Etapa 3 | 1 año |
| Etapa 4 | 2 años |

5.11 Volumen obtenido a extraer por etapas por la Fase II y su vida útil

Tabla 36 Volumen a extraer en la etapa 815-760

| Perfil cota:815-760 | Área a extraer (m ²) | Volumen a extraer (m ³) |
|---------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| 2+00,00 | 2.550 | 127.500 |
| 3+00,00 | 1.795 | 163.950 |
| 4+00,00 | 1.484 | 110.950 |
| 5+00,00 | 735 | 72.050 |
| 7+00,00 | 706 | 99.000 |
| 8+00,00 | 1.274 | 220.850 |
| 9+00,00 | 3.143 | 235.750 |
| 10+00,00 | 1.572 | 78.600 |
| Total | 13.259 | 1.108.650 |

Tabla 37 Volumen a extraer en la etapa 760-730

| Perfil cota:760-730 | Área a extraer (m²) | Volumen a extraer (m³) |
|----------------------------|---------------------------------------|--|
| 2+00,00 | 2.155 | 107.750 |
| 3+00,00 | 3.584 | 356.200 |
| 4+00,00 | 3.540 | 315.350 |
| 5+00,00 | 2.767 | 269.200 |
| 6+00,00 | 2.617 | 255.100 |
| 7+00,00 | 2.485 | 227.550 |
| 8+00,00 | 2.066 | 288.100 |
| 9+00,00 | 3.696 | 235.100 |
| 10+00,00 | 1.006 | 50.300 |
| Total | 23.916 | 2.104.650 |

Tabla 38 Volumen a extraer en la etapa 730-700

| Perfil cota: 730-700 | Área a extraer (m²) | Volumen a extraer (m³) |
|-----------------------------|---------------------------------------|--|
| 3+00,00 | 3.452 | 172.600 |
| 4+00,00 | 3.399 | 329.550 |
| 5+00,00 | 3.192 | 300.000 |
| 6+00,00 | 2.808 | 284.800 |
| 7+00,00 | 2.888 | 288.150 |
| 8+00,00 | 2.875 | 322.250 |
| 9+00,00 | 3.570 | 178.500 |
| Total | 22.184 | 1.875.850 |

Tabla 39 Volumen a extraer en la etapa 700-670

| Perfil cota: 700-670 | Área a extraer (m²) | Volumen a extraer (m³) |
|-----------------------------|---------------------------------------|--|
| 3+00,00 | 2.223 | 1.11.150 |
| 4+00,00 | 2.224 | 221.900 |
| 5+00,00 | 2.214 | 221.500 |
| 6+00,00 | 2.216 | 222.600 |
| 7+00,00 | 2.236 | 218.100 |
| 8+00,00 | 2.126 | 217.300 |
| 9+00,00 | 2.220 | 111.000 |
| Total | 15.459 | 1.323.550 |

Tabla 40 Volumen a extraer en la etapa 670-650

| Perfil cota: 670-650 | Área a extraer (m ²) | Volumen a extraer (m ³) |
|----------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| 3+00,00 | 701 | 35.050 |
| 4+00,00 | 727 | 72.000 |
| 5+00,00 | 713 | 70.100 |
| 6+00,00 | 689 | 68.850 |
| 7+00,00 | 688 | 69.000 |
| 8+00,00 | 692 | 68.950 |
| 9+00,00 | 687 | 34.350 |
| Total | 4.897 | 418.300 |

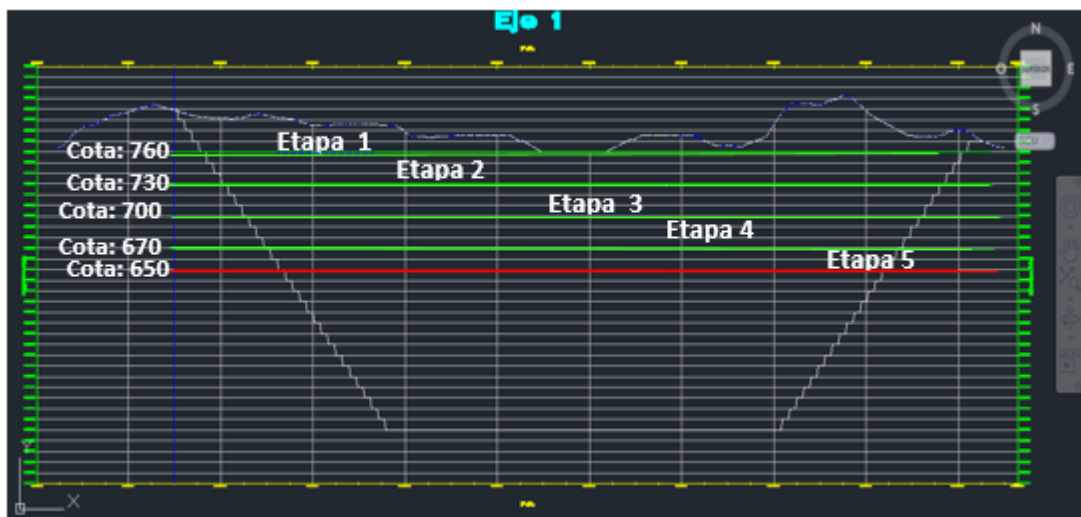


Figura 37 Representación de cada etapa a extraer en la Fase II
 Fuente: Herramienta computacional y modificado por los autores

Tabla 41 Vida útil por etapa

| | |
|---------|----------------|
| Etapa 1 | 8 años |
| Etapa 2 | 15 años |
| Etapa 3 | 13 años |
| Etapa 4 | 9 años |
| Etapa 5 | 2 años |

5.12 Parámetros obtenidos para el diseño

Tabla 42 Descripción de los parámetros de diseño

| | |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| Ancho de berma minera | 6m |
| Ancho operativo | 25m |
| Ancho de vía | 12m |
| Angulo del talud de trabajo | 70° respecto a la horizontal |
| Angulo del Pit final | 52° respecto a la horizontal |

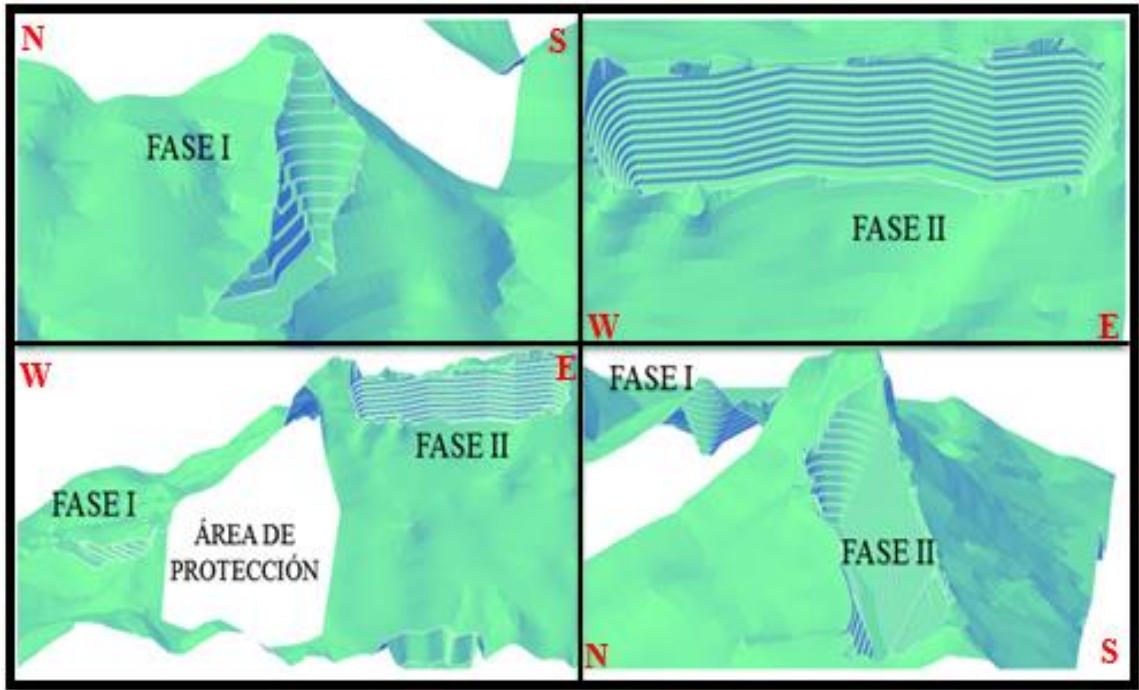


Figura 38 Modelado en 3D de las fases y representación del área de protección
Fuente: Herramienta computacional y modificado por los autores

Tabla 43 Volumen total y minable del yacimiento

| Fases | Volumen total sin área de protección m ³ | Volumen total con área de protección m ³ | Volumen minable m ³ |
|-------|---|---|--------------------------------|
| I | 2.721.605 | 1.577.926 | 638.200 |
| II | 78.710.413 | 75.617.283 | 7.127.750 * |

*Solo hasta la cota 650.

5.13 Análisis del volumen obtenido por bloques, volumen por fases, volumen por niveles y los parámetros de diseño

El volumen obtenido como resultado de la suma de los cuatro bloques representan 92.208.966m³ (ver Tabla 24 sección 5.6), así mismo el volumen que está dentro del área de protección de la cueva el cual no puede ser explotado, tiene una magnitud de 15.013.756m³, representando solo un 16 % del volumen total (recursos) lo que nos indica *a priori* sin establecer factores económicos que el yacimiento puede ser explotado a pesar de contar con esta área de protección, esto lo podemos corroborar con la vida útil del mismo dada la capacidad del equipo de trituración primaria, donde se tiene que incluyendo el área de protección la vida útil es de 545 años y sin esta es de 469 años, tiempo suficiente para que retorne la inversión, sin embargo para corroborar

esto se debe hacer un estudio técnico económico a detalle incluyendo el estudio de otros mercados que de mejor precio a la materia prima de dicho yacimiento.

En la Fase I se obtuvo que el volumen minable es de 638.200 m³ esto de acuerdo con la configuración de bancos que se realiza como se puede evidenciar en el perfil dispuesto en la Figura 33 y el Anexo 7 donde la línea fucsia delimita al mineral de interés y la amarilla el banqueo. Este volumen minable tiene una vida útil de 5 años de acuerdo con la capacidad de alimentación del equipo de trituración, que en comparación a la vida útil obtenida del volumen total que es de 11 años representa una disminución del 45 %, esto es debido a que la configuración de bancos se realiza estrictamente donde se encontraba el mineral de interés, ya que no se tiene un valor admisible de estéril con el que se pueda establecer una relación.

De igual manera la Fase I se dividió en 4 Etapas con el fin de definir el avance en el desarrollo del tajo abierto en la extracción del mineral, tomando en consideración para ello las irregularidades de la topografía, partiendo de la cota 555 hasta la 450 (límite de material de interés) ver Figura 36.

Para la Fase II se obtiene un volumen minable de 7.127.750.m³ teniendo esto una vida útil de 50 años de acuerdo con el equipo de trituración primaria. Cabe destacar que la configuración de banco se ejecuta hasta la cota 650 (ver Figura 34 y Anexo 8) debido a que se tiene indefinida la relación estéril – mineral hasta la cota 450 (límite de material de interés); con esta configuración de banco hasta la cota antes descrita se garantiza extraer la mayor cantidad de material de interés, una vez en dicha cota debe considerarse realizar un estudio de exploración geológica de detalle y técnico- económico que indique la factibilidad de profundizar en la explotación.

Con ello se tiene que la Fase II se divide en 5 Etapas con el fin de definir un avance uniforme en la formación de la fosa para la extracción del mineral, partiendo desde la cota 815 hasta la 650 ver Figura 37. Se elige el diseño de fosa para mitigar el impacto visual que se pudiese generar al momento de la explotación y conservar la vista del yacimiento en su parte exterior junto con la cueva.

Luego de precisar la configuración de bancos, el volumen extraíble y dirección de avance se obtiene el modelado del yacimiento en 3D ver Figura 38 y Anexo 9, con un *Pit* final de 52° y un ángulo de trabajo de 70° para ambas fases, Estos ángulos se encuentra en el rango permitido para la caliza de acuerdo con estudios geotécnicos realizados en el yacimiento colindante ver Anexos 10. De igual forma el modelado en la Fase I (inicio de la explotación) está separado del área de protección con una distancia adicional de aproximadamente 50m con el fin de tener una pantalla natural para mitigar el polvo producido en las operaciones mineras; además de tener una dirección de avance en la extracción del material E-W, dirección contraria a donde se encuentra la cueva. Este mismo criterio fue tomado para la Fase II dejando una distancia de 140m, debido a que esta Fase posee una mayor vida útil y la dirección de avance en la extracción del material será E-W de forma decente.

5.14 Parámetros para el patrón de voladura obtenido con el software *SchemeBlaster*

5.14.1 Esquema 3

Tabla 44 Descripción de los parámetros para el esquema 3

| Tipo de Roca | Caliza |
|---|---|
| Resistencia a la compresión Simple(Mpa) | 100 |
| Densidad de la roca (gr/cm ³) | 2,54 |
| Diámetro del barreno (mm) | 88,9 |
| (H) Longitud del barreno (m) | 11 |
| Inclinación del barreno | 1 |
| Autor seleccionado para el cálculo del retiro | Retiro optimizado al coeficiente de uniformidad |
| (B) Retiro (m) | 3 |
| (S) Espaciamiento (m) | 3,5 |
| (T) Taco (m) | 2 |
| Factor de carga (kg/m ³) | 0,504 |
| Explosivo usado, Anfo/Emulsión | 65x400 |
| Carga de fondo(kg) | 2,92 |
| Numero de cartuchos de emulsión(pzas) | 2 |
| Altura de carga de fondo (m) | 0,8 |
| (C)Carga de columna (kg) | 50 |
| (J) Sobreperforación (m) | 1 |
| Altura de carga de columna (m) | 8,2 |
| Autor seleccionado para el cálculo del k50 | Kuznetsov |

| | |
|---|-------|
| Diámetro del 50% del material/k50 (cm) | 25 |
| Coefficiente de uniformidad de la distribución granulométrica | 1,257 |

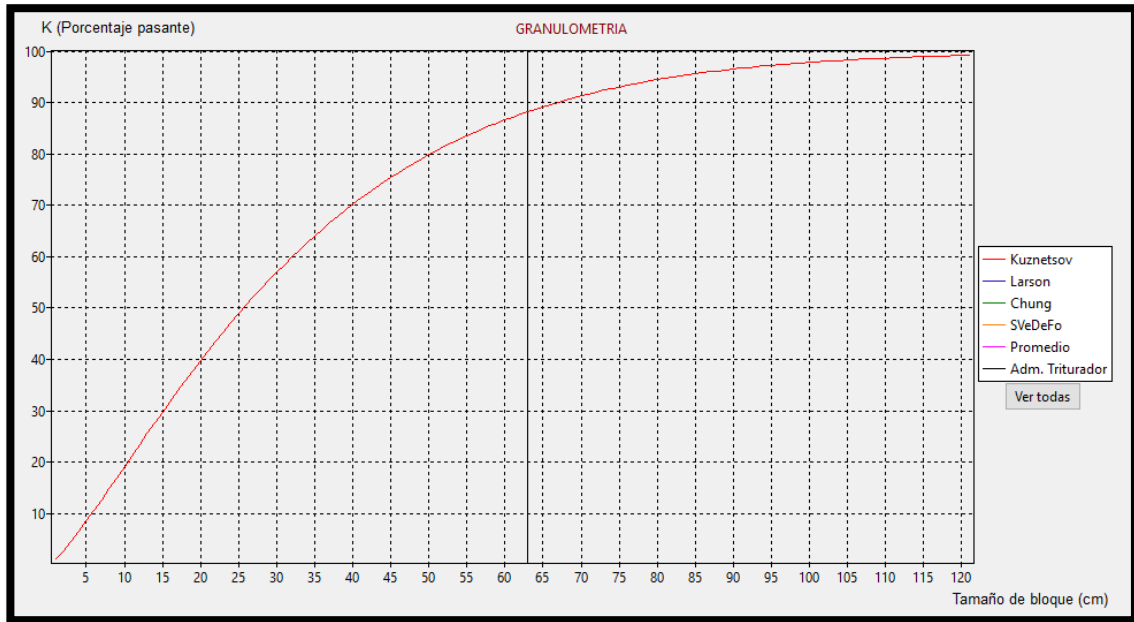


Figura 39 Curva granulométrica para definir el porcentaje de pasante esquema 3
Fuente: Software *SchemeBlaster*

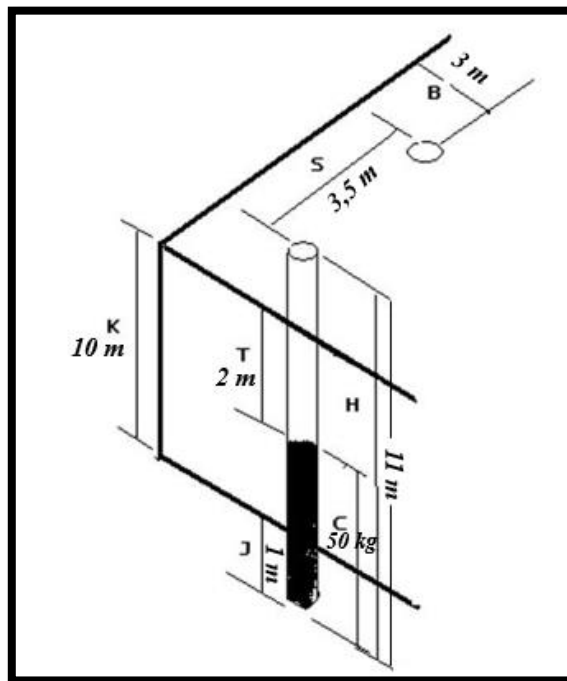


Figura 40 Representación del Patrón de Voladura
Fuente: Elaboración propia.

5.14.2 Volumen de voladura a extraer por fases

Tabla 45 Volumen de voladura a extraer por etapa para la Fase I

| Etapa | Volumen de un barreno m ³ | Área m ² | Número de bloques en la etapa | Área de un bloque m ² | Volumen a volar de un bloque m ³ | Número de barreno de un bloque | Número de voladura por semanas |
|-------|--------------------------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------------------|---|--------------------------------|--------------------------------|
| 1 | 105 | 1.869 | 8 | 233 | 2.330 | 22 | 2 |
| 2 | 105 | 4.992 | 25 | 199 | 1990 | 18 | 2 |
| 3 | 105 | 4.140 | 20 | 207 | 2070 | 19 | 2 |
| 4 | 105 | 4.991 | 25 | 200 | 2000 | 19 | 2 |

Tabla 46 Volumen de voladura a extraer por etapa para la Fase II

| Etapa | Volumen de un barreno m ³ | Área m ² | Número de bloques en la etapa | Área de un bloque m ² | Volumen a volar de un bloque m ³ | Número de barreno de un bloque | Número de voladura por semanas |
|-------|--------------------------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------------------|---|--------------------------------|--------------------------------|
| 1 | 105 | 13.259 | 60 | 220 | 2.210 | 20 | 2 |
| 2 | 105 | 23.916 | 100 | 239 | 2.392 | 22 | 2 |
| 3 | 105 | 22.184 | 100 | 222 | 2.220 | 21 | 2 |
| 4 | 105 | 15.459 | 80 | 193 | 1.930 | 18 | 2 |
| 5 | 105 | 4.897 | 20 | 245 | 2.450 | 23 | 2 |

5.15 Análisis de los parámetros para el diseño de voladura

Una vez analizados todo los esquemas generados por el sistema *SchemeBlaster* ver Anexo 11, se decide utilizar los resultados obtenidos del Esquema 3 (Uniformidad), dado a que este presenta el mayor porcentaje de pasante lo que indica que se tendrá una menor cantidad de sobre tamaño reduciendo en menor costos operativos y mayor producción.

De igual forma cabe destacar que estos valores se corroboraron manualmente utilizando las fórmulas de Konya (1972-1983), dado que dicho software presenta solo valores predictivos, ya que no se ha realizado un levantamiento de información en la cantera en estudio y los parámetros suministrados son proporcionados por INVECEM; dando resultados muy similares. Al analizar estos valores se tiene que utilizar un diámetro de barreno de 3 1/2” pulgadas, con el cual se obtiene un mallado reducido de (3m x 3,5m) con un taco de 2m tomando en consideración que es un macizo rocoso estratificado, así como un factor de carga de 0,504 Kg/m³ o 198 g/T ver Tabla 44 y figura 40, este factor de carga fue probado en una voladura realizada en INVECEM

(Industria Venezolana de Cemento) San Sebastián de los Reyes y solo se obtuvo un 5 % de sobre tamaño aproximadamente un resultado óptimo tomando en cuenta que es un factor de carga poco elevado, todos estos parámetros son considerados con el fin de ejecutar una voladura con la menor contaminación sónica y menor efecto de vibraciones que sea posible para mitigar las repercusiones a la cueva sin dejar a un lado la cantidad de material a extraer para satisfacer la producción.

Definidos los parámetros, se calcula por cada Fase y Etapas la cantidad de barrenos por voladura que se deben perforar para que se tenga una cantidad de material disponible que cumpla con la capacidad del equipo de trituración primaria durante la mayor cantidad de tiempo y reducir al máximo la cantidad de voladuras que se deben realizar. Buscando siempre mitigar los efectos de vibración y contaminación sónica que puedan producir daños tanto a la estructura de la cueva como a su ecología durante este proceso como se indica en el párrafo anterior.

Al verificar la cantidad de barrenos que deben perforarse se observa que para cada etapa de ambas fases no pasa de 24 barrenos ver Tablas 46 y 47; aunque esto puede considerarse como una voladura de pequeñas dimensiones y que sus efecto son de menor repercusión, se debe llevar a cabo un proceso de instrumentación continuo haciendo énfasis al comienzo de la Etapa 2 en la Fase I cuando se llegue en la cota 520 donde se está al mismo nivel de la cueva Paso del Medio. De igual manera aplicar este mismo criterio para la Fase II al llegar a la cota 680. Con el fin de corroborar y garantizar que realmente se no se está causando ningún tipo de efecto a la cueva.

CONCLUSIONES

- Se describe este yacimiento como una faja que está constituida por calizas con paredes verticales que comienza desde Los Morros de San Juan pasando por Los Morros de San Sebastián y culminando en Altagracia de Orituco.
- Se obtuvo un método de protección a la cueva Paso del Medio de acuerdo con sus atributos espeleológicos, en el cual se define un área de protección de 250m, a su alrededor representando solo el 16 % del volumen total del yacimiento.
- Se estima la vida útil del yacimiento de acuerdo al volumen minable. Para la Fase I de 5 años y para la Fase II de 50 años; destacando que para la Fase II solo se efectúa la planificación minera hasta la cota 650 dado a que no se cuenta con un estudio geológico de detalle con el que se pueda establecer una relación estéril-mineral de interés.
- Se determina la ubicación del equipo de trituración primaria para la Fase I obteniendo como resultado la Zona A (Suroeste del yacimiento), distanciada 400 metros aproximadamente de la cueva Paso del Medio, Para la Fase II se reubico dicho equipo en la Zona E (Noroeste del yacimiento), distanciada una 450m de la cueva antes descrita, estas distancias superan en un 50 % según lo establecido por la norma MMNo2 (2009) para la protección a la cueva lo que garantiza con medida la protección de la misma.
- Se obtuvo que, con dos unidades para la equipo de carga y de acarreo se garantiza el suministro continuo del equipo de trituración primaria para la Fase I, mientras que para la Fase II se necesita una unidad más de acarreo debido a que existe una mayor distancia hasta la zona donde es reubicado dicho equipo.

- Se corroboraron las vías propuestas por la empresa a través de los cálculos para la selección del equipo de acarreo para ambas fases.
- Se planificaron dos voladuras semanales para disminuir los números de barrenos en ambas fases, con el fin de mitigar los efectos de vibración y contaminación sónica que le pudiese generar daños a la cueva Paso del Medio. Aunado a ello se debe tener un monitoreo constante de la cueva con el fin de asegurar y garantizar la preservación de la misma.
- Se modela el *Pit* final para las dos fases dejando una distancia de 50m de separación al área de protección para la Fase I y 140m para la Fase II, esto con el fin de dejar una pantalla natural que proteja la cueva de las partículas finas generadas por las operaciones mineras, de igual forma se diseña una fosa para la Fase II para mitigar el impacto visual que se puede generar la explotación minera en el área.
- Este trabajo de planificación ha servido como un caso de estudio en la búsqueda de un desarrollo minero-ecológico, basado en la identificación de la reserva minera sustentable y sostenible cuya extracción debe estar acompañada con una gestión ambiental fundamentada en la conservación del patrimonio natural y cultural.

RECOMENDACIONES

- Se plantea ejecutar un estudio de instrumentación en la cota 520-680 (nivel de la cueva) que corrobore si los 250m establecidos para el área de protección garantizan la total conservación de la cueva Paso del Medio.
- Se recomienda elaborar un estudio ecológico con el fin de obtener cuál es ruido máximo admisible de las especies que habitan en la cueva.
- Se propone la instalación de una estación portátil para medir la dirección y velocidad del viento.
- Se sugiere realizar un estudio geológico y geotécnico detallado, que permita determinar cuáles son los límites del mineral de interés para establecer con certeza cuál es la vida útil del yacimiento dependiendo de la capacidad del equipo de trituración primaria y la caracterización del macizo rocoso para obtener la estabilidad del terreno para su diseño.
- Se recomienda definir la relación estéril mineral cuando la explotación alcance la cota 650 para expresar si es factible para la toma de decisiones relativas para la profundización de la extracción en el yacimiento mineral.
- Si aumenta la capacidad de producción elaborar una nueva planificación de voladura que disminuya los efectos en la cueva.
- “Se propone utilizar la Norma DIN 4125, aun cuando no está diseñada para protección de monumentos naturales, se puede ajustar al factor que causa mayor riesgo y se toma como patrón base en la medición de parámetros de velocidad pico de partículas; empleando un sismógrafo de medición de baja frecuencia (10-100Hz) en diferentes puntos de la cueva y la elaborar una tabla de registros

de cualquier evento pos-voladura que afecte la vida normal del ecosistema y la estructura de la cueva”.(José Contreras)

- Se recomienda instalar un patio de almacenamiento de material o una tolva de alimentación para el equipo de trituración primaria, ya que el equipo de acarreo tiene mayor capacidad.
- Se propone evaluar la posibilidad de contar con un equipo *backup* (cargador frontal) para carga de la tolva de alimentación o apilamiento del material en patio de almacenamiento.
- Se sugiere mantener en un espacio cerrado el equipo de trituración, esto con la finalidad que los finos producidos no alcance el interior de la cueva con los cambios de dirección del viento.
- Continuar mejorando la planificación integral de extracción mineral en el territorio nacional, donde se requiere la conservación del patrimonio natural y cultural.
- Se recomienda aplicar un estudio de sustentabilidad ambiental siguiendo los parámetros establecidos en Berlín 2002 ver Anexo 12.

BIBLIOGRAFÍA

Abreu, J., 2014. *Diseño de un plan de explotación yacimiento de caliza, cantera la gamarra magdaleno, estado Aragua. Estado Aragua.* Caracas: Universidad Central de Venezuela.

Álvarez, F., 2009. *Evaluación Paleoclimática Basada en el Estudio de una Estalagmita, Caverna "PERTE DU TEMPS", Isla Madre de Dios, Patagonia, Chile.* Santiago de Chile : Universidad de Chile .

Álvarez, I., 2006. *Plan de explotación minero de la cantera "C.A. cantera Yaracuy", municipio la trinidad, sector las casitas, estado Yaracuy. Estado Yaracuy..* Caracas: Universidad Central de Venezuela..

Anjou, V. & Utches , C., 2016. *Adaptación del Software Blastscheme a la Operación Unitaria de Perforación y Voladura en Canteras.* Caracas : Universidad Central de Venezuela .

Manual de Minería y Metalurgia.(2006). Santiago de Chile : Portal Minero.

Borges de Moura Aquino, I.,(2014). *Análisis de Viabilidad Económica de un Proyecto Minero debido a la presencia de Cavidades Subterráneas Naturales.* Brasil.

Borges Viralta, J. E.,(2004). *Monitoreo, estudio y análisis de vibraciones asociadas al uso de voladuras con explosivos en los trabajos de ejecución del túnel carrizalito de la línea del metro los Teques.* Caracas:Universidad Central de Venezuela.

Bustillo , R. & Lopez , J., 1997. *Manual de evaluación y diseño de explotaciones mineras..* Madrid .

Castillo, A., 2009. *El libro del Oro de Venezuela.* Caracas; Banco Central de Venezuela.

Díaz, P., 2014. *Geología de la Región de Belén, San Juan de los Morros y San Sebastián de los Reyes, en los estados Carabobo, Guárico y Aragua..* Caracas:Universidad Central de Venezuela-

Fernández , C., Cereceda, J. & Orcaistegui, F., 2002. *Estudio de Diseño Geotécnico de Taludes Mineros Cantera San Sebastian Grupo Holcim.* San Sebastian de los Reyes, Estado Aragua .

Franco, R., 1996. *Estudio Geológico y Estructural de la Formación Guárico en Terrenos de "CONCECA", área de San Sebastián, Estado de Aragua, Venezuela.* Caracas: Informe tecnico.

Franco, R., 2002. *Revisión Geológica y Estructural de la Formación Guárico al Oeste de Quebrada Honda, Cantera de San Sebastián, Estado de Aragua, Venezuela..* Caracas: Informe tecnico .

Garcia , M. & Molinari, J., 2015. *Programa para la conservacion de los Murcielagos de Venezuela.* Caracas : Sociedad Venezolona de Espeleología .

Hernandez , L. & Pardo, A., 2002. *Ecologia y Medio Ambiente.* Mexico.

Jimeno & Llera, 1976. *Manual de perforación y Voladuras de rocas.* Madrid España: Instituto Geológico y Minero de España.

Ortiz y Otros, 2001. *Curso de Evaluación y Planificación Minera.* Madrid.

Piña , A., 2002. *Indicadores de Sustentabilidad en la toma de decisiones para creación de distritos mineros, aplicados a minería metálica: Au y fe, en el estado bolívar.* Caracas: Universidad Central de Venezuela.

Plá Ortiz y otros, 2001. *Curso de evaluación y planificación minera.* Madrid: Universidad Politécnica de Madrid..

Quintana , C. & López Geraldine , 1992. *Plan de explotación del yacimiento de Caliza Paso del Medio, Municipio San Sebastián, Estado Aragua..* Caracas: Universidad Central de Venezuela.

Solanilla, J.,2003. *Gerencia de Equipos para Obras Civiles y Minería.* Colombia : Bhandar.

Soublette , Á., 2013. *Preservación del patrimonio cultural existente en El Picacho en el proceso de evaluación de yacimiento mineral no metálico sector Los Cogollos, municipio Nirgua, estado Yaracuy..* Caracas: Escuela de Geología, Minas y Geofísic.UCV .

Tarback, E. & Lutgens , F., 2005. *Ciencias de la Tierra.* España: Universidad Autónoma de Madrid .

Urbani , F. & Carreño, R., 2007. *Estudio espeleológico de las cuevas del sector centro sur del morro de Paso del Medio,estado Aragua..* Caracas : Sociedad Venezolana de Espeleología.

Utches , C., 2014. *Variables controlables que intervienen en la planificación, ejecución y resultado de una voladura..* Caracas: Escuela de Geología, Minas y Geofísica.UCV.

Vargas, M., 2011. *Modelo de planificación minera de corto y mediano plazo incorporando restricciones operacionales y de mezcla..* Santiago de Chile.

ANEXOS

1. Cueva Paso del Medio



Peñón de Paso del Medio, estado Aragua

Figura 41. Peñón de Paso del Medio, San Sebastián de los Reyes Estado Aragua
Fuente: Urbani F. & R. Carreño. 2007. Estudio espeleológico de las cuevas del sector centro sur del morro de Paso del Medio, estado Aragua. El Guácharo, Sociedad Venezolana de Espeleología.



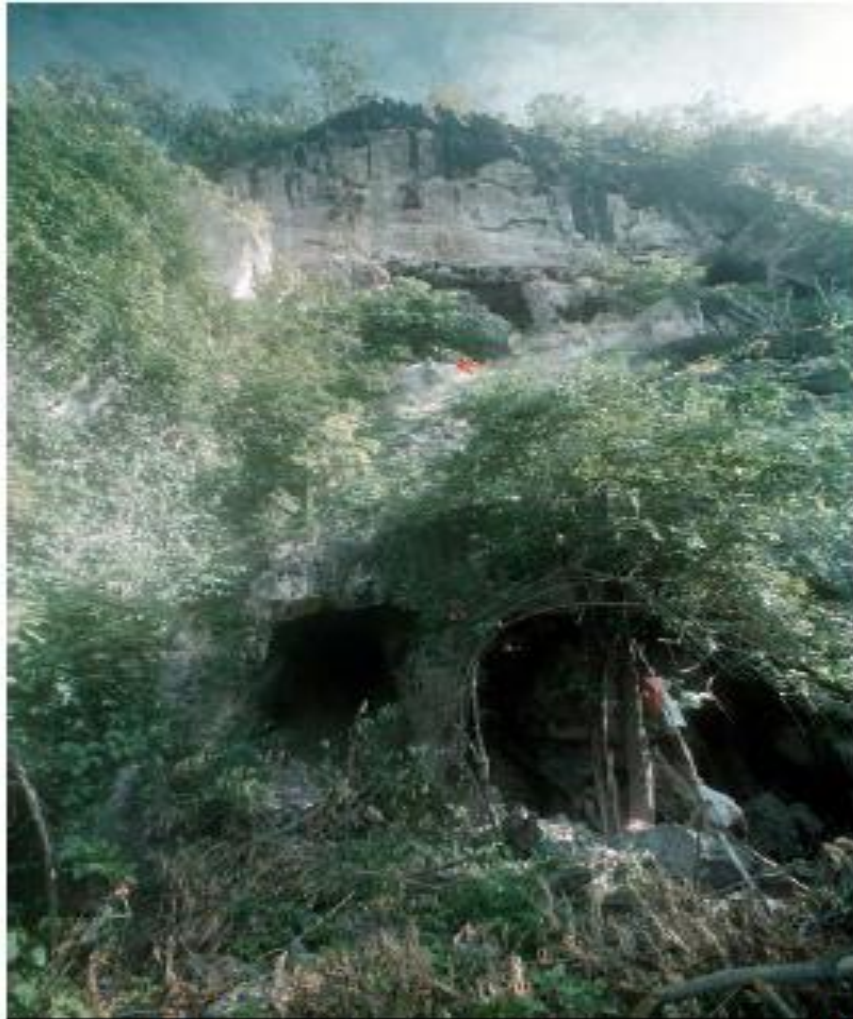


Figura 42. Imagen panorámica muy deformada por el lente gran-angular, donde se muestra la ubicación del punto M4 en la base del Morro (resaltado con la bandera de plástico rojo y blanco).

Fuente: Urbani F. & R. Carreño. 2007. Estudio espeleológico de las cuevas del sector centro sur del morro de Paso del Medio, estado Aragua. El Guácharo, Sociedad Venezolana de Espeleología.



Figura 43. Cueva de los Murciélagos (Ar.2). Galería donde se excavó una trinchera para facilitar la extracción del guano.
Fuente: Urbani F. & R. Carreño. 2007. Estudio espeleológico de las cuevas del sector centro sur del morro de Paso del Medio, estado Aragua. El Guácharo, Sociedad Venezolana de Espeleología.



Figura 44. Murciélagos en vuelo en el Salón Central.
Fuente: Urbani F. & R. Carreño. 2007. Estudio espeleológico de las cuevas del sector centro sur del morro de Paso del Medio, estado Aragua. El Guácharo, Sociedad Venezolana de Espeleología,



Figura 45. Grandes estalagmitas coralinoideas

Fuente: Urbani F. & R. Carreño. 2007. Estudio espeleológico de las cuevas del sector centro sur del morro de Paso del Medio, estado Aragua. El Guácharo, Sociedad Venezolana de Espeleología.

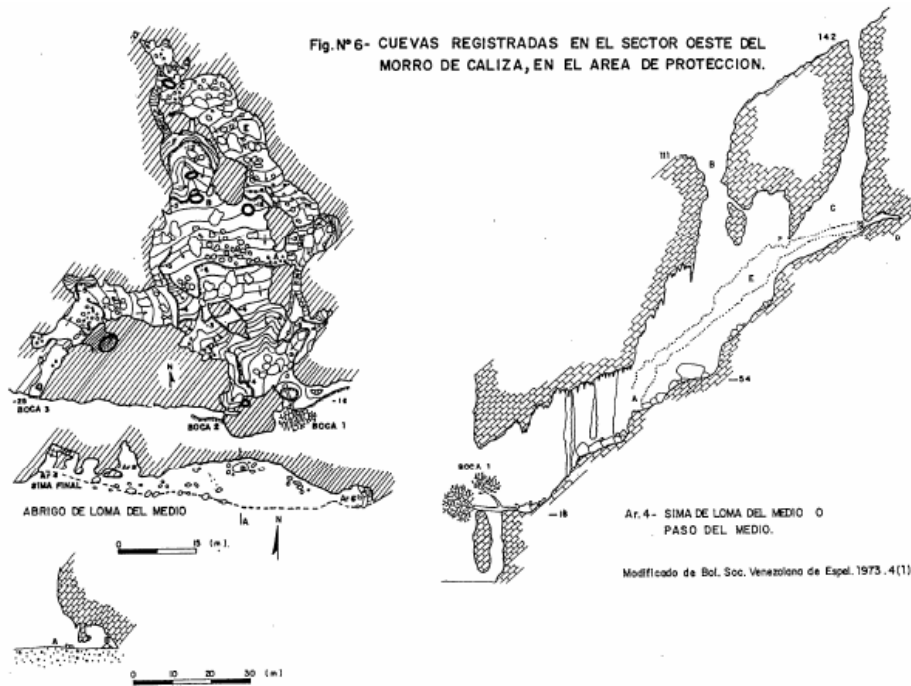


Figura 46. Cueva Paso del Medio.

Fuente: Urbani F. & R. Carreño. 2007. Estudio espeleológico de las cuevas del sector centro sur del morro de Paso del Medio, estado Aragua. El Guácharo, Sociedad Venezolana de Espeleología



Figura 47. Boca Mayor vista desde la base del morro.

Fuente: Urbani F. & R. Carreño. 2007. Estudio espeleológico de las cuevas del sector centro sur del morro de Paso del Medio, estado Aragua. El Guácharo, Sociedad Venezolana de Espeleología.



Figura 48. Salón Principal viendo hacia el norte.

Fuente: Urbani F. & R. Carreño. 2007. Estudio espeleológico de las cuevas del sector centro sur del morro de Paso del Medio, estado Aragua. El Guácharo, Sociedad Venezolana de Espeleología.



Figura 49. Gran estalagmita ubicada al norte del Gran Salón Central.

Fuente: Urbani F. & R. Carreño. 2007. Estudio espeleológico de las cuevas del sector centro sur del morro de Paso del Medio, estado Aragua. El Guácharo, Sociedad Venezolana de Espeleología



Figura 50. Gran Salón

Fuente: Urbani F. & R. Carreño. 2007. Estudio espeleológico de las cuevas del sector centro sur del morro de Paso del Medio, estado Aragua. El Guácharo, Sociedad Venezolana de Espeleología



Figura 51. Guano

Fuente: Urbani F. & R. Carreño. 2007. Estudio espeleológico de las cuevas del sector centro sur del morro de Paso del Medio, estado Aragua. El Guácharo, Sociedad Venezolana de Espeleología

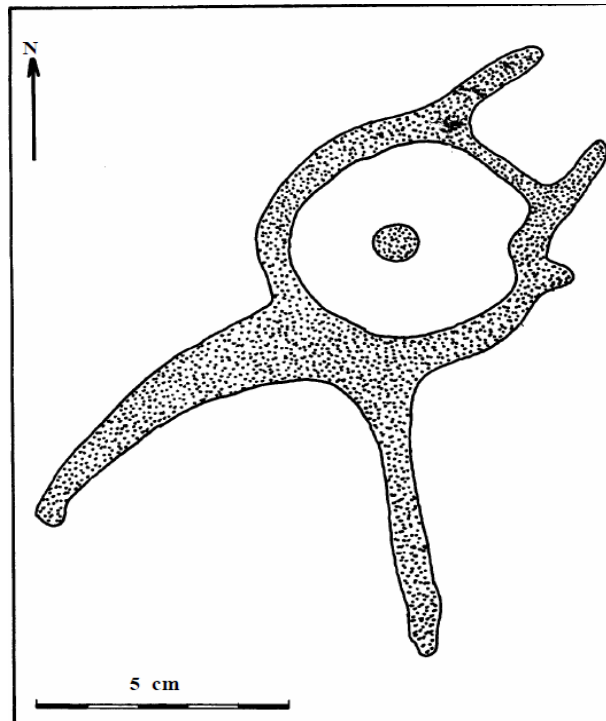


Figura 52. Petroglifos

Fuente: Urbani F. & R. Carreño. 2007. Estudio espeleológico de las cuevas del sector centro sur del morro de Paso del Medio, estado Aragua. El Guácharo, Sociedad Venezolana de Espeleología



Figura 53. Sedimentación

Fuente: Urbani F. & R. Carreño. 2007. Estudio espeleológico de las cuevas del sector centro sur del morro de Paso del Medio, estado Aragua. El Guácharo, Sociedad Venezolana de Espeleología



Figura 54. Galería de la Lechuza

Fuente: Urbani F. & R. Carreño. 2007. Estudio espeleológico de las cuevas del sector centro sur del morro de Paso del Medio, estado Aragua. El Guácharo, Sociedad Venezolana de Espeleología



Figura 55. Espeleotemas

Fuente: Urbani F. & R. Carreño. 2007. Estudio espeleológico de las cuevas del sector centro sur del morro de Paso del Medio, estado Aragua. El Guácharo, Sociedad Venezolana de Espeleología



Figura 56. Espeleotemas

Fuente: Urbani F. & R. Carreño. 2007. Estudio espeleológico de las cuevas del sector centro sur del morro de Paso del Medio, estado Aragua. El Guácharo, Sociedad Venezolana de Espeleología

2. DECRETO N° 6.640, DE 7 DE NOVIEMBRE DE 2008 COMENTADO (Abril/2012)

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DIRECCION DE INVESTIGACION, EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD, CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACION Y CONSERVACIÓN DE CAVENAS – CECAV QUADRA SAS 05, Lote 05, bloque H, planta 4ª - Brasilia / DF 70070-914

Art. 1 Los artículos. 1, 2, 3, 4 y 5 del Decreto N° 99.556 de 1 de octubre, de 1990 entran en vigor con el siguiente: "Art. 1 Las cavidades subterráneas naturales existentes en el territorio nacional deben ser protegidos con el fin de permitir que los estudios e

investigaciones de la técnica-científica y actividades en la naturaleza de Espeleología, étnico cultural, turístico, recreativo y educativo.

Párrafo único. Se entiende por cavidad subterránea natural cualquier espacio subterráneo accesible al ser humano, con o sin un vacío identificado popularmente conocida como caverna, gruta, cueva, tocar, abismo y agujero, incluyendo su entorno, mineral y contenido de agua, la fauna y la flora que se encuentran allí y el cuerpo rocoso donde se encuentren, siempre que hayan sido formadas por procesos naturales, independientemente de su tamaño o tipo de roca país”.

Comentario: El concepto es esencialmente el mismo concepto del Decreto N ° 99.556/90, es un cambio notable el término "hombre" con "ser humano". Los principales aspectos de la importancia de este concepto son: las cuevas pueden o no pueden tener aberturas identificadas a saber, puede ser ocluido en la masiva y susceptibles de ser descubierto por procesos naturales o antropogénicos, ejemplo, la minería; no importa el término que se utiliza, incluyendo nombres diferentes; pero en donde se encuentren cavidad naturales subterránea, esto será regido por las normas del presente Decreto; No importa el tamaño, se considera cavidad natural subterráneo incluso un pequeño espacio subterráneo, ya que permite la entrada del ser humano; cuevas en la aparición de varios tipos de roca, es posible escasamente soluble, como granito, por ejemplo.

"Art. 2. La cavidad natural subterránea se clasifica de acuerdo a su grado de relevancia la cual pueden ser alta, media o baja, determinada mediante el análisis de los atributos ecológicos, biológicos, geológicos, hidrológicos, paleontológicos, paisajísticos, históricos, culturales y socio-económico, evaluado por el enfoque regional y local.

Comentario: La clasificación debe seguir la metodología definida en MMA N° 02/2009. La clasificación del grado máxima de relevancia se considera cuando la caverna presenta al menos un atributo como aparece en el apartado 4 del art. 2 del Decreto N ° 6.640 / 2008 y el art. 3 de IN N° 02/2009. Sin embargo, hay que señalar que la clasificación depende del análisis de todos los atributos indicados en los dos enfoques locales y regionales, es decir, incluso si el análisis identifica un atributo a ese tipo de cavidad a un cierto grado de relevancia, debe analizarse los otros atributos Incluso para el caso de máxima relevancia es necesario examinar todos los atributos establecidos en el art. 4 de este artículo, como dichas cavidades no pueden estar sujetas a los impactos negativos irreversible, para otros grados de relevancia, el conocimiento la ausencia o presencia de los atributos enumerados en los artículos correspondientes serán clave para la evaluación y definición de la Espeleología (art. 4).

1. Para determinar el grado de relevancia se debe realizar la comparación de las cavidades de la misma litología y el análisis de los datos geológicos.

Comentario: la base de comparación es la litología, factor que determina la aplicación de las normas (Piedra caliza con arenisca calcárea con piedra arenisca, etc.).

2. A los efectos del presente Decreto, las siguientes definiciones se aplican para el enfoque local de la unidad espacial que abarca la cavidad y su área de influencia, y el enfoque regional, la unidad espacial que incluye al menos un grupo o formación geológica y su relación con el entorno en el que opera.

Comentario: El enfoque de estas relaciones con el medio ambiente da el análisis de un carácter subjetivo, ya que de las características específicas de los atributos resultan de procesos naturales constituidos en grupo o formaciones geológicas, con respuestas (relaciones) también específica. Por lo tanto, se buscó mejorar la definición del enfoque regional a través de la Instrucción Normativa N° MMA02/2009 (art. 14, 1), que también refina la definición de enfoque local.

El área de protección de las cavidades subterráneas naturales, será la proyección horizontal de la cueva más 250m, en forma de poligonal convexa (Resolución CONAMA 347/2004, artículo 4, 3). Sin embargo, debe aplicarse lo dispuesto en el presente Decreto, a saber, evaluar los atributos en el enfoque local necesarios para definir el área de protección. Los estudios identificarán incluso diferentes áreas de influencia que están preestablecida en la Resolución.

3. Los atributos de las cavidades subterráneas naturales enumerados en el primer párrafo se clasifican en función de su importancia, acentuada, significativa o baja.

4. Entiéndase que la cavidad subterránea natural con máximo grado de relevancia es aquella que tiene al menos una o uno de los atributos enumerados a continuación:

I - Génesis único o raro.

II - Morfología única.

III - Notables dimensiones en longitud, área o volumen.

IV - Espeleotemas únicas.

V - Aislamiento geográfico.

VI - Refugio esencial para la preservación de las poblaciones genéticamente viables de especies en riesgo extinción, que figuran en las listas oficiales.

VII - Hábitat esencial para la preservación de las poblaciones genéticamente viables de especies endémicas de troglobios o relictos.

VIII - Rara hábitat troglobio.

IX - Interacciones ecológicas únicas.

X - Cavidad testigo.

XI - Destacada relevancia histórica-cultural o religiosa.

Comentario: la presencia de cualquier de estos atributos define la relevancia de la cavidad como grado máximo, excepto el aislamiento geográfico.

Art. 5. A los efectos de este artículo, el atributo que se refiere al inciso V será considerado solamente en cavidades con grado alto y medio de relevancia

Comentario: el aislamiento geográfico es un atributo tipo indirecto de la cavidad o necesario para garantizar los estudios de clasificación de la cavidad en grado alto o medio de relevancia. En estos casos el aislamiento geográfico eleva el grado máximo

de relevancia. Sin embargo, si la cavidad se identifica con bajo grado de relevancia, el aislamiento geográfico de la misma no elevará al nivel de máximo, se mantiene baja.

6. Se entiende por cavidad subterránea natural con alto grado de relevancia aquella que cuya importancia de sus atributos sea considerada en la normativa MM No-2:

I – Acentuada sobre un enfoque local y regional.

II – Acentuada sobre un enfoque local y significativo sobre un enfoque regional.

7. Se entiende por cavidad subterránea natural con grado medio de relevancia aquella cuya importancia de sus atributos sea considerada en la normativa MM No-2

I – Acentuada sobre un enfoque local y baja sobre un enfoque regional.

II - Significativa sobre enfoque local y regional.

8. Se entiende por cavidad subterránea natural con bajo grado de relevancia aquella cuya importancia de sus atributos sea considerada:

I - Significativa sobre un enfoque local y la baja sobre un enfoque regional.

II – Baja sobre un enfoque local y regional.

Comentario: El Decreto requiere una metodología para aclarar los atributos correspondientes todos los niveles de importancia en los enfoques locales y regionales.

9. A la vista de nuevos hechos, apoyada por estudios técnicos y científicos, del Instituto Chico Mendes de Conservación de la Biodiversidad - Chico Mendes Instituto podrá revisar la clasificación del grado de relevancia cavidad natural subterránea, tanto superior y nivel inferior.

Comentario: No hay una definición precisa de estos "nuevos hechos", sin embargo, debe ser apoyada por estudios técnicos y científicos, se entiende que debe haber una formalidad para la presentación de los hechos (por ejemplo, denuncia, nuevos estudios, manifestaciones en las audiencias públicas y el rigor de un análisis técnico-científico. El nivel mencionado en el párrafo debe ser realizado de forma correcta, ya que puede llevar tanto a la eliminación de cierta cavidad, como la inviabilidad de los proyectos y actividades en la concesión de licencias.

"Art. 3 La cavidad natural subterránea con el máximo grado de relevancia y su área de protección no puede ser objeto de los impactos negativos irreversibles, y su uso debe hacerse sólo dentro de condiciones que garanticen su integridad física y el mantenimiento de su equilibrio ecológico".

Comentario: Ejemplos de desarrollos turísticos en cuevas con estudios espeleológicos aprobó el plan de gestión, conforme a lo dispuesto en la Resolución CONAMA 347/04.

Los desarrollos turísticos pueden proporcionar los impactos negativos irreversibles en la cavidad para ser utilizado se debe aplicar la regla establecida en el Art. 5a, es decir, la concesión de licencias para la agencia del medio ambiente y la clasificación del grado de relevancia de la cavidad subterránea natural, conforme a los criterios establecidos

por el Ministerio de Medio Ambiente. Si la cavidad es clasificada con el grado máximo de relevancia se aplica lo dispuesto en el Art. 3, si el empresario, presentan alternativas que excluyen los impactos negativos irreversibles en la cavidad, el proyecto debe tener la concesión de licencias. En el caso de las cuevas con alto grado de relevancia, media o baja, se aplicarán las normas establecidas en el Art. 4.

"Art. 4 La cavidad subterránea natural, clasificada con alto grado de relevancia, media o baja puede ser objeto de los impactos negativos irreversibles sobre licencias ambientales.

1. Si el desarrollo del proyecto causa impacto negativo irreversible sobre una cavidad subterránea natural con un grado alta de relevancia, el empresario pierde el otorgamiento de licencias ambientales, medidas y acciones para garantizar la preservación, de forma permanente, dos cavidades naturales las aguas subterráneas, con el mismo grado de relevancia, la misma litología y atributos similares que sufran los impacto, se consideran cavidades de testimonio.

Comentario: Al abordar la compensación de Espeleología, el Fiscal Especializado Federal con el Instituto Chico Mendes expresó a través DICTAMEN N° 0112/2012 / AGU / PGF / PEF-ICMBIO en 27/02/2012, que debe entender el art.. 36 De la Ley SNUG como disposición legal de un procedimiento de compensación ambiental genérico, con el objetivo de dar beneficios generales al medio ambiente, no impidiendo la ley de imponer obligaciones específicas relacionadas con la relevancia de ciertos microbens ambientales, que es exactamente el caso espeleológico y disposición establecida en el art. 1 del art. 4 del presente. Punto sensible: garantizar la conservación de las cuevas es la premisa para la concesión de licencias, pero no está definido por el Decreto o por vía intranasal la forma de preservación permanente. Otro aspecto importante es la similitud entre los atributos para afectar las cuevas y compensación la conservación. Es de destacar que las cuevas conservadas pasan a ser grado máximo de relevancia y se definen como una cavidad testimonio.

2. La conservación de cavidades subterráneas naturales, que se menciona en el art. 1, es posible, que está área se encuentre en el mismo grupo geológica de la cavidad que fue impactada.

3. En la ausencia, en la zona del proyecto, las cavidades representativas pueden ser conservadas como cavidades de testimonio, el Instituto Chico Mendes puede definir, de acuerdo con el empresario, otras formas de compensación.

Comentario: el fiscal especial con el Instituto Chico Mendes señala en DICTAMEN N° 0112/2012 / AGU / PGF / PEF-ICMBIO que no se puede perder de vista la propuesta y las alternativas de compensar la espeleología en casos excepcionales, al no tener lugar sólo cuando no existe cavidad de testimonio en la zona del proyecto. A su vez, se expresa en DICTAMEN N° 0065/2012 / PEF-ICMBIO HOST / PGF / AGU sólo si se demuestra la imposibilidad de mantener las cuevas, porque hay otras cavidades que puedan ser conservadas de esta forma se puede buscar medir la compensación contenida en el art. 3 de esta disposición, que debe ser

exclusivamente la compensación en relación con la protección del patrimonio espeleológico brasileña.

El término "otras formas de compensación" se entiende por CECAV como alternativa la compensación de Espeleología en diferentes áreas de la zona del proyecto, no como una exclusión de la conservación de otras cavidades de gran relevancia. Aunque el Decreto menciona la zona del proyecto como una unidad espacial para la compensación, es importante que los estudios para la evaluación de grado relevante puede extrapolar estos límites, en especial para la evaluación de los atributos en el enfoque regional. Hay sugerencias: la adquisición de tierras, cuevas que contienen el testimonio que se conserva, ubicados en zonas protegidas con pendientes de regularización por su donación el órgano ambiental competente (federal, estatal o municipal), para contribuir a la regularización de la UC y la protección del patrimonio espeleológico de Brasil, de acuerdo con el empresario y el Instituto Chico Mendes (Art. 4, párrafo 3).

En este sentido, a través DICTAMEN N° 0112/2012, el Fiscal Federal también establece que no hay confusión entre el art. 36 de la Ley SNUG y el régimen del Decreto N° 99.556 / 90, sobre todo porque el ámbitos de protección son diferentes en el primer caso genérico y el segundo específico. También informa en la medida en que las propiedades de adquisición que se encuentran bien dentro de la unidad de protección completa actúan como un elemento de protección al patrimonio espeleológico, ya que es evidente que la presión antrópica uno de los principales obstáculos para salubridad y medio ambiente. Se observa que el párrafo es explícito acerca de la adjudicación del Instituto Chico Mendes que determinará en coordinación con el empresario, dicha compensación.

Por lo tanto, los casos previstos en el art. 3 del artículo 4. Serán comunicadas oficialmente por la autoridad de concesión de licencias para el Instituto Chico Mendes, que evaluará las propuestas destinadas exclusivamente a la protección del patrimonio espeleológico.

4. En el caso de la empresa que cause impactos negativo irreversible sobre la cavidad subterránea natural con un grado medio de relevancia, el empresario debe tomar medidas y financiar las acciones, tal como se define por el órgano ambiental, que contribuyen a la conservación y el uso adecuado de los activos Brasileños de Espeleología, especialmente las cavidades subterráneas naturales con el grado máximo de pertinencia.

Comentario: Competencia del órgano responsable de la licencia ambiental o competente para definir la compensación en virtud de la autorización ambiental del proyecto / actividad. Medidas y acciones mencionadas son parte del conjunto de la información sea disponibles para componer la base de datos de CECAV (Canie).

5. El desarrollo que cause impacto negativo irreversible sobre la cavidad subterránea natural con un bajo grado de relevancia, el empresario no está obligado a adoptar las medidas y acciones para garantizar preservación de otras cavidades subterráneas naturales”.

Comentario: El párrafo no excluye otras formas de compensación ambiental art. 36 de la Ley N° 9985 de 18 de julio de 2000. De acuerdo con el artículo 5-A, art. 4: Al tener impactos negativo irreversible en las cavidades subterráneas natural con el proyecto, la compensación del medio ambiente citados en el art. 36 de la Ley N° 9.985, de 18 de julio de 2000, debería ser una prioridad cuyo objetivo es crear e implementar unidades de conservación en un área de interés espeleológico, siempre que sea posible en el área del proyecto. Así que no hay impacto negativo irreversible sobre cavidad natural bajo tierra sin una compensación adecuada del medio ambiente (véase el punto 4, Art. 5a).

"Art. 5 La metodología para la clasificación del grado de pertinencia de las cavidades subterráneas naturales, Teniendo en cuenta lo dispuesto en el art. 2, se establecerán en el reglamento del Ministro de Estado del Medio Ambiente, oído el Instituto Chico Mendes, el Instituto Brasileño de Medio Ambiente y Recursos Naturales Renovables - IBAMA otros sectores del gobierno y repercutirá en la materia, dentro de los sesenta días a partir de la fecha de publicación del presente Decreto.

Comentario: se debe llevar a cabo la metodología establecida en la Instrucción Normativa N° 2, de 20 de agosto de 2009 - Ministerio de Medio Ambiente.

Art. 2. 5a y 5b con el Decreto N° 99556 del año 1990 de la siguiente manera: "Art. 5a. La ubicación, construcción, instalación, ampliación, modificación y funcionamiento de los proyectos y actividades consideradas efectiva o potencialmente contaminantes o degradantes en las cavidades subterráneas naturales, así como su área de protección dependerá de la autorización previa del órgano ambiental competente.

Comentario: Considere una variedad de proyectos, además de la minería, por ejemplo, la hidráulica, agricultura, acuerdos, caminos, turismo, y actividades, incluyendo la investigación de minerales, que, dependiendo de sus características son reales, potencialmente contaminantes o degradantes.

1. El órgano ambiental competente, dentro del proceso de concesión de licencias, debe clasificar el grado de relevancia de la cavidad subterránea natural en conformidad con los criterios establecidos por el Ministerio de Medio ambiente.

Comentario: Es la responsabilidad del órgano ambiental responsable autorizar las actividades y proyectos. Los resultados de la clasificación a partir del análisis de los estudios presentados por empresario, deben ser desarrollado de acuerdo con la metodología establecida en el apartado en las MMA 2/2009.

2. Los estudios para determinar el grado de relevancia de las cavidades subterráneas naturales impactadas deben realizarse a expensas del responsable del proyecto o actividad.

3. Los proyectos o actividades ya instaladas o que hayan comenzado en un plazo de noventa días después de la publicación del acto legislativo de los previstos en el art. 5, para presentar ante el organismo ambiental competente solicitud de cumplimiento de los términos de este Decreto.

Comentario: cuando se trata de la responsabilidad de supresión de corrección cavidades subterránea naturales para la licencia ambiental de exploración minera con decretos

mineros antes del Decreto N° 99.556 / 90, el Fiscal Especializado Federal (PFE) en el Instituto Chico Mendes explica la DICTAMEN N° 0065/2012 / PEF-ICMBIO HOST / PGF / AGU que el proceso de licencia ambiental es muy dinámico y puede ser examinada de nuevo no sólo cuando hay modificación legislativa en el objeto de la actividad autorizada, sino también cuando hay un aumento de los conocimientos técnicos y científicos para mitigar los efectos ambientales de la actividad económica. Con aumento de la protección de las cavidades subterráneas naturales recibido de forma completa por la Constitución de 1988, a través de su art. 225, que tiene que ser, y el poder constituyente originario y el establecimiento de una protección especial del patrimonio espeleológico, en todas las actividades económicas la operación debe ajustarse a los objetivos de la nueva constitución, ya que no está en nuestra planificación derecho legal o marco legal autoriza la posibilidad de un impacto negativo al medio ambiente. También informa a la nueva legislación, ya que sólo se restringe a los absolutos que pertenecen a las cavidades subterráneas naturales de mayor importancia, es aún más beneficioso para el empresario que la situación legal actual en el momento de la validez del decreto original No. 99.556 / 90.

Por lo tanto, los acontecimientos que afectan el patrimonio espeleológico deben adaptarse a la nueva legislación, por lo que deberá realizar los estudios correspondientes. En este sentido, la Ordenanza N° 0080/2012 / PEF-ICMBIO HOST / PGF / AGU del Fiscal Jefe Nacional el PEF por el Instituto Chico Mendes, en 08/02/2012, también señala que las concesiones mineras, incluso antes de la actual constitucional de 1988 se deben cumplir todas las restricciones ambientales conforme con el art. 170, inc. VI de la Constitución, lo que significa el respeto y la idoneidad de las actividades legislación ambiental económica, incluidas las disposiciones del Decreto N° 6.640 / 08. El MMA EN n° 2/2009 se publicó el 20 de agosto de 2009, por lo que el período de 90 días expiró el 19 Noviembre de 2009.

4. En ausencia irreversibles impactos negativos generados a las cavidades subterráneas naturales por parte de la empresa, la compensación ambiental, de conformidad con el art. 36 de la Ley N° 9.985, de 18 de julio de 2000, debe ser dirigido principalmente a la creación e implementación de conservar el área de interés Espeleológica siempre que sea posible, en la región del proyecto”.

Comentario: No hay impacto negativo irreversible sobre la cavidad subterránea natural solo compensación ambiental. Es de carácter obligatorio hacer la compensación ambiental en la cavidad subterránea natural en el caso de impactos con poco grado de relevancia (art. 4,5). De lo contrario las cavidades con bajo grado de relevancia no tendrán ninguna compensación.

"Art. 5b. La UE, a través de IBAMA y el Instituto Chico Mendes, los estados, el Distrito Federal y los municipios en el ejercicio de las competencias comunes a que se refiere el art. 23 de la Constitución, preservar, mantener, supervisar y controlar el uso del patrimonio espeleológico de Brasil, y de crianza encuestas, estudios e investigaciones que permitan aumentar el conocimiento sobre las cavidades naturales las aguas subterráneas existentes en el país.

Comentario: Sin embargo, el Instituto Chico Mendes no es su deber otorgar las licencias ambientales de proyectos y actividades que se especifican en el presente Decreto. En lo que respecta a la supervisión, el Instituto Chico Mendes tiene la autoridad para inspeccionar sólo los pozos ubicados en unidad de conservación federal, y su zona de amortiguamiento circundante. De acuerdo con arte. 1, fracción IV de la Ley N° 11.516 / 07, que prevé la creación del Instituto Chico Mendes de Conservación de la Biodiversidad, la autorización de actividades que representan manifestaciones del ejercicio del poder de político ambiental no pueden ser emitidos por el ICMBio en áreas fuera de las áreas protegidas y zonas de amortiguamiento.

Párrafo único. Los organismos ambientales pueden llevar a cabo de conformidad con la ley, acuerdos, convenios, arreglos y contratos con público o privado, nacional, internacional o extranjera, para ayudarles en las acciones de preservación y conservación, así como el fomento de las encuestas, estudios e investigaciones que permitan aumentar el conocimiento de cavidades subterráneas naturales existentes en el país ". Comentario: Espeleología grupos, universidades, instituciones privadas, organizaciones no gubernamentales, investigadores, etc. Art. 3 El presente Decreto entrará en vigor en la fecha de su publicación.

3. Instrucción Normativa MMA No- 2 de 20 de agosto de 2009 - aprobada (Abril / 2012).

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DIRECCION DE INVESTIGACION, EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD, CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACION Y CONSERVACIÓN DE CAVENAS – CECAV QUADRA SAS 05, Lote 05, bloque H, planta 4ª - Brasilia / DF 70070-914

El ministro de estado de Medio Ambiente, en el ejercicio de sus competencias, y en vista de lo dispuesto en el art. 5 de la Decreto 99556 del 1 de octubre de 1990, decide:

Art. 1 El grado de relevancia de las cavidades subterráneas naturales se clasifican de acuerdo con la metodología establecida en esta Instrucción.

Art. 2 La cavidad natural subterránea se clasifica de acuerdo a su grado de relevancia en alto, medio o bajo, determinado por análisis de atributos y variables enumeradas en el anexo I, evaluados bajo un enfoque local y regional.

Comentario: La clasificación no proporciona irrelevancia en las cavidades, por lo que toda la cavidad natural subterránea (SNC) es relevante.

Art. 3 Entiéndase que la cavidad subterránea natural con máximo grado de relevancia es aquella que tiene al menos una o uno de los atributos enumerados a continuación:

I - Génesis único o raro.

II - Morfología única.

III - Notables dimensiones en longitud, área o volumen.

IV - Espeleotemas únicas.

V - Aislamiento geográfico.

VI - Refugio esencial para la preservación de las poblaciones genéticamente viables de especies en riesgo extinción, que figuran en las listas oficiales.

VII - Hábitat esencial para la preservación de las poblaciones genéticamente viables de especies endémicas de troglobios o relictos.

VIII - Rara hábitat troglobio.

IX - Interacciones ecológicas únicas.

X - Cavidad testigo.

XI - Destacada relevancia histórica-cultural o religiosa.

Párrafo único. A los efectos de este artículo, el atributo que se refiere al inciso V será considerado solamente en cavidades con grado alto y medio de relevancia

Art. 4 Se entiende por cavidad subterránea natural con alto grado de relevancia aquella que cuya importancia de sus atributos sea considerada:

I – Acentuada sobre un enfoque local y regional.

II – Acentuada sobre un enfoque local y significativo sobre un enfoque regional.

Art. 5 Se entiende por cavidad subterránea natural con grado medio de relevancia aquella cuya importancia de sus atributos sea considerada:

I – Acentuada sobre un enfoque local y baja sobre un enfoque regional.

II - Significativa sobre enfoque local y regional.

Art. 6 Se entiende por cavidad subterránea natural con bajo grado de relevancia aquella cuya importancia de sus atributos sea considerada:

I - Significativa sobre un enfoque local y la baja sobre un enfoque regional.

II – Baja sobre un enfoque local y regional.

Art. 7 Para los efectos de clasificación del grado de relevancia de una cavidad será considerada de gran importancia bajo el enfoque local y regional, los atributos con por lo menos una de las siguientes características:

Comentario: si presenta alguna de las características enumeradas, se considerará la caverna de gran importancia local y regional, es decir, de alta relevancia.

I - Tipo de ubicación.

II - Presencia de poblaciones establecidas de especies con importante función ecológica.

III – Presencia de nuevos taxones.

IV - Alta riqueza de especies.

V - Alta abundancia relativa de especies.

VI - Composición única de la fauna silvestre.

VII – Presencia de Troglobios que no se consideran raras, endémicas o relictos;

VIII - Presencia de especies troglomorficas;

IX - Presencia obligatoria de troglóxeno.

X – Presencia de Población excepcional en tamaño;

XI - Presencia de especies raras;

XII – Mayor Proyección horizontal de la cavidad con respecto a las otras cavidades que se distribuyen en la misma unidad Espeleológica, tal como se define en el inciso 3 del artículo. 14 de esta Instrucción.

XIII - Mayor área de la proyección horizontal de la cavidad con respecto a las otras cavidades que se distribuyen en la misma unidad de Espeleología, tal como se define en el inciso 3 del artículo 14 de esta Instrucción.

XIV - Mayor volumen de la cavidad en relación con otras cavidades que se distribuyen en la misma unidad de Espeleología como se define en el inciso. 3 del artículo. 14 de esta Instrucción.

XV – Presencia Significativa de estructuras espeleogenéticas raras;

XVI - Lago o drenaje subterráneo perenne con una marcada influencia sobre los atributos de la cavidad que tienen características similares a de los incisos del presente artículo.

Comentario: Excepción de la opinión Caput. Este artículo sólo se considerará si hay otro atributo presente en la misma caverna, es decir, su aplicación depende de otro atributo para clasificar cueva como altamente relevante.

XVII – Diversidad de sedimentación química con muchos tipos de espeleotemas y procesos de deposición.

XVIII - Notable configuración de espeleotemas.

XIX - Alta influencia de la cavidad en el sistema kárstico;

XX - Presencia de interrelación de la cavidad con algunos de suma importancia;

Comentario: Implica la obligación de evaluar y definir el área de influencia de las cavidades de máxima relevancia. Los estudios espeleológicos deben evaluar las áreas de influencias superpuestas de las cavidades existentes en la zona del proyecto / actividad. Dado que las cavidades con grado máximo de relevancia y su respectiva área de influencia, no se encuentran en el área de afectación directa (ADA) por proyecto / actividad, pero se superponen parcialmente la zona de afectación de otra cavidad bien sea alta, media o baja en el grado de relevancia, por lo que debe evaluarse teniendo en cuenta los impactos reales o potenciales que quizás inciden por parte de otras áreas de influencia, ya que pueden afectar a los elementos bióticos y abióticos en la área de influencia de la cavidad de máxima relevancia, con la interrelación mencionada en el punto.

XXI - El reconocimiento nacional o mundial del valor estético / pintoresco de la cavidad.

XXII - Visita pública sistemática en la cavidad, con cobertura regional o nacional.

Comentario: Si CNS considera de gran relevancia estos factores, debemos tener en cuenta las dos cavidades que se definan como compensación, también deberá ser turística. Para tanto, los planes de gestión de Espeleología deben compilarse de las otras dos cuevas con este potencial.

(Artículo 6, la Resolución CONAMA N° 347/2004).

Párrafo único. Para los efectos de clasificación, también serán considerados de gran importancia en el enfoque regional los atributos con características descritas en los incisos de este artículo.

Art. 8. Para los efectos de clasificación del grado de relevancia de una cavidad se considera de gran importancia sobre el enfoque local, los atributos con por lo menos una de las siguientes características:
Comentario: Con la aparición de al menos una de las características enumeradas, la caverna será considerada de gran importancia local, o al menos de un grado medio de relevancia, teniendo en cuenta los artículos 4 y 5 del presente instructivo.

I - Población residente de murciélagos.

II - La evidencia del uso de la cavidad por las aves silvestres como sitio de anidación.

III - Alta diversidad de sustratos orgánicos.

IV - Promedio de riqueza de especies.

V - La abundancia relativa de las especies.

VI - Evidencia del uso de la cavidad por las especies migratorias.

VII - Presencia singular de la fauna en la cavidad bajo el enfoque local.

VIII - Presencia de estructura geológica de interés científico.

IX - Presencia de registros paleontológicos.

X - Reconocimiento local de la cavidad valor estético / pintoresco.

XI - Visita pública sistemática en la cavidad, con cobertura local.

XII - Filtración del agua o condensación con marcada influencia sobre los atributos de la cavidad que tienen unas características relacionadas con los incisos de este artículo.

Comentario: Excepción de la opinión Caput. Este artículo sólo se considerará si hay otro atributo presente en la misma cavidad, es decir, su aplicación depende de otro atributo para clasificar la cavidad, como mínimo de relevancia media.

XIII - Lago o drenaje subterráneo intermitente con marcada influencia sobre los atributos de la cavidad que tengan ajustes relacionados en las secciones de este artículo.

Comentario: Excepción de la opinión Caput. Este artículo sólo se considerará si hay otro atributo presente en la misma cavidad, es decir, su aplicación depende de otro atributo para clasificar la cavidad, como mínimo de relevancia media.

Art. 9. Para los efectos de clasificación del grado de relevancia de una cavidad se considera de gran importancia sobre el enfoque local y regional, los atributos con por lo menos una de las siguientes característica:

Comentario: Con la aparición de al menos una de las características enumeradas, la caverna será considerada de gran importancia local y regional, o al menos de un grado medio de relevancia, teniendo en cuenta el artículo 5 del presente instructivo.

I - Presencia de elementos singulares de la fauna sobre el enfoque regional.

II - Proyección horizontal media de la cavidad con respecto a las otras cavidades que se distribuyen en la misma unidad Espeleológica tal como se define en el inciso nro. 3 del artículo. 14 de esta Instrucción.

III - Superficie media de la proyección horizontal de la cavidad con respecto a las otras cavidades que se distribuyen en la misma unidad de Espeleología tal como se define en el inciso 3 del artículo. 14 de esta Instrucción.

IV - Alta irregularidad de la cavidad con respecto a las otras cavidades que se distribuyen en la misma unidad de Espeleología como se define en el inciso 3 del artículo. 14 de esta Instrucción.

V - El volumen medio de la cavidad en relación con otras cavidades que se distribuyen en la misma unidad de Espeleología como se define en el inciso 3 del artículo. 14 de esta Instrucción.

VI - Presencia de estructuras espeleogenéticas raras.

VII - Lago o drenaje subterráneo intermitente con influencia significativa en los atributos de la cavidad, que tendrá ajustes relacionados a los incisos de este artículo, de la presente instrucción normativa.

Comentario: Excepción de la opinión Caput. Este artículo sólo se considerará si hay otro atributo presente en la misma cavidad, es decir, su aplicación depende de otro atributo para clasificar la cavidad, como de relevancia media.

VIII - La diversidad química en la sedimentación, muchos tipos de espeleotemas o procesos de deposición.

IX - Sedimentación clástica o química con valor científico.

X - El reconocimiento regional de la cavidad valor estético / pintoresco.

XI - El uso constante, periódico o sistemático con fines educativos, recreativos o deportivos.

Párrafo único. Para efectos de la clasificación, también serán consideradas de gran importancia, en el marco del enfoque regional, los atributos con características listadas en los incisos de este artículo.

Art. 10. Para efectos de clasificación, el grado de relevancia de una cavidad será considerado de importancia significativa sobre el enfoque local, los atributos con por lo menos una de las siguientes características:

Comentario: Con la ocurrencia de por lo menos una de las características enumeradas, la cavidad será considerada de gran importancia local. Sin embargo, esta ocurrencia aislada no define la relevancia la cavidad, siendo necesario definir su importancia regional.

I - Baja diversidad de sustratos orgánicos.

II - Baja riqueza de especies.

III - Baja abundancia relativa de las especies.

IV - Presencia singular de la fauna en la cavidad bajo el enfoque local.

V - Proyección horizontal media de la cavidad con respecto a las otras cavidades que se distribuyen en la misma unidad geomorfológica, tal como se define en el inciso 1 del artículo. 14 de esta Instrucción.

VI - Superficie media de la proyección horizontal de la cavidad con respecto a las otras cavidades que se distribuyen en la misma unidad geomorfológica, tal como se define en el inciso 1 del art. 14 de esta Instrucción.

VII - Alta irregularidad de la cavidad con respecto a las otras cavidades que se distribuyen en la misma unidad geomorfológica, tal como se define en el inciso 1 del artículo. 14 de esta Instrucción.

VIII - El volumen medio de la cavidad en relación con otras cavidades que se distribuyen en la misma unidad geomorfológica, tal como se define en el inciso 1 del artículo. 14 de esta Instrucción.

IX – Pocos tipos de espeleotemas y procesos de deposición en términos de diversidad de sedimentación química.

X - Eso esporádico u ocasional con fines educativos, recreativos o deportivos.

XI - Visita pública esporádica u ocasional en la cavidad.

XII - Filtración del agua o condensación de la misma con influencia sobre los atributos de la cavidad que tendrán características relacionadas en los incisos del presente artículo.

XIII - Lago o drenaje subterráneo intermitente con influencia en los atributos de la cavidad que tienen características relacionadas en los incisos de este artículo.

Art. 11. Cuando las características de los atributos bajo enfoque local no se consideran de importancia acentuada o significativa será considerado por defecto de poca o baja importancia.

Art. 12. Cuando las características de los atributos bajo el enfoque regional no se consideran de importancia acentuada o significativa será considerado por defecto de poca o baja importancia.

Art. 13. Los estudios para determinar el grado de relevancia de las cavidades subterráneas naturales se debe iniciar con el análisis de las características de los atributos bajo enfoque regional, siguiendo la clave de clasificación del anexo III de esta Instrucción.

Párrafo único. Para los casos de relaciones importantes de atributos, no previstas en los incisos 6,7 y 8 del artículo. 2 del Decreto N ° 99.556 de 1990, la importancia de los atributos sobre el enfoque local asumirá la misma importancia para los atributos sobre el enfoque regional.

Comentario: Por ejemplo, si la cavidad presenta un atributo de significativa importancia regional, pero a nivel local es de poca importancia, se le considerara también de importancia significativa a nivel local dado que la escala regional predomina sobre la local. En este ejemplo, la baja relevancia local de la cavidad se asume como relevancia media debido a la clasificación regional.

Art. 14. Los estudios espeleológicos que se llevaran a cabo con el propósito de clasificar las cavidades subterránea debe presentan información sobre los enfoques locales y regionales para permitir la clasificación de los grados de relevancia las cavidades subterráneas naturales.

Comentario: El artículo trata de la escala de análisis, basado en dos niveles, locales y regionales. El estudio espeleológico para fines de aprobación debe traer una discusión muy detallada sobre el tema, como en cada lugar habrá una situación diferente de la definición de las escalas, dada las complejidades ambientales involucradas. La autoridad debe insistir en una metodología muy detallada para la definición de estas escalas.

Las unidades de análisis establecidos en el presente instructivo no se limitan a las unidades espaciales de análisis relacionados con áreas de influencia del proyecto / actividad, o área de influencia indirecta (AII), directa (AID) y directamente afectados (ADA). Las unidades locales y regionales serán establecidas por unos criterios diferentes que definen las áreas de influencia de los proyectos / actividades.

El Programa Nacional de Conservación del Patrimonio Espeleológico tiene entre sus objetivos la definición de unidades espeleológicas brasileñas, con el fin de establecer áreas uniformes de análisis y evitar La superposición de unidades diferentes que podría, por ejemplo, favorecer los tratamientos estadísticos inadecuadas, favorecer a determinadas empresas e incluso perjudicial para el patrimonio Espeleológico.

Por lo tanto, es de suma importancia para la CECAV transferencia de información con respecto a la definición de unidades (locales y regionales) presentadas en los estudios espeleológicos y aprobados por el órgano ambiental licenciante, en el marco del proceso de licenciamiento ambiental.

1. El análisis para el enfoque local se definen por la unidad geomorfológica que presenta continuidad espacial, y puede incluir características tales como cadenas montañosas, morrotes o sistema kárstico, que es más restrictiva en términos de superficie, siempre que cubra el área de influencia de la cavidad.

2. El análisis para el enfoque regional, estará delimitada por la unidad de Espeleología.

3. Se entiende por unidad espeleología un área con homogeneidad fisiográfica, por lo general asociada con ocurrencia de rocas solubles, que pueden congregarse muchas formas de relevo kárstico o pseudokárstico como sumideros, resurgimientos, valles ciegos, Lapiás y cuevas, delimitados por un conjunto de factores ambientales específicos para su formación.

Comentario: Los efectos de diversos factores ambientales (clima, vegetación, hidrología, estructurales, etc.) Con el tiempo muestran la diferenciación de los compartimentos en el mismo grupo o formación geológica, lo que demuestra la importancia de caracterizar áreas con características homogéneas, pero diferenciado en relación con otras que puedan existir en la formación geológica o grupo y así adecuar el análisis Espeleológico con las características específicas de las zonas estudiadas.

4. Los estudios espeleológicos pueden utilizar métodos analíticos y descriptivos para la evaluación e integración de datos e información.

Art. 15. Los estudios espeleológicos deben ser realizados por equipos interdisciplinarios que contenga al menos:

I - Revisión bibliográfica y cartográfica.

II - Recolección y análisis de datos de campo multi-temporal

Comentario: Los datos multi-temporal: véase el art. 16, párrafos 2 y 3 del presente instructivo.

III - Análisis de laboratorio.

IV - Procesamiento e integración de datos e información.

V - Consulta de expertos, comunidades locales, comunidad de Espeleología y las instituciones educativas y de investigación.

Comentario: Todos los artículos deben ser demostrados con estudios de aplicación de la metodología de la investigación. Las consultas relacionadas se pueden demostrar a través de otras u otros documentos.

Párrafo único. Los profesionales responsables de llevar a cabo estudios espeleológicos deben estar registrados en el Registro Técnico Federal.

Art. 16. La aprobación de los estudios espeleológicos a efectos de clasificación del grado de relevancia de las cavidades natural subterránea está condicionada a la presentación de información suficiente para comprender el ecosistema de la cueva.
art.1. Los estudios biológicos deben tener en cuenta también el sistema subterráneo, de cual cavidad subterránea natural forma parte.

Comentario: Sistema subterráneo - conjunto de espacios interconectados del subsuelo, tamaños variables (desde pequeñas grietas hasta grandes galerías y pasillos), formando redes de grandes espacios heterogéneo, que puede ser llenado con agua o aire (Anexo II). Cuevas sirven como "ventanas".

2. Los estudios biológicos deben cumplir con el mínimo de un ciclo anual con al menos dos muestras al año, una en la estación lluviosa y una en la estación seca, con el objetivo de revelar aspectos mínimos que resultan de la estacionalidad climática.

Observación: La mayoría de las regiones de Brasil es posible la realización de recolección de muestras en seis meses. A través de una planificación adecuada de las recolecciones en menos de un año es posible obtener resultados de Los estudios bioespeleológicos. Sin embargo, esta velocidad puede también no reflejar la realidad bioespeleológicas de las cuevas, que pueden tener diferentes ciclos anuales. Se hace hincapié en que este período de tiempo es menor que el mínimo requerido para observar las variaciones estacionales y las normas para evaluar los ritmos estadísticos.

3. En las regiones que no cuentan con estaciones secas y húmedas bien definidas, las muestras deben ser llevado a cabo en dos estaciones con diferentes condiciones climáticas.

4. Está eximido de la obligación de responder en muestras biológicas en cavidad natural subterránea aquella cuyos atributos identificados se clasifican con el máximo grado de relevancia.

5. Las variables atributo "riqueza de especies" y "abundancia relativa de las especies" debe definirse en comparación con otros pozos en la misma litología bajo enfoque local.

6. Si no hay una base de comparación en virtud de enfoque local para las variables de los atributos "riqueza de especies" y "La abundancia relativa de las especies," a través de la justificación técnica y científica, esta comparación puede hacerse bajo enfoque regional.

7. La identificación de los organismos se llevará a cabo a nivel de especies, siendo proporcionada por justificación técnica y científica, la identificación de las categorías taxonómicas jerárquicamente superiores.

8. En los casos en los que no se identifica la especie, los atributos "riqueza de especies" y "abundancia relativa de especies "debe analizarse teniendo en cuenta el número de morfoespecies.

9. La encuesta de fauna deberán ajustarse a métodos establecidos o eficacia demostrada científicamente.

Art. 17. El atributo relacionado con excepcional importancia histórica, cultural o religiosa de una cavidad prevista en artículo XI del inciso. 4 del art. 2 del Decreto N° 99556 de 1990 será objeto de evaluación por el organismo competente.

Comentario: Considerando que el Decreto 6.640 / 08 establece el atributo "relevancia histórico-cultural o religiosa de una cavidad", y que durante una reunión con representantes de IPHAN para la preparación de este instructivo, se argumentó que el análisis y la definición de este atributo compete a dicho instituto, falta establecer los procedimientos para obtener la expresión del instituto en el marco del proceso de otorgamiento de licencias ambientales.

Art. 18. Si se constata la presencia de agentes patogénicos y vectores de enfermedades en el bien estudiado, debe ser reportado a las autoridades de salud pública.

Comentario: Los principales eventos son: histoplasmosis (guano de murciélago), la leishmaniasis (Mosquito paja), etc. Se requiere cuidado especial para las inspecciones.

Art. 19. Cualquier impacto negativo irreversible debe ir precedida de registro y almacenamiento cartográfico y fotográfico, bien como inventario y colección de espeleotemas y elementos geológicos y biológicos representativos del ecosistema de la cueva, incluyendo el rescate, transporte adecuado y la asignación a las colecciones científicas institucional.

Comentario: La asignación de la responsabilidad de proyectos / actividades. La información relacionada con medidas requeridas en virtud del artículo se inserta en CANIE.

En cuanto a los permisos para "colección para la preparación de EIA-RIMA" compete al propio cuerpo licenciante de la autorización, sin la necesidad de un análisis, y la manifestación CECAV. Si el interés del organismo de autorización, o la CECAV puede proporcionar orientación con respecto a los métodos de recolección más adecuado / utilizado para proteger el ambiente de la cueva.

Se sugiere que en el caso de "colecciones de salvamento y transporte," la autorización se obtenga con el registro del certificado ambiental otorgada a la empresa.

Párrafo único. Se sellan los impactos negativos irreversibles en las cavidades que tienen ocurrencia de taxones nueva hasta que se realice su descripción científica formal.

Artículo 20. El Instituto Chico Mendes de Conservación de la Biodiversidad -. Instituto Chico Mendes, dentro de los 90 días, debe establecer el Registro Nacional de Información de Espeleología-CANIE, que forma parte del Sistema Nacional de Información del medio Ambiente- SINIMA, que será constituido con la información relacionada con la herencia Espeleológica Nacional, de acuerdo con la política de información del Ministerio del medioambiente de Número de orden 160 de 2009.

1. Corresponde al Instituto Chico Mendes llevar a cabo la gestión de CANIE, la creación de los medios necesarios para su aplicación.
2. El órgano gestor de CANIE podrá acreditar por los instrumentos jurídicos la cooperación técnica, alimentar la información Espeleología disponible en el país por otras entidades.
3. Las agencias de licencias ambientales deberán pasar toda la información Espeleológica a CANIE recolectada en los procesos de licenciamiento ambiental, incluyendo la clasificación del grado de relevancia.

Comentario: Si bien no se despliega CANIE, las agencias ambientales estatales necesitan pedir al empresario copia digital adicional de estudios espeleológicos para su presentación a CECAV. Sin embargo, no exime a los organismos ambientales para alimentar a la CANIE con la información de Espeleología cuando este se despliega.

4. El empresario que puede requerir licencias ambientales deben realizar su inscripción previa en CANIE, informando sus datos al patrimonio espeleológico mencionado, en el proceso de concesión de licencias, independientemente del registro o catastro existente en otros órganos.

Comentario: Cuando su aplicación (CANIE), los empresarios deben cumplir con las disposiciones de párrafo.

5. Los datos y la información generada a partir de los estudios espeleológicos, así como los métodos de análisis descriptivos utilizados para la evaluación y la integración, se debe insertar en la CANIE responsable de la realización.

Art. 21. La preservación de los dos (2) cavidades testigos definidas en el procedimiento de otorgamiento de licencias ambientales, Será una condición para la autorización de proyectos que causan impactos en otra cavidad de alta relevancia.

1. Las cavidades testigos conservadas deben tener atributos de características similares que determine la calificación de alta relevancia para la cavidad de los impactos irreversibles.

2. Las cavidades testigos definidas en el proceso de concesión de licencias tendrán un máximo grado de relevancia, consiguiendo prohibir las actividades que causan impactos irreversibles.

Art. 22. El Instituto Chico Mendes, a través de las actividades CECAV, su centro Especializado se centró en la investigación y conservación de cuevas, es por ello que actuará en el seguimiento y mejora de los instrumentos relacionados con el control y el uso de cavidades subterráneas naturales.

Comentario: El rendimiento de CECAV se llevará a cabo en el ámbito de las herramientas de seguimiento y mejora, Por lo tanto, ninguna intención de interferir directamente en la concesión de licencias, vigilancia del medio ambiente o el ejercicio la policía ambiental de energía (autorización) en áreas fuera de las áreas protegidas y áreas de amortiguación.

1. El CECAV deberá, siempre que se considere necesario, solicitar al órgano licenciador información acerca de los estudios espeleológicos considerados para los fines de clasificación del grado de relevancia de la cavidad natural subterránea, de conformidad con el inciso 5 del art. 2 de la Ley N° 10.650, de 16 de abril de 2003.

2. El CECAV contara, cuando sea necesario, con el apoyo de expertos / científicos, organizaciones e instituciones técnicas relacionadas directa o indirectamente a la espeleología para la construcción y mejora de los instrumentos de evaluación, clasificación y reclasificación del grado de relevancia de las cavidades naturales subterránea.

3. El Instituto Chico Mendes, a través de CECAV, coordinar un comité asesor técnico con el fin del seguimiento y la evaluación de la aplicación de este acto normativo en el proceso de licenciamiento ambiental, con el fin de proponer al Ministerio de Medio

Ambiente proporciona la mejora de las normas técnicas en las que se considera necesario.

Comentario: El comité incluye la participación de representantes de organismo del medio ambiente a través del entorno de licencias de los proyectos y actividades que implican el uso de cavidades. El cumplimiento de las normas establecido en este instructivo, pretende, por lo tanto, resultados, además de los certificados en cuestión, el procesamiento de la información procedente de los estudios espeleológicos y su análisis por los órganos licenciatarios, se perfeccionará aún más las normas establecidas a continuación, y la mejora de instrumentos relacionados con el control y el uso de cavidades subterráneas naturales.

4. La creación y composición de este comité se definirá en el reglamento del Presidente del Instituto Chico Mendes, dentro de los sesenta días a partir de la fecha de publicación de la presente Instrucción.

Comentario: A través de la Ordenanza N° 636, de 22 de diciembre de 2010, el Presidente del Instituto Chico Mendes crea el Comité Asesor Técnico, y se asigna a sus representantes iniciales composición de:

- a) Licencias ICMBio.
- b) Licencias de IBAMA.
- c) Sociedad Brasileña y Espeleología – SBE.
- d) Redespeleo.
- e) Asociación Brasileña de Entidades ambientales estatales.
- f) Instituto Brasileño de Minería – IBRAM.
- g) Sociedad Brasileña para el Progreso de la Ciencia – SBPC.
- h) Centro Nacional para la Investigación y Conservación de Cuevas - CECAV.

Art. 23. Esta instrucción debe ser revisada en un plazo máximo de dos años a partir de la fecha de publicación de la presente Instrucción.

Art. 24 están aprobados los anexos I, II y III, como parte integrante de la presente Instrucción.

Art. 25. Esta Instrucción Normativa entrará en vigor en la fecha de su publicación.

Atributos y sus conceptos a tomar en cuenta con el fin de clasificar el grado máximo de relevancia de las cavidades subterráneas naturales.

| Atributos considerados para la clasificación según el máximo grado de relevancia | Concepto | Variable |
|--|---|-----------|
| Génesis único o raro | Cavidad que en el universo de su entorno (escala local o regional) y la litología presenta algunas diferencias respecto a su formación y proceso dinámico evolutivo. | Presencia |
| | | Ausencia |
| Morfología única | Cavidad que en el universo de su entorno (escala local o regional) y su litología no presenta ninguna ventaja en cuanto a la forma, la organización espacial de las galerías y características morfológicas | Presencia |
| | | Ausencia |

| | | |
|---|---|-----------|
| | internas (espeleogens), considerando toda o parte de la cavidad | |
| Notables dimensiones en longitud, área y volumen | Cavidad que presente en su totalidad o en parte, una gran extensión (horizontal o vertical), área o volumen para el enfoque local o regional. | Presencia |
| | | Ausencia |
| Espeleotemas únicos | Cavidad que presenta espeleotemas de forma individual o en conjunto, poco frecuentes, con tamaño excepcional, la mineralogía, la belleza o la riqueza, especialmente si se considera la litología dominante de la cavidad (local o regional). | Presencia |
| | | Ausencia |
| Aislamiento geográfico | Cavidad que se encuentra en un entorno donde no hay registro de incidentes y sucesos remanente de áreas degradadas bajo enfoque regional. | Presencia |
| | | Ausencia |
| Refugio para la preservación de especies de animales en peligro de extinción u otros. | Cavidad que comprende un refugio, o una parte importante del hábitat de las especies que se encuentran en el área | Presencia |
| | | Ausencia |
| Hábitat para la preservación de poblaciones, especies genéticamente de troglobios endémicos o relictos. | Troglobio: presencia de especies con distribución restringida (troglobio endémica). Especies de asistencia troglobio sin parientes cercanos de registro epigeos (relictos Filogenética), o cuyos parientes más cercanos se encuentran en una región epigeos geográfica distinta (relicto geográfica). | Presencia |
| | | Ausencia |
| Hábitat de especies raras troglobio | Presencia de pequeños números de especies de troglobio o que se encuentran en una distribución geográfica restringida. | Presencia |
| | | Ausencia |
| Interacciones ecológicas únicas | Aparición de interacciones ecológicas duraderas o inusuales, incluyendo las interacciones tróficas y considerando el contexto ecológico evolutivo. | Presencia |
| | | Ausencia |
| Testimonio de la cavidad | Testimonio de los procesos ambientales o paleoambiental significativo o cavidad con alto grado de relevancia | Presencia |
| | | Ausencia |

Atributos y sus conceptos a tener en cuenta con el fin de clasificar la relevancia según el grado de cavidades subterráneas naturales entre: alta, media y baja.

| Atributo considerado para clasificación de | Concepto | Variable |
|--|----------|----------|
|--|----------|----------|

| grado relevancia de cavidades | | |
|---|---|---|
| Tipo de ubicación | Cueva citada con una ubicación geográfica en la que se recolectaron los diferentes tipos de especies utilizados para su descripción. | Presencia |
| | | Ausencia |
| Especies con función ecológica importante | Presencia de poblaciones establecidas de especies con importante función ecológica (Polinización, dispersión de semillas y los murciélagos insectívoros) que tiene relación significativa con la cavidad. | Presencia |
| | | Ausencia |
| Población residente quirópteros | Conjunto de individuos de la misma especie, cuya presencia continua en la cavidad. Se observó durante un período mínimo de un mes, la caracterización de la interrelación con el ecosistema de la cueva para su supervivencia. | Presencia |
| | | Ausencia |
| Localización de las aves que anidan en el lugar | Utilizar la cavidad como sitio de anidación por las aves silvestres | Uso encontrado |
| | | Uso no Encontrado |
| Diversidad de sustratos | Potencial que subyace en el establecimiento de la fauna en las cuevas, incluidos los entornos. | Alta |
| Orgánico | Terrestre y acuática (evaluación cualitativa de los sustratos). Deben ser considerados 7 los diferentes tipos de sustrato: Guano (Murciélagos, aves, insectos) planta, material, Detritos, raíces de mandioca, shells, No Fezes vertebrados voladores, Bolotas Regurgitación. | Bajo |
| Nuevos taxones | Aparición de los animales pertenecientes a taxones | Presencia |
| | | Ausencia |
| Riqueza de especies | Estimación del número de especies presentes en la cueva. | Alta |
| | | Medio |
| | | Bajo |
| Abundancia relativa de especies | Cantidad estimada de cada especie, teniendo en cuenta los vertebrados e invertebrados que tienen el tamaño corporal adulto igual o mayor de 1 cm. | Alta (30% o más de especies tienen alta abundancia) |
| | | Media (10% a 20% de especies tienen alta abundancia) |

| | | |
|---|--|---|
| | | Baja (menos del 10% de especies tienen alta abundancia) |
| Singular composición de la fauna | Aparición de poblaciones establecidas de especies de grupos inusuales a ambiente de la cueva. | Presencia |
| | | Ausencia |
| Troglóbios | La ocurrencia de estos animales limita el ambiente subterráneo. | Presencia |
| | | Ausencia |
| Especies troglomorphy | Aparición de animales cuya morfología revela la especialización debido al aislamiento en el entorno subterráneo. | Presencia |
| | | Ausencia |
| Troglóxeno requerido | Troglóxeno que necesariamente tienen que utilizar la cavidad para completar su ciclo la vida. | Presencia |
| | | Ausencia |
| Tamaño de población excepcional | Conjunto de individuos de la misma especie con un número inusualmente grande de los individuos. | Presencia |
| | | Ausencia |
| Especies migratorias | La cavidad es utilizada por las especies migratorias. | Presencia |
| | | Ausencia |
| Singularidad de los elementos y la fauna bajo la cavidad (enfoque local) | Especificidad o endemismo de elementos bióticos identificados en la cavidad, si en comparación con los también encontrado en el foco local | Presencia |
| | | Ausencia |
| Singularidad de los elementos y la fauna bajo la cavidad (enfoque regional) | Especificidad presentada por elementos bióticos identificados en la cavidad, si a comparaciones también encontrado en pozos en la misma unidad Espeleológico. | Presencia |
| | | Ausencia |
| Especies raras | Se producen varias especies de organismos en las cuevas que no son troglóbios y el área de distribución es restringida y poco abundante | Presencia |
| | | Ausencia |
| Proyección horizontal | Suma de la proyección horizontal de la cavidad desarrollo ejes y la clasificación el resultado de la media (μ) * teniendo en cuenta la desviación estándar (σ) el conjunto de Datos] observó que las cavidades se distribuyen en la misma unidad de espeleología. | Alta ($> \mu + \sigma$) |
| | | Media [intervalo entre ($\mu - \sigma$) e ($\mu + \sigma$)] |
| | | Baja $\mu + \sigma$ |
| Desnivel | La diferencia entre el piso más alto y dimensión más baja de la cavidad en comparación con el | Alto ($> \mu$) |

| | | |
|---|--|---|
| | desnivel promedio de la cavidad que se distribuye en la misma unidad espeleológica. | Bajo ($\leq \mu$) |
| Área de proyección horizontal cueva | Comparación de la superficie se calcula a partir de la cavidad en relación con las áreas calculadas o estimada a partir de otras cavidades * La media (μ) y desviación estándar (σ) de un conjunto de datos, que se distribuyen en la misma unidad espeleológica. | Alta ($> \mu + \sigma$) |
| | | Media [intervalo entre ($\mu - \sigma$) e ($\mu + \sigma$)] |
| | | Baja ($< \mu - \sigma$) |
| Volumen | Comparación del volumen de la cavidad con respecto al volumen calculado o Estimación de otras cavidades * La media (μ) y desviación estándar (σ) de un conjunto de datos], que se distribuyen en la misma unidad espeleológica. | Alto ($> \mu + \sigma$) |
| | | Medio [intervalo entre ($\mu - \sigma$) e ($\mu + \sigma$)] |
| | | Bajo ($< \mu - \sigma$) |
| Estructuras espelogenéticas | Estructuras heredadas del proceso de formación de roca de la cavidad (ej. Vieiras, campana agujeros, fiambreras, meandros de techo, anastomosis pendientes, tubos de caja y trabajo significa similares), los patrones morfológicos o secciones geométricas bajo enfoque regional. | Presencia de estructuras espeleogen épocas significativa |
| | | Presencia de estructuras espeleogen érrara |
| | | Estructuras espeleogen éticas sin resalte o faltante |
| Estructuras geológicas interés científico | Estructura en la matriz de la roca de importancia científica (por ejemplo. Contactos, tectónica, mineralogía). | Presencia |
| | | Ausencia |
| Percolación del agua y condensación | Penetración del agua a través de los poros, diaclasas, los errores o contenido de humedad en atmósfera de la cueva en forma condensada y su influencia en el sistema de agua y Biótico. | Presencia significativa |
| | | No significativo o ausente |
| | | Perenne |

| | | |
|---|---|--|
| Lago o drenaje subterráneo | Cuerpo o curso de agua, perenne o intermitente, presente en la cavidad. Su relación (Influencia y / o contribución) con la dinámica del agua y biológica, local y regional. | Intermitente e significativa para el sistema hidrológico o biológico |
| | | Intermitente e significativa en la cavidad |
| | | No significativo o ausente |
| La sedimentación de la diversidad química | La complejidad de la deposición secundaria de los minerales en solución en relación con tipos de espeleotemas (genéticos, morfológicos y minerales) y procesos (agua estancada o circulante exudación, etc.). | Muchos tipos de espeleotemas procesos de deposición |
| | | Pocos tipos y procesos |
| | | Ausencia de tipos y procesos |
| | | Notable |
| Configuración de espeleotemas | Apariencia, la madurez o la abundancia de depósitos minerales secundarios. | Poco significativo |
| | | Presencia con valor científico |
| Sedimentación clástica o química | Interés / o la importancia científica didáctica (biológica, el clima, paleoclima, la antropología, la paleontología) deposición de fragmentos de rocas fracturadas, los suelos y otras acumulaciones sedimentarias, incluyendo orgánicos, de varios tamaños asociados con dinámica hidrológica, morfológica, o la deposición de minerales en secundaria solución. | Presencia sin valor científico o ausente |
| | | Presencia |
| Registros paleontológicos | Fósiles de plantas y animales (restos, huellas). | Ausencia |
| | | Presencia |

| | | |
|---|--|---|
| Influencia en el sistema de cárstico | Influencia de la cavidad en las otras estructuras y funciones del sistema, incluyendo cárstico su importancia para el mantenimiento de la estabilidad estructural del sistema. | Baja |
| | | Presencia |
| Interrelación de la cavidad con algunos de suma importancia | La superposición de las áreas de influencia. | Ausencia |
| | | Nacional / Mundial |
| Valor de reconocimiento estético / escénico | El reconocimiento de los valores del paisaje asignados a la cavidad (paisaje subterráneo o superficie). | Regional |
| | | Local |
| | | Sin reconocer |
| | | Constante, periódica o sistemático. |
| Uso educativos, recreativos o deportivo | Visitas constantes por grupo de usuarios con especial interés para la investigación o la exploración espeleológica, recreativos o deportivos. | Esporádica, ocasional |
| | | Ningún uso |
| | | Con el Plan de Gestión (Aprobado o en desarrollo) |
| Visita pública | Visitas de interés difuso. | Periódica o sistemática |
| | | Esporádica u ocasional |
| | | Ningún uso |

4. Planificación de sondeos y modelos de bloque en el software minero RecMin

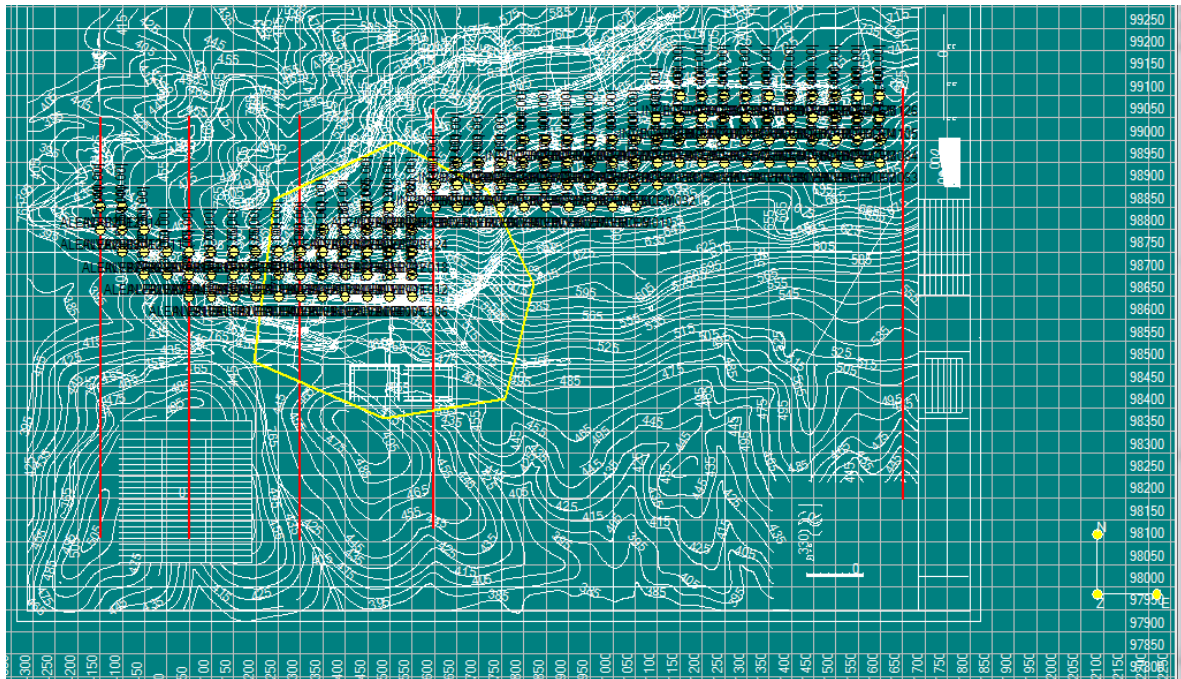


Figura 57. Protección de Cueva Paso del Medio para elaborar la planificación minera

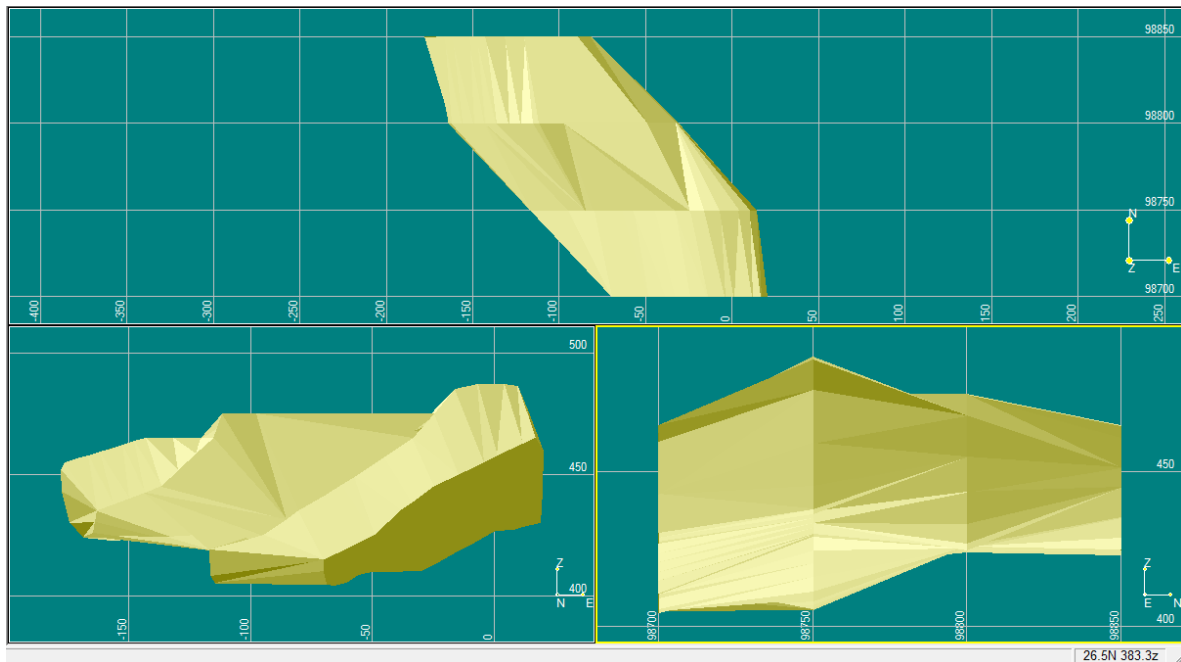


Figura 58. Bloque 1

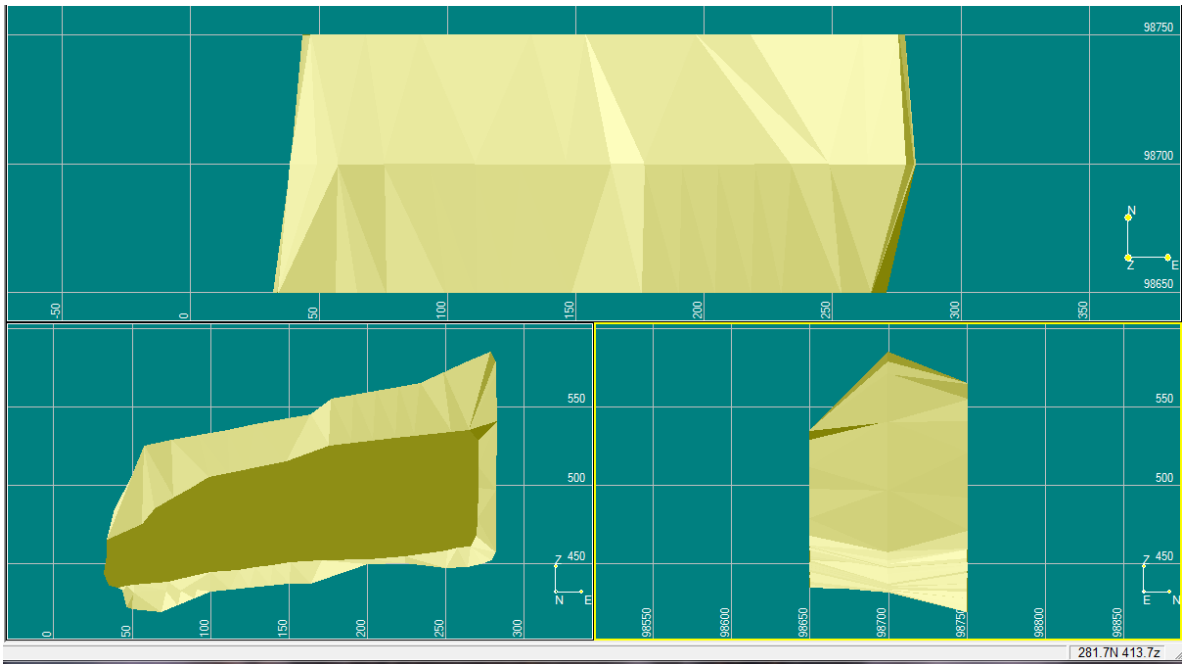


Figura 59. Bloque 2

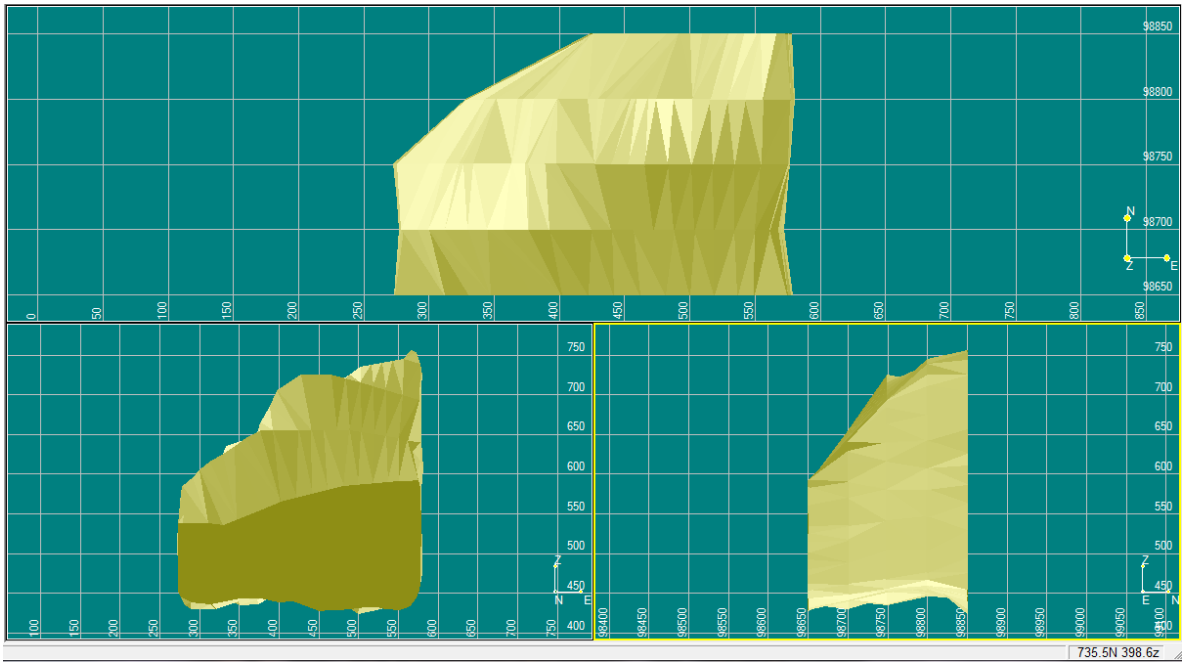


Figura 60. Bloque 3

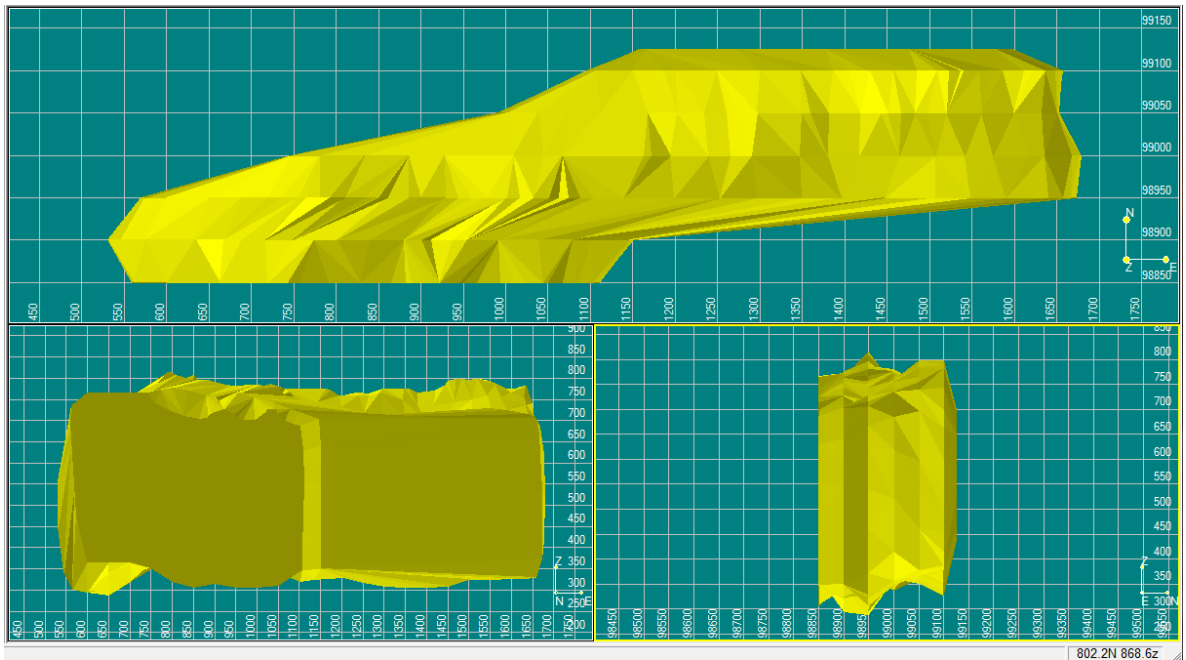
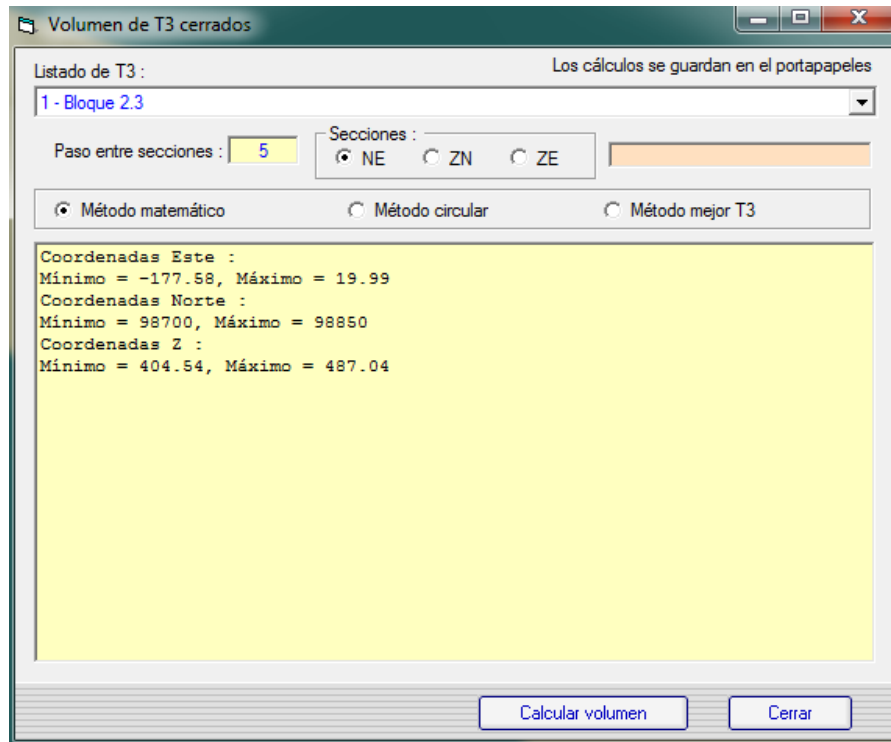


Figura 61. Bloque 4

Volumen Bloque 1



Volumen de T3 cerrados

Listado de T3 : Los cálculos se guardan en el portapapeles

1 - Bloque 2.3

Paso entre secciones : 5

Secciones : NE ZN ZE 590,565.50

Método matemático Método circular Método mejor T3

Coordenadas Este :
Mínimo = -177.58, Máximo = 19.99
Coordenadas Norte :
Mínimo = 98700, Máximo = 98850
Coordenadas Z :
Mínimo = 404.54, Máximo = 487.04

| Sección | Area | Paso | parcial | Total |
|---------|-----------|------|-----------|------------|
| 404.54 | 0.00 | | | |
| 409.54 | 1,306.76 | 5.00 | 3,266.90 | 3,266.90 |
| 414.54 | 2,624.03 | 5.00 | 9,826.98 | 13,093.88 |
| 419.54 | 3,442.07 | 5.00 | 15,165.25 | 28,259.13 |
| 424.54 | 8,217.27 | 5.00 | 29,148.35 | 57,407.48 |
| 429.54 | 12,992.47 | 5.00 | 53,024.35 | 110,431.80 |
| 434.54 | 13,815.25 | 5.00 | 67,019.30 | 177,451.10 |
| 439.54 | 13,684.94 | 5.00 | 68,750.48 | 246,201.60 |
| 444.54 | 12,975.41 | 5.00 | 66,650.88 | 312,852.50 |
| 449.54 | 11,969.89 | 5.00 | 62,363.25 | 375,215.70 |
| 454.54 | 10,742.15 | 5.00 | 56,780.10 | 431,995.80 |
| 459.54 | 9,331.44 | 5.00 | 50,183.98 | 482,179.80 |

Calcular volumen Cerrar

Volumen de T3 cerrados

Listado de T3 : Los cálculos se guardan en el portapapeles

1 - Bloque 2.3

Paso entre secciones : 5

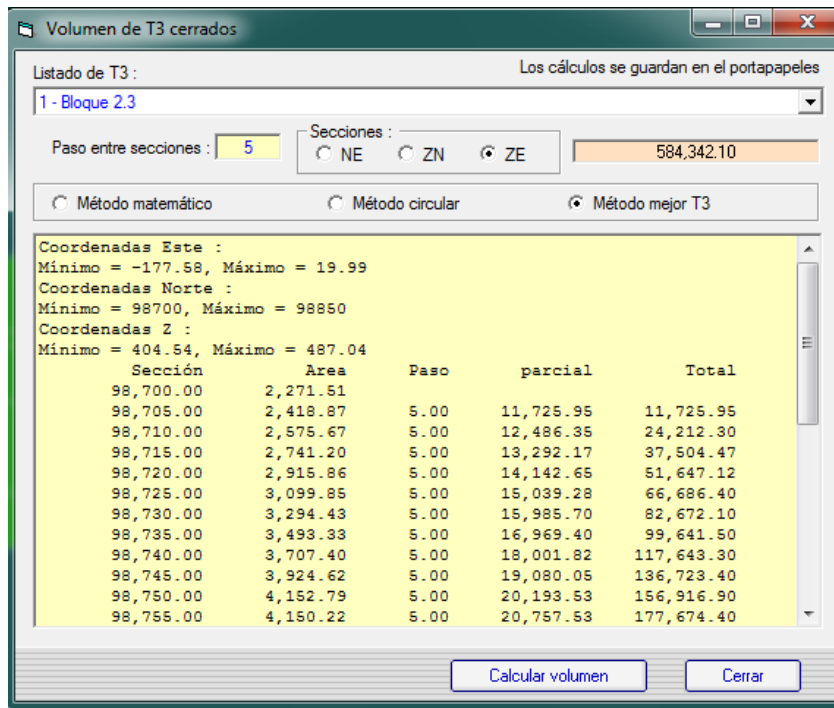
Secciones : NE ZN ZE 583,339.00

Método matemático Método circular Método mejor T3

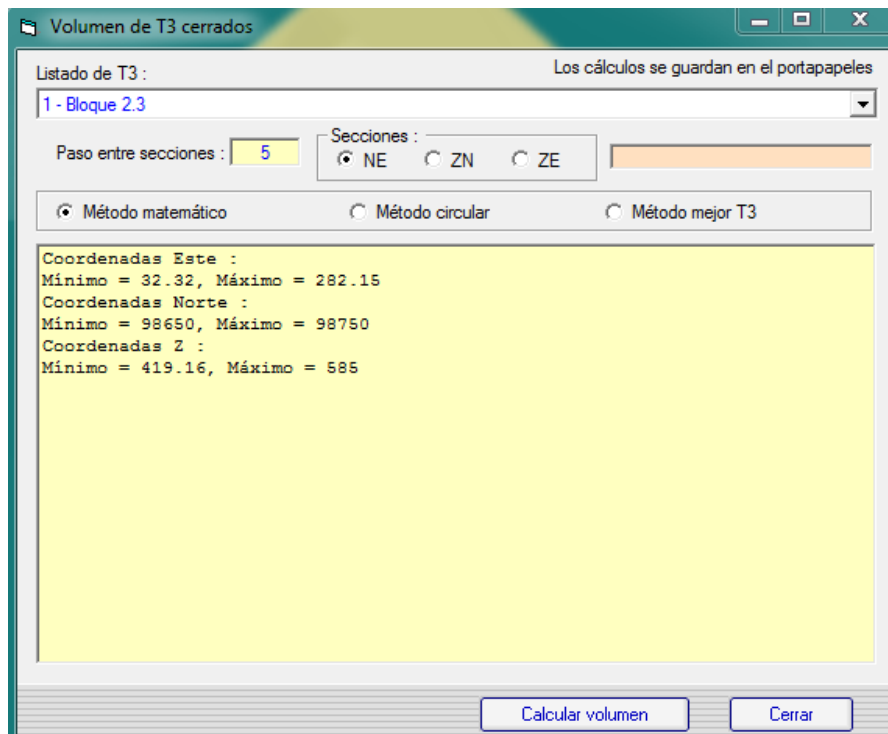
Coordenadas Este :
Mínimo = -177.58, Máximo = 19.99
Coordenadas Norte :
Mínimo = 98700, Máximo = 98850
Coordenadas Z :
Mínimo = 404.54, Máximo = 487.04

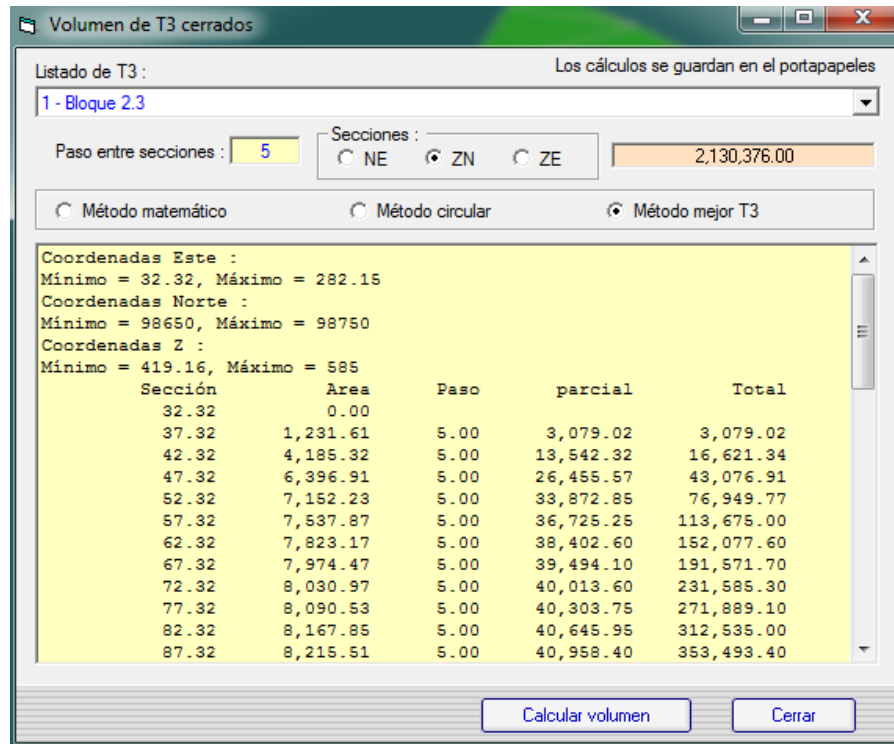
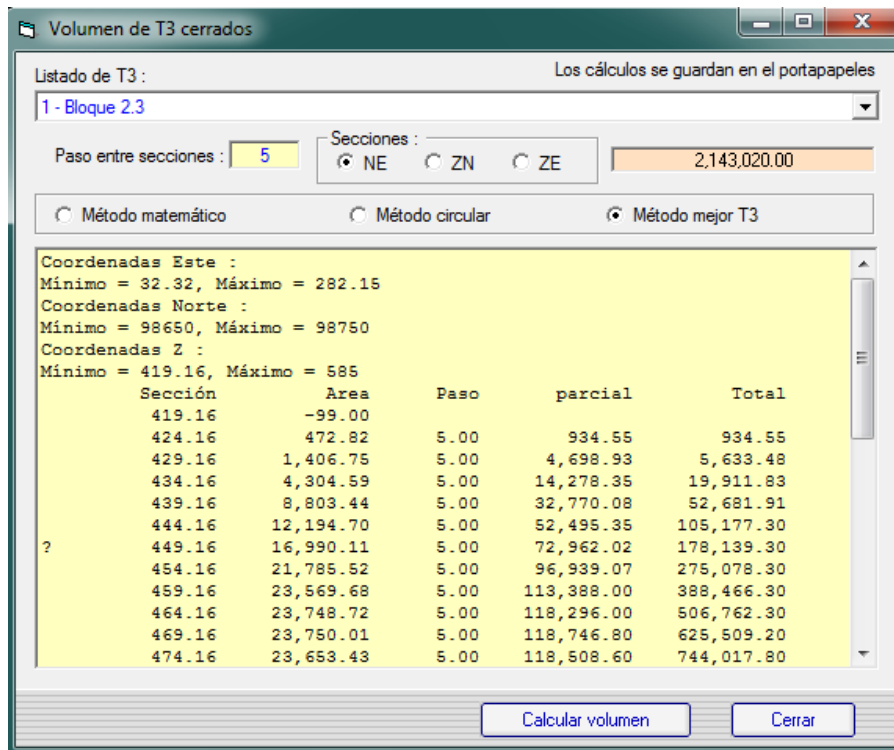
| Sección | Area | Paso | parcial | Total |
|---------|----------|------|-----------|-----------|
| -177.58 | -99.00 | | | |
| -172.58 | 307.61 | 5.00 | 521.52 | 521.52 |
| -167.58 | 723.72 | 5.00 | 2,578.32 | 3,099.84 |
| -162.58 | 1,162.64 | 5.00 | 4,715.90 | 7,815.74 |
| -157.58 | 1,330.74 | 5.00 | 6,233.45 | 14,049.19 |
| -152.58 | 1,463.40 | 5.00 | 6,985.35 | 21,034.54 |
| -147.58 | 1,600.50 | 5.00 | 7,659.75 | 28,694.29 |
| -142.58 | 1,756.82 | 5.00 | 8,393.30 | 37,087.59 |
| -137.58 | 1,934.16 | 5.00 | 9,227.45 | 46,315.04 |
| -132.58 | 2,101.37 | 5.00 | 10,088.83 | 56,403.87 |
| -127.58 | 2,291.93 | 5.00 | 10,983.25 | 67,387.12 |
| -122.58 | 2,456.08 | 5.00 | 11,870.03 | 79,257.15 |

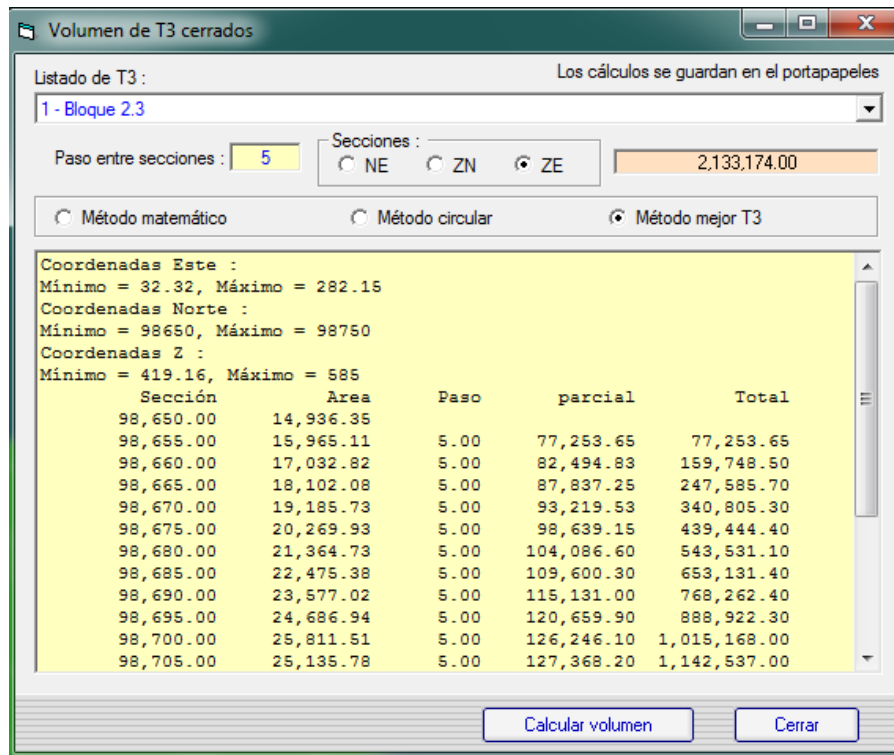
Calcular volumen Cerrar



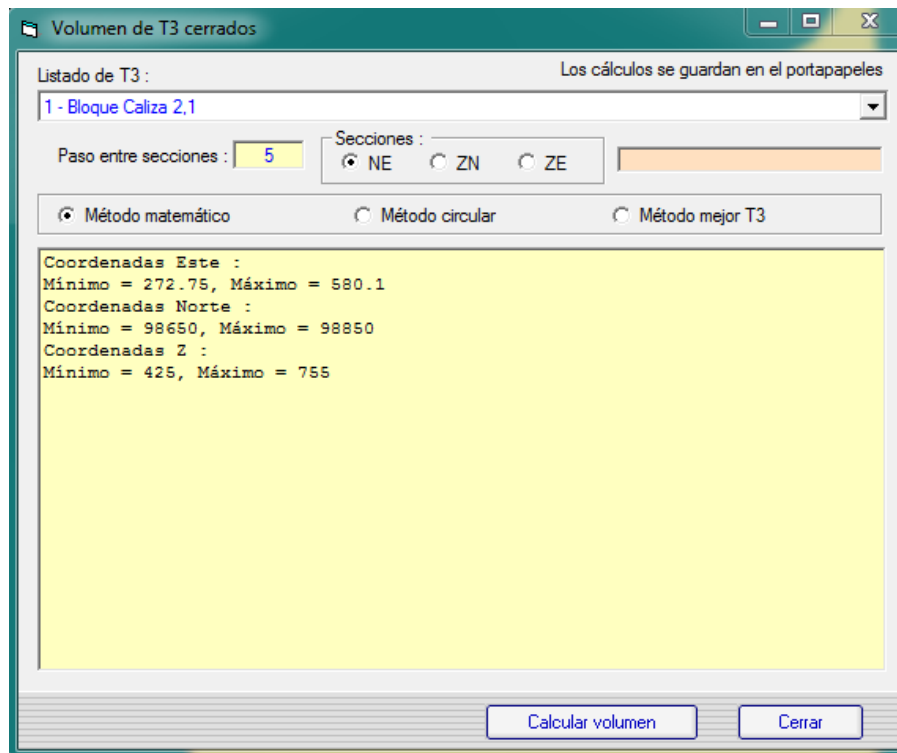
Volumen Bloque 2

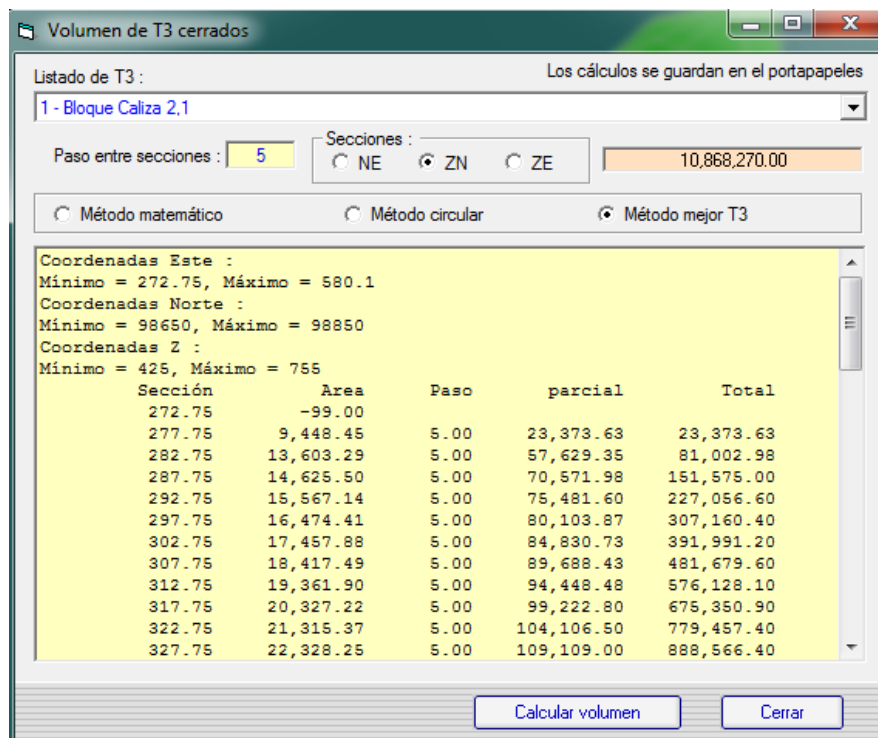
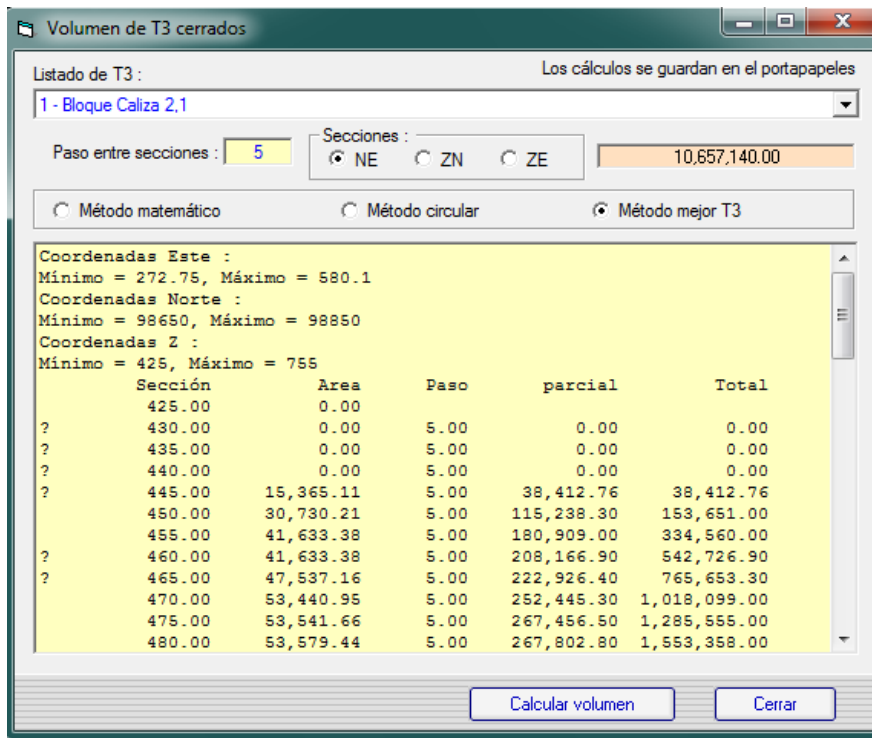


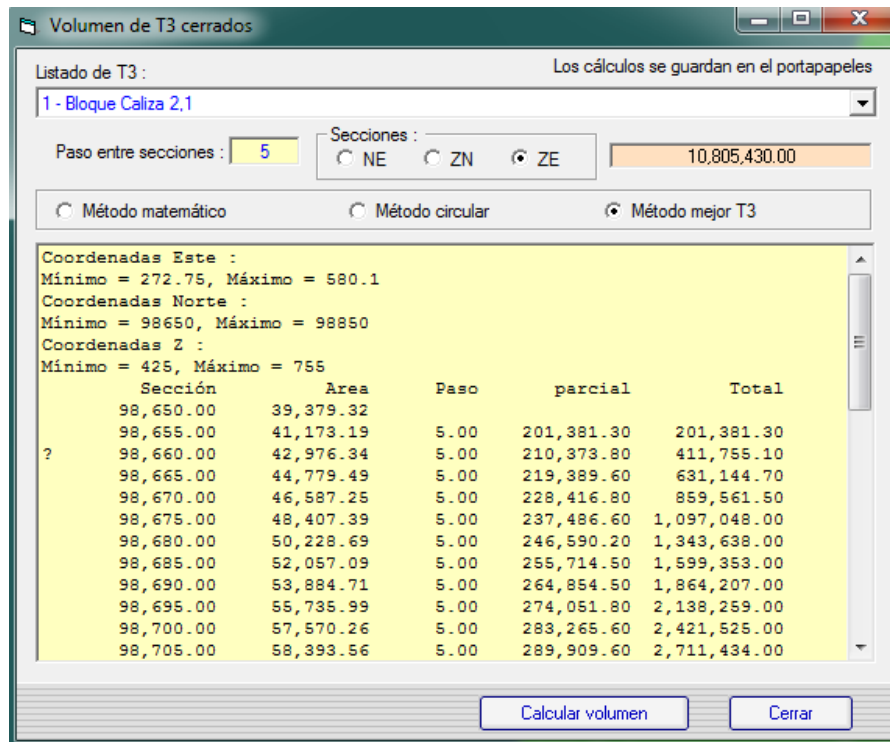




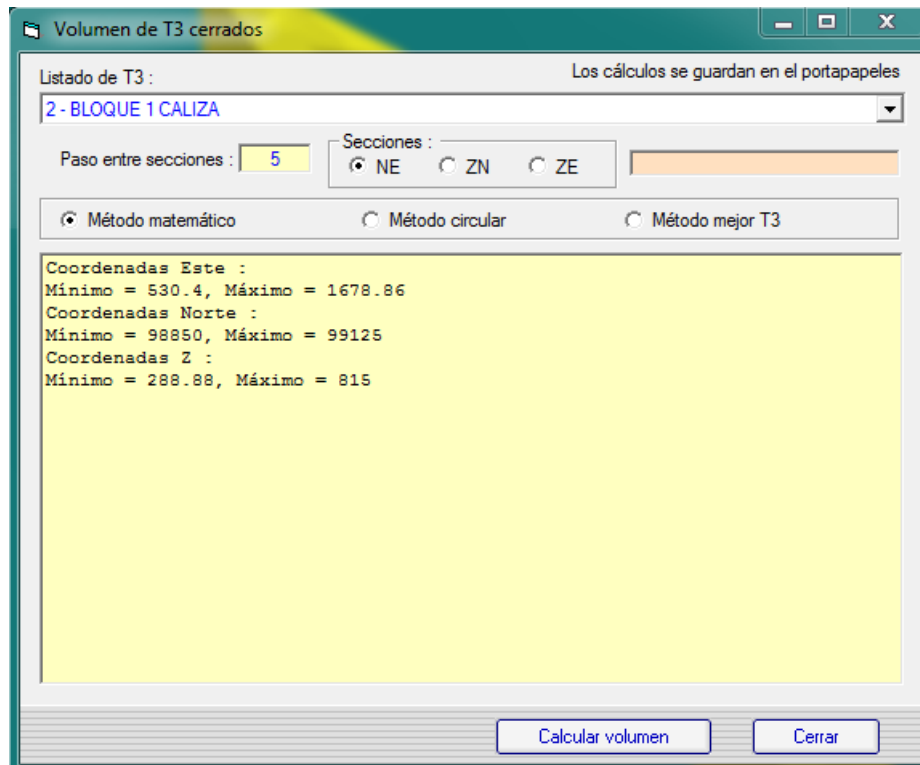
Volumen Bloque 3







Volumen Bloque 4



Volumen de T3 cerrados

Listado de T3 : Los cálculos se guardan en el portapapeles

2 - BLOQUE 1 CALIZA

Paso entre secciones : Secciones : NE ZN ZE 77,929,850.00

Método matemático Método circular Método mejor T3

Coordenadas Este :
Mínimo = 530.4, Máximo = 1678.86
Coordenadas Norte :
Mínimo = 98850, Máximo = 99125
Coordenadas Z :
Mínimo = 288.88, Máximo = 815

| Sección | Area | Paso | parcial | Total |
|----------|----------|------|-----------|------------|
| 288.88 | 0.00 | | | |
| 293.88 | 547.94 | 5.00 | 1,369.85 | 1,369.85 |
| 298.88 | 2,057.10 | 5.00 | 6,512.60 | 7,882.45 |
| 303.88 | 3,116.99 | 5.00 | 12,935.23 | 20,817.68 |
| ? 308.88 | 3,116.99 | 5.00 | 15,584.95 | 36,402.63 |
| ? 313.88 | 3,116.99 | 5.00 | 15,584.95 | 51,987.58 |
| ? 318.88 | 3,116.99 | 5.00 | 15,584.95 | 67,572.53 |
| ? 323.88 | 3,116.99 | 5.00 | 15,584.95 | 83,157.48 |
| ? 328.88 | 3,116.99 | 5.00 | 15,584.95 | 98,742.44 |
| ? 333.88 | 3,116.99 | 5.00 | 15,584.95 | 114,327.40 |
| ? 338.88 | 3,116.99 | 5.00 | 15,584.95 | 129,912.30 |
| ? 343.88 | 3,116.99 | 5.00 | 15,584.95 | 145,497.30 |

Volumen de T3 cerrados

Listado de T3 : Los cálculos se guardan en el portapapeles

2 - BLOQUE 1 CALIZA

Paso entre secciones : Secciones : NE ZN ZE 79,177,620.00

Método matemático Método circular Método mejor T3

Coordenadas Este :
Mínimo = 530.4, Máximo = 1678.86
Coordenadas Norte :
Mínimo = 98850, Máximo = 99125
Coordenadas Z :
Mínimo = 288.88, Máximo = 815

| Sección | Area | Paso | parcial | Total |
|---------|-----------|------|------------|--------------|
| 530.40 | -99.00 | | | |
| 535.40 | 1,729.31 | 5.00 | 4,075.78 | 4,075.78 |
| 540.40 | 4,378.74 | 5.00 | 15,270.13 | 19,345.91 |
| 545.40 | 7,823.58 | 5.00 | 30,505.80 | 49,851.71 |
| 550.40 | 11,784.96 | 5.00 | 49,021.35 | 98,873.06 |
| 555.40 | 16,016.32 | 5.00 | 69,503.20 | 168,376.30 |
| 560.40 | 20,495.26 | 5.00 | 91,278.95 | 259,655.20 |
| 565.40 | 24,476.62 | 5.00 | 112,429.70 | 372,084.90 |
| 570.40 | 28,958.24 | 5.00 | 133,587.20 | 505,672.10 |
| 575.40 | 32,318.82 | 5.00 | 153,192.70 | 658,864.80 |
| 580.40 | 34,501.45 | 5.00 | 167,050.70 | 825,915.40 |
| 585.40 | 36,402.74 | 5.00 | 177,260.50 | 1,003,176.00 |

Volumen de T3 cerrados

Listado de T3 : Los cálculos se guardan en el portapapeles

2-BLOQUE 1 CALIZA

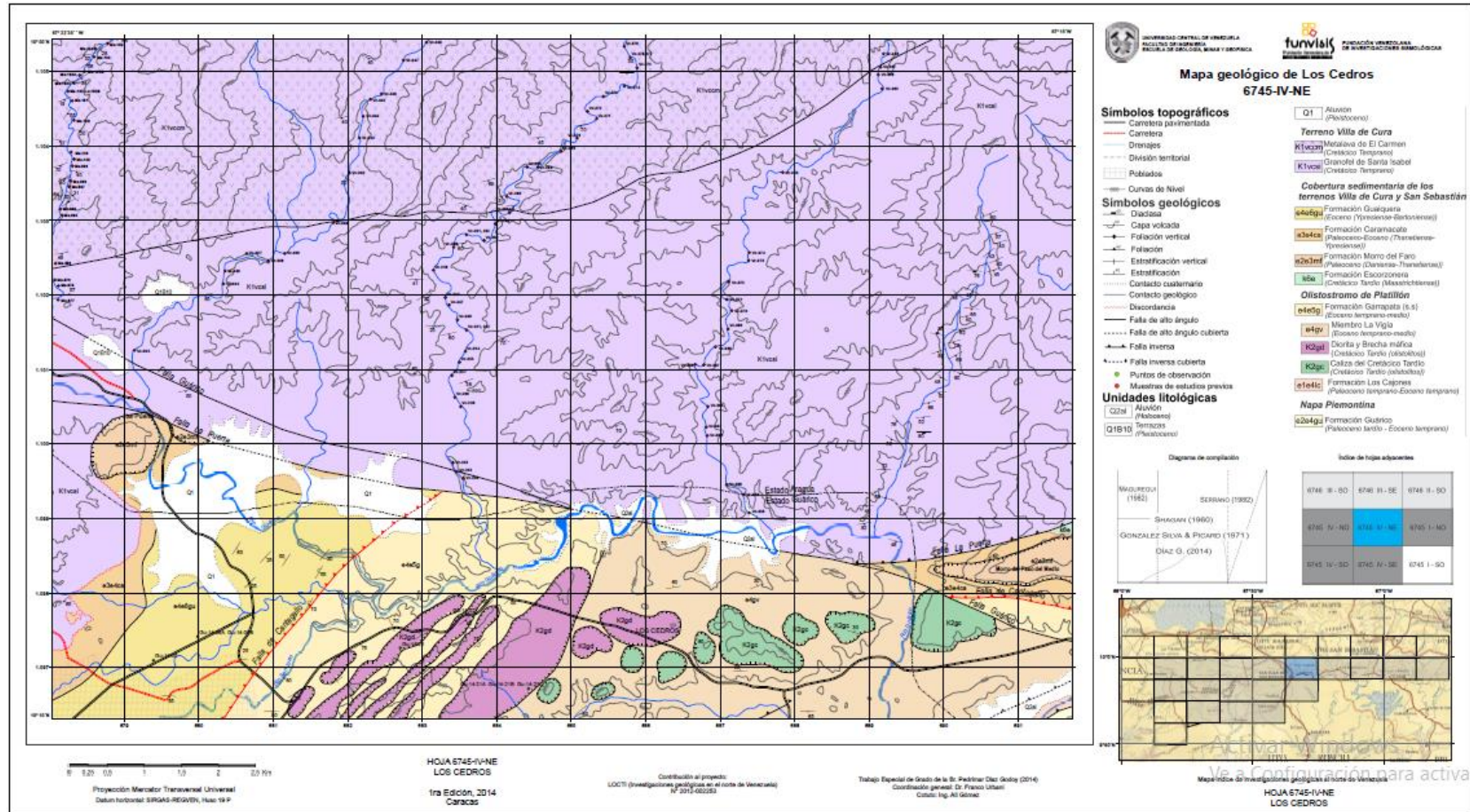
Paso entre secciones : Secciones : NE ZN ZE 79,023,770.00

Método matemático Método circular Método mejor T3

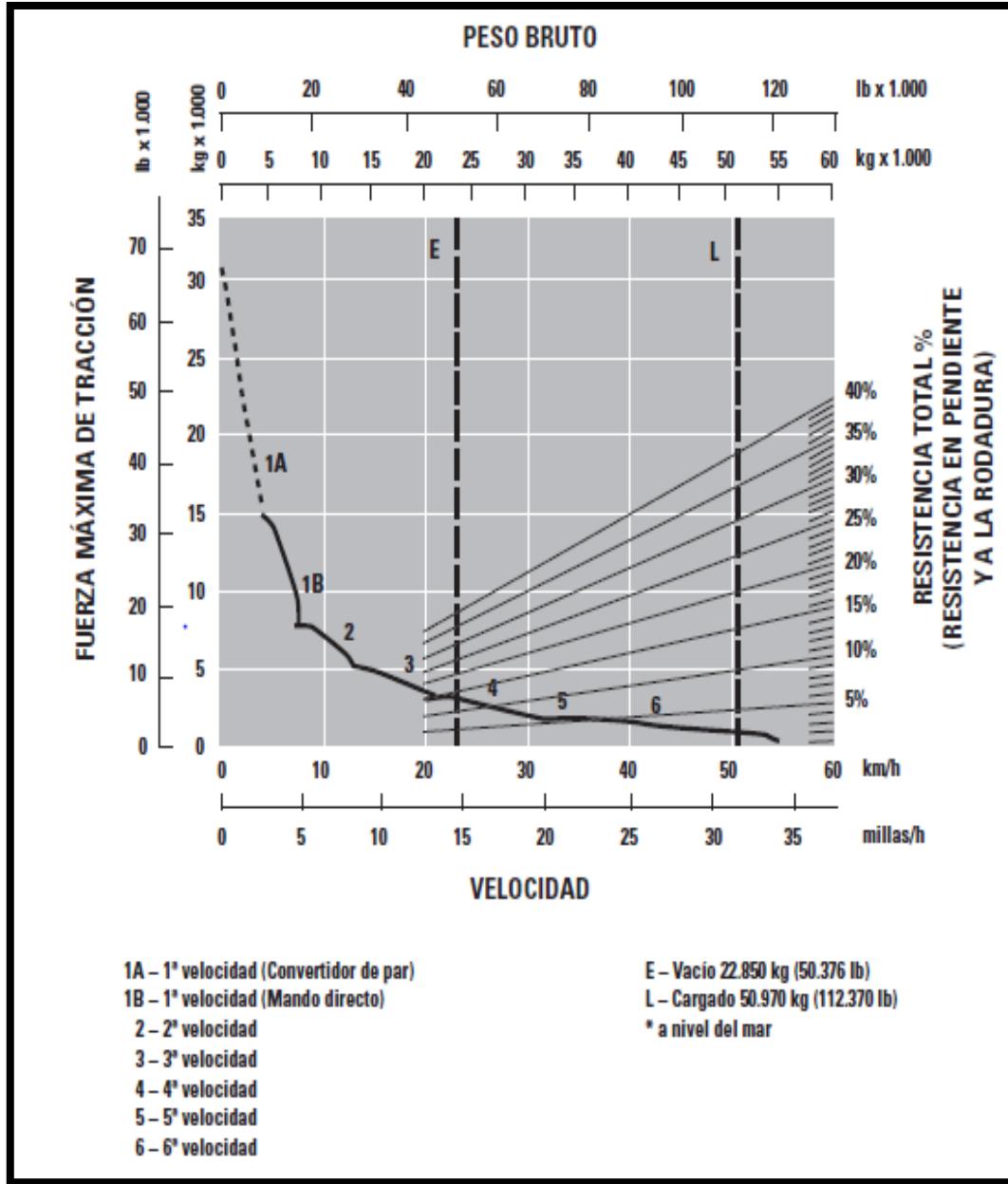
Coordenadas Este :
Mínimo = 530.4, Máximo = 1678.86
Coordenadas Norte :
Mínimo = 98850, Máximo = 99125
Coordenadas Z :
Mínimo = 288.88, Máximo = 815

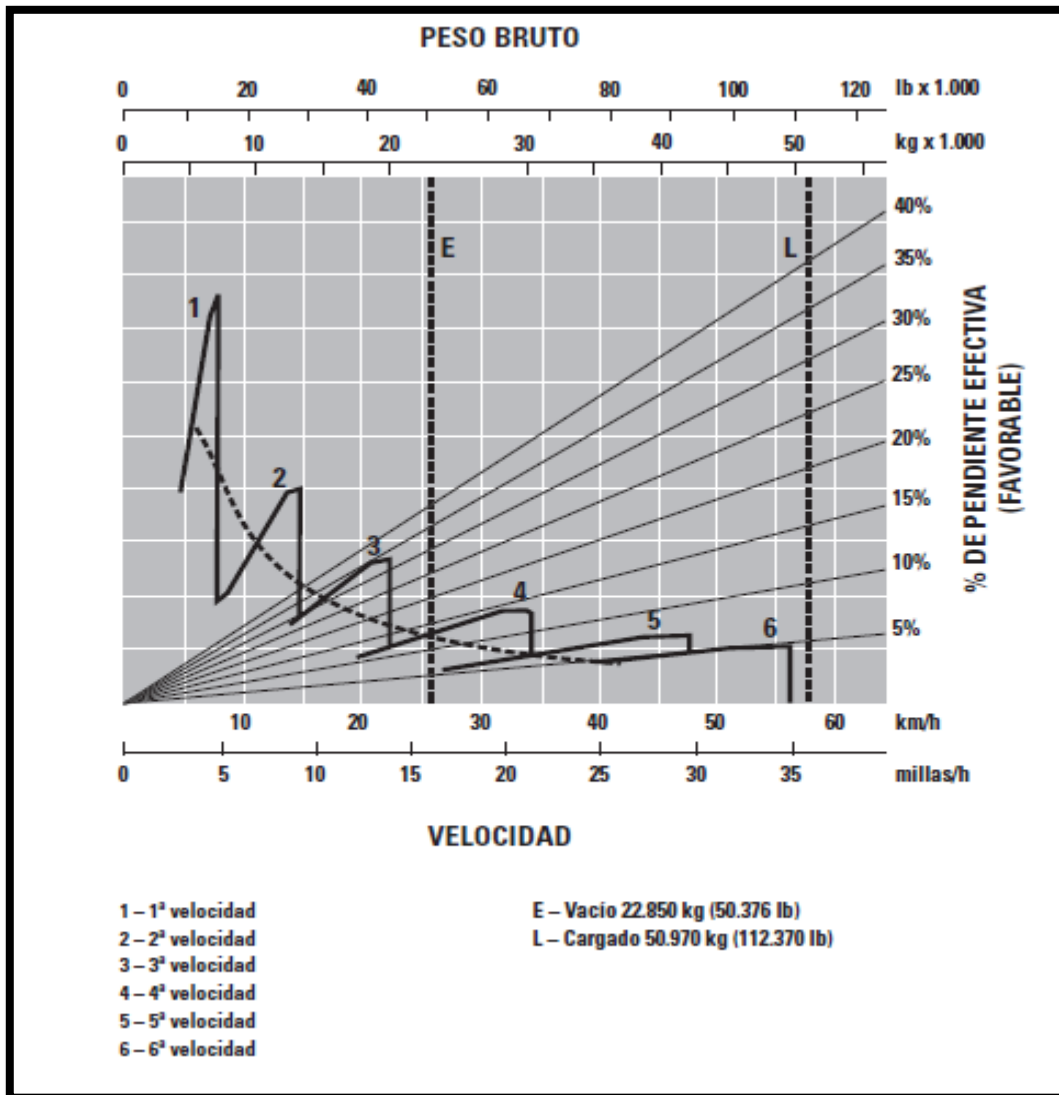
| Sección | Area | Paso | parcial | Total |
|-----------|------------|------|--------------|---------------|
| 98,850.00 | 212,043.60 | | | |
| 98,855.00 | 215,004.60 | 5.00 | 1,067,621.00 | 1,067,621.00 |
| 98,860.00 | 217,964.40 | 5.00 | 1,082,423.00 | 2,150,043.00 |
| 98,865.00 | 220,925.60 | 5.00 | 1,097,225.00 | 3,247,268.00 |
| 98,870.00 | 223,881.30 | 5.00 | 1,112,017.00 | 4,359,285.00 |
| 98,875.00 | 226,840.80 | 5.00 | 1,126,805.00 | 5,486,090.00 |
| 98,880.00 | 229,811.40 | 5.00 | 1,141,631.00 | 6,627,721.00 |
| 98,885.00 | 232,749.10 | 5.00 | 1,156,401.00 | 7,784,122.00 |
| 98,890.00 | 235,724.50 | 5.00 | 1,171,184.00 | 8,955,306.00 |
| 98,895.00 | 238,748.60 | 5.00 | 1,186,183.00 | 10,141,490.00 |
| 98,900.00 | 241,596.80 | 5.00 | 1,200,864.00 | 11,342,350.00 |
| 98,905.00 | 258,909.70 | 5.00 | 1,251,266.00 | 12,593,620.00 |

5. Mapa Geológico del área en estudio tomados del T.E.G de Pedrimar Díaz(2014)

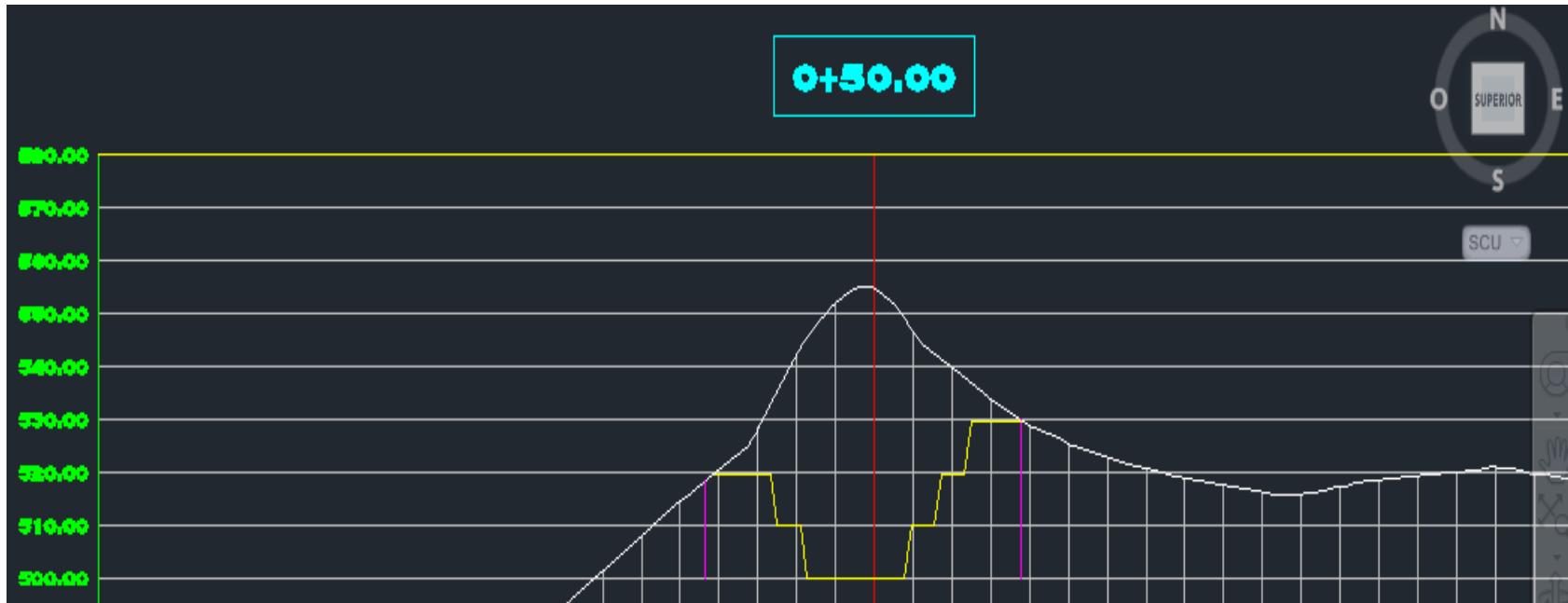


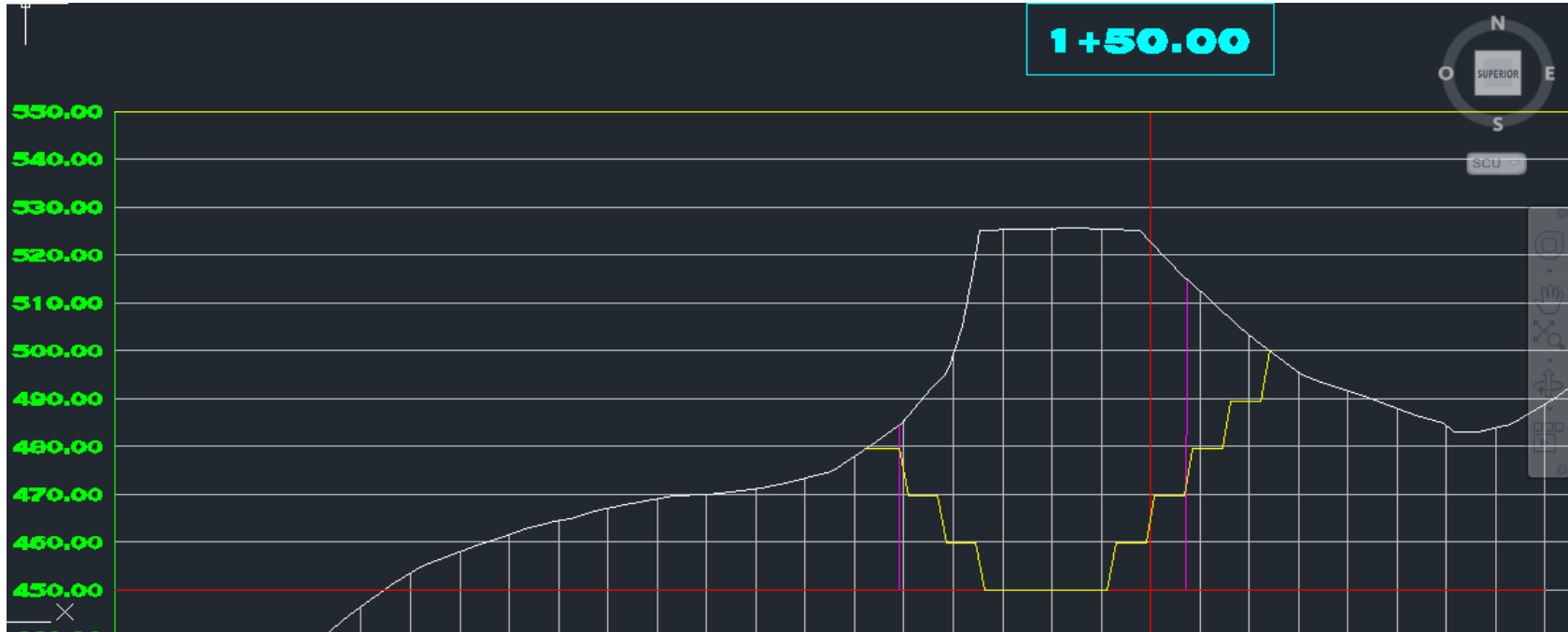
6. Graficas utilizadas para calcular la velocidad del camion articulado 730 en le retorno y el acarreo

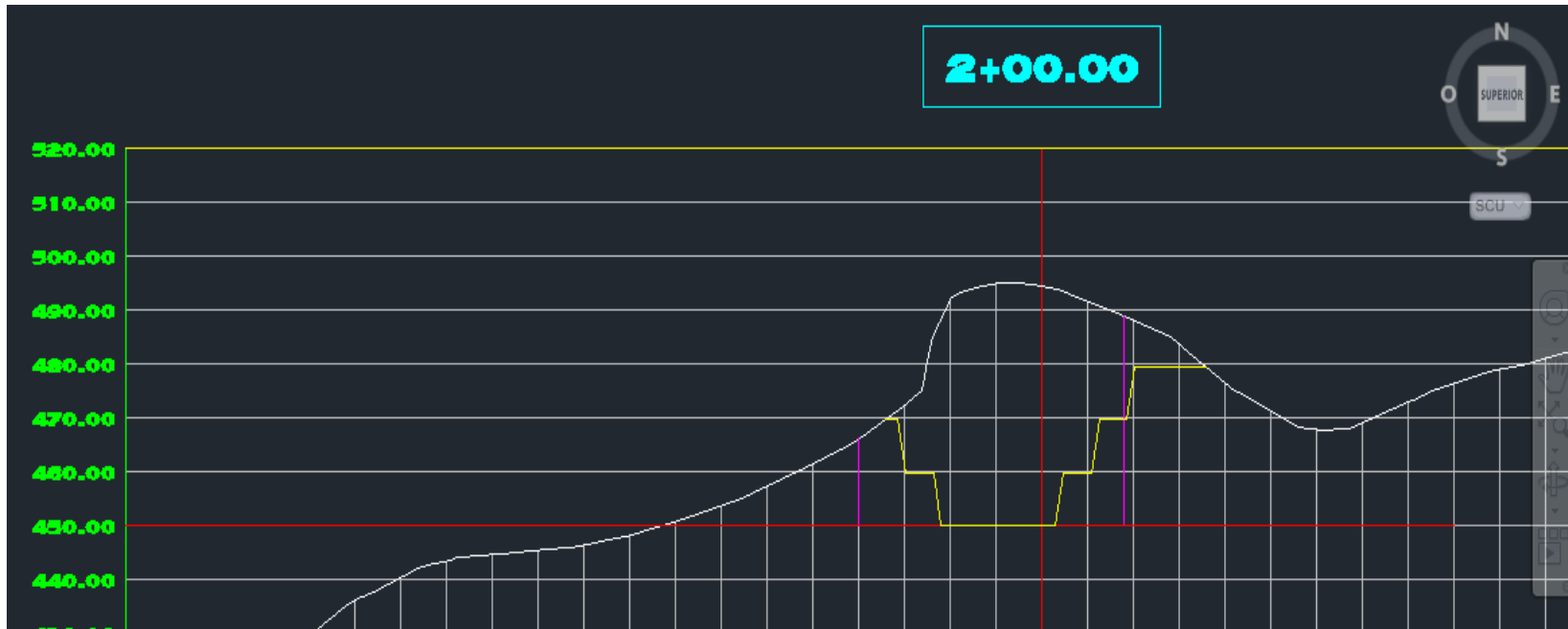


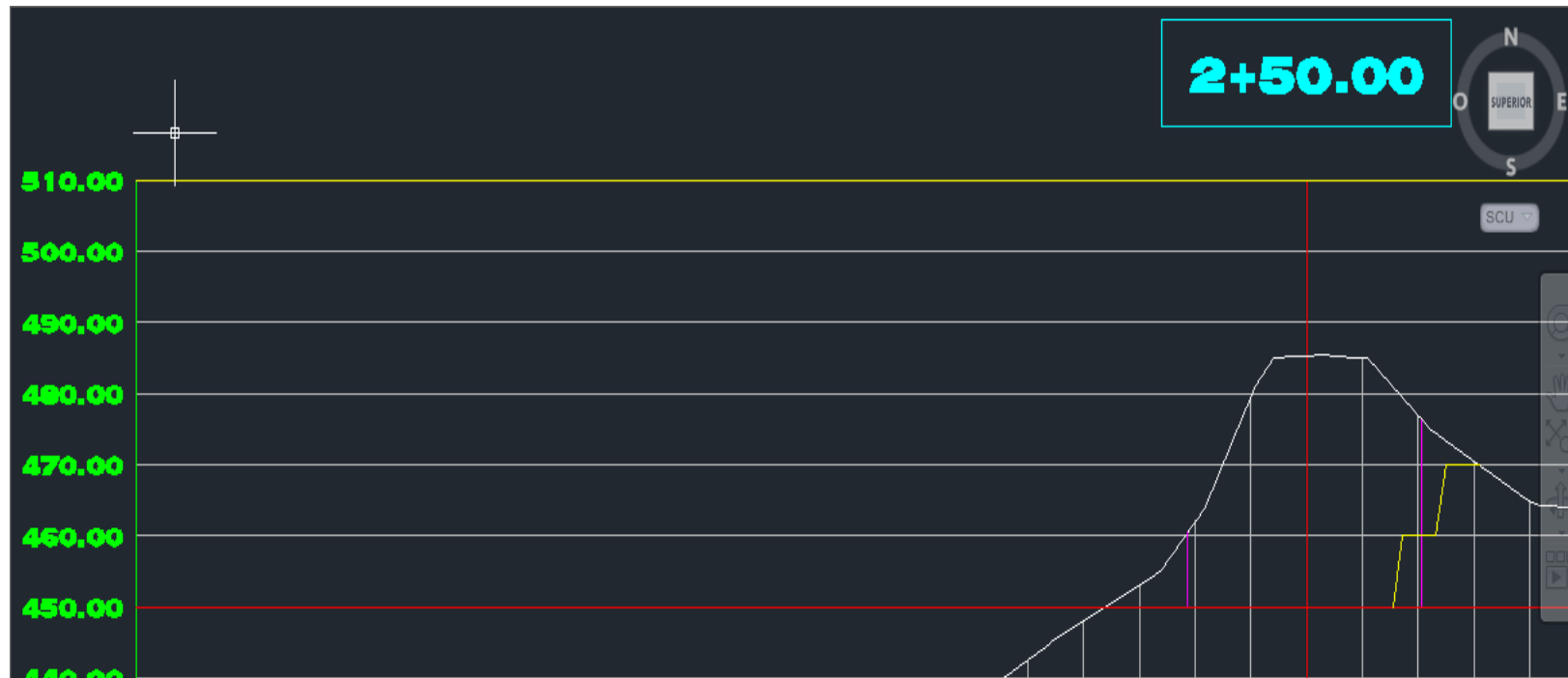


7. Perfiles de la Fase I



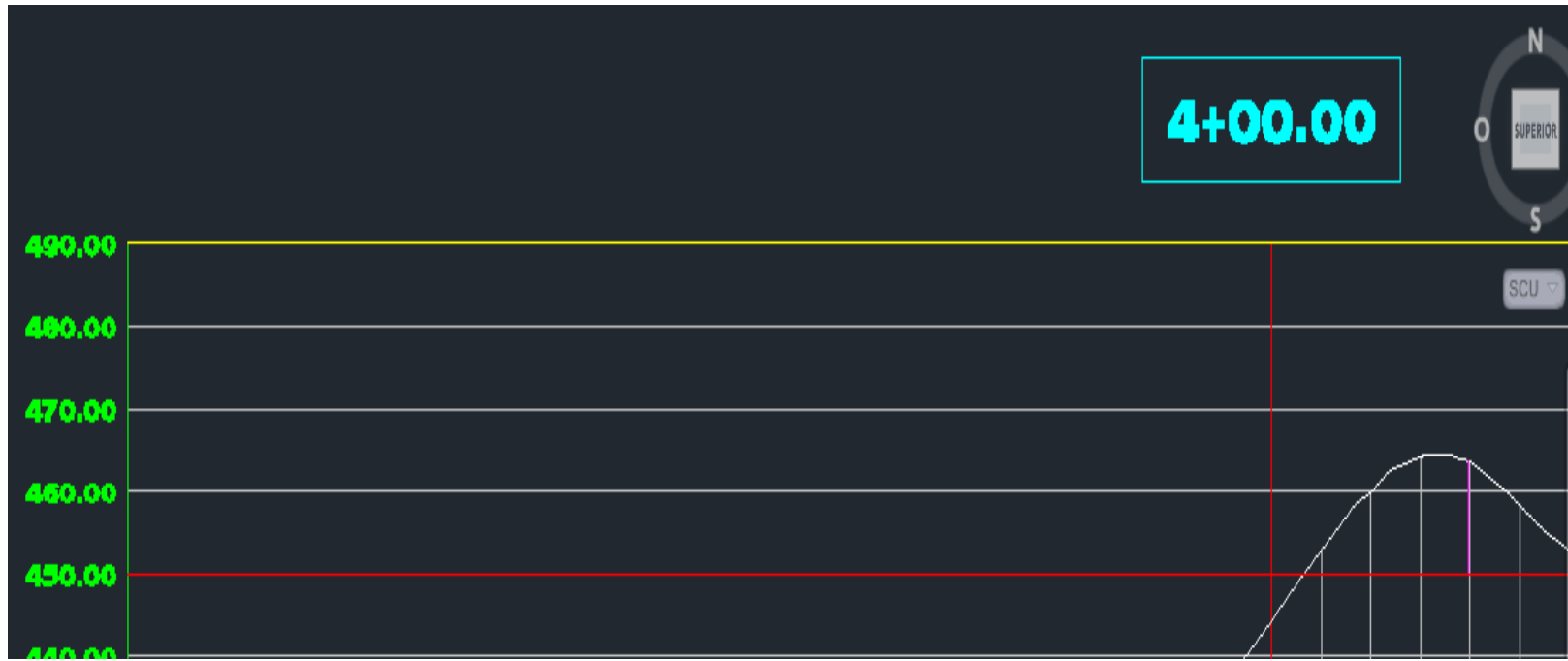




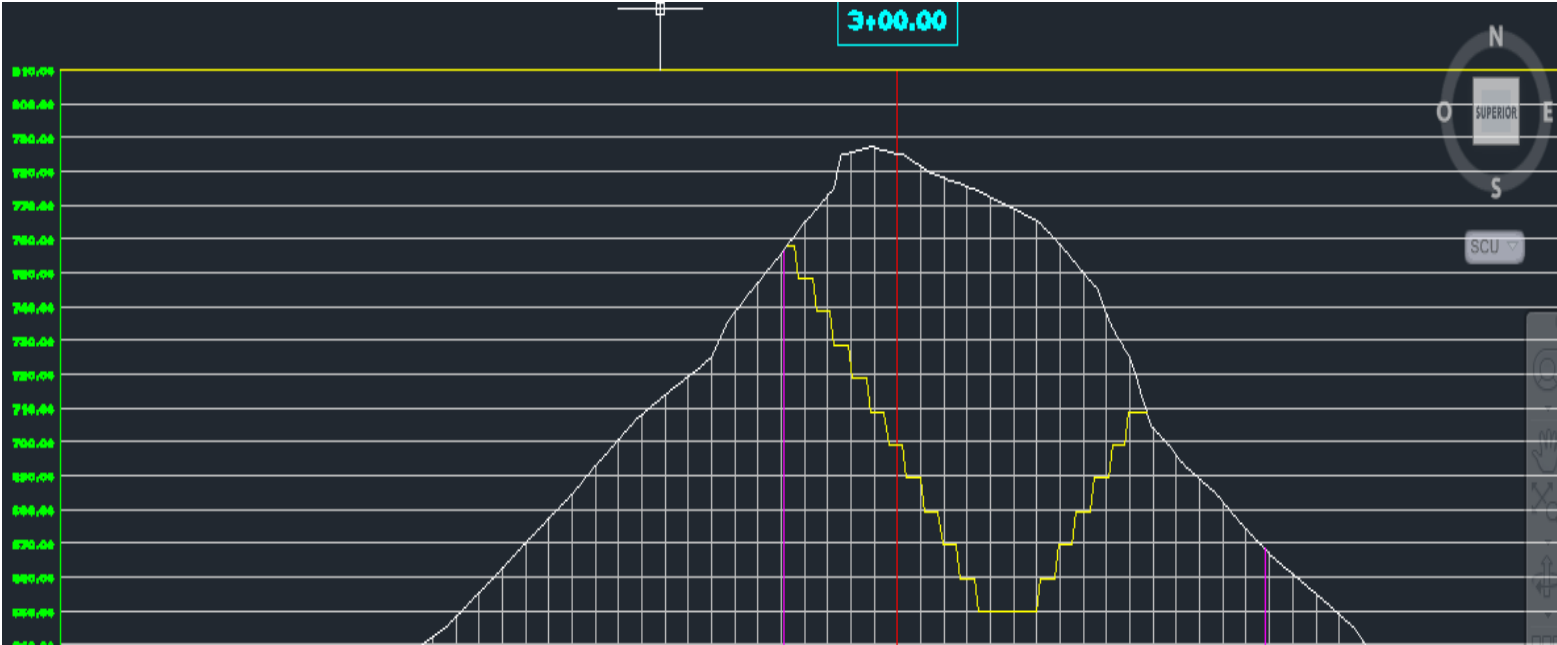




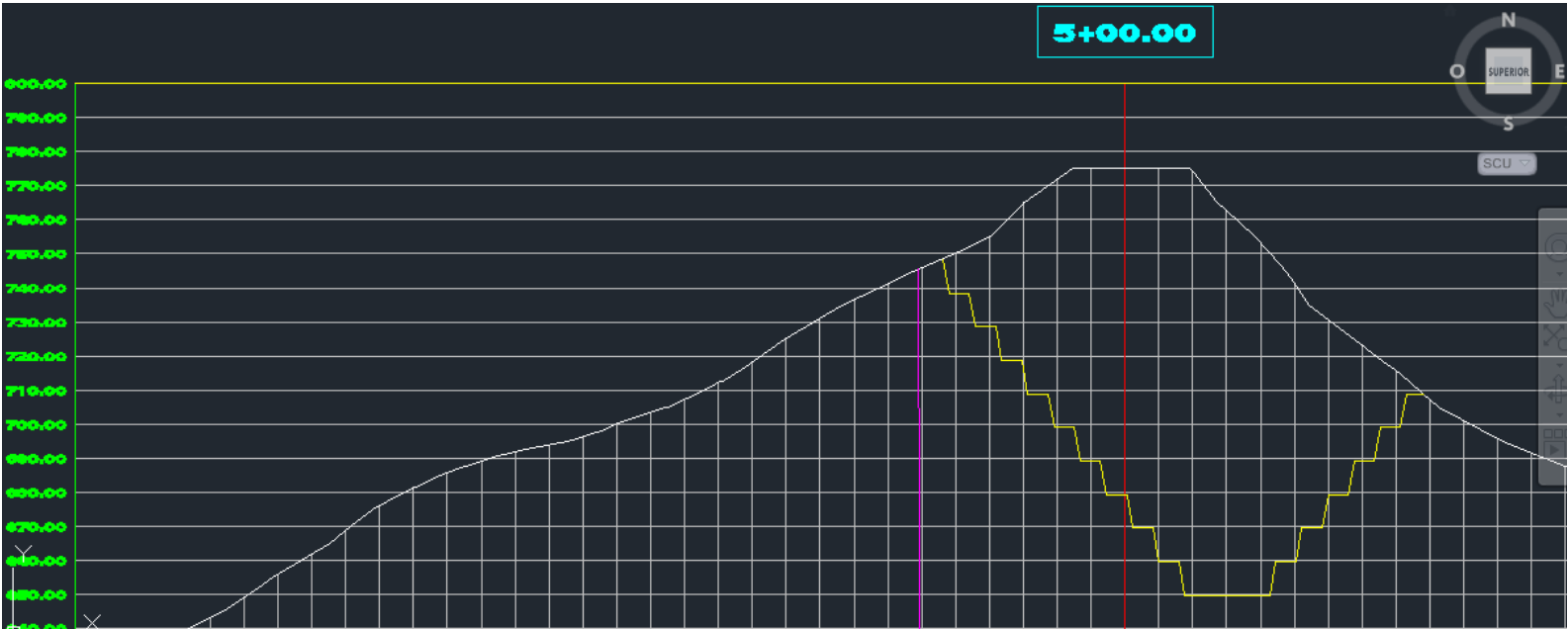




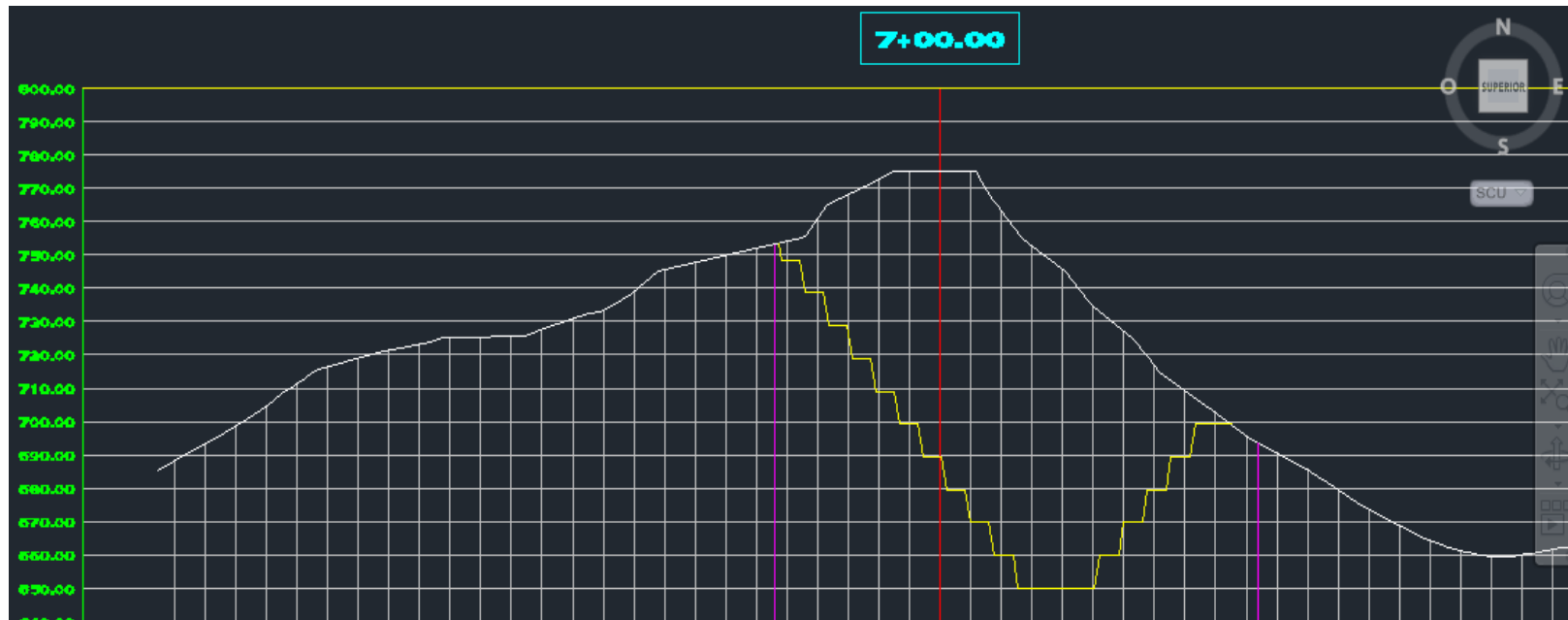
8. Perfiles de la fase II









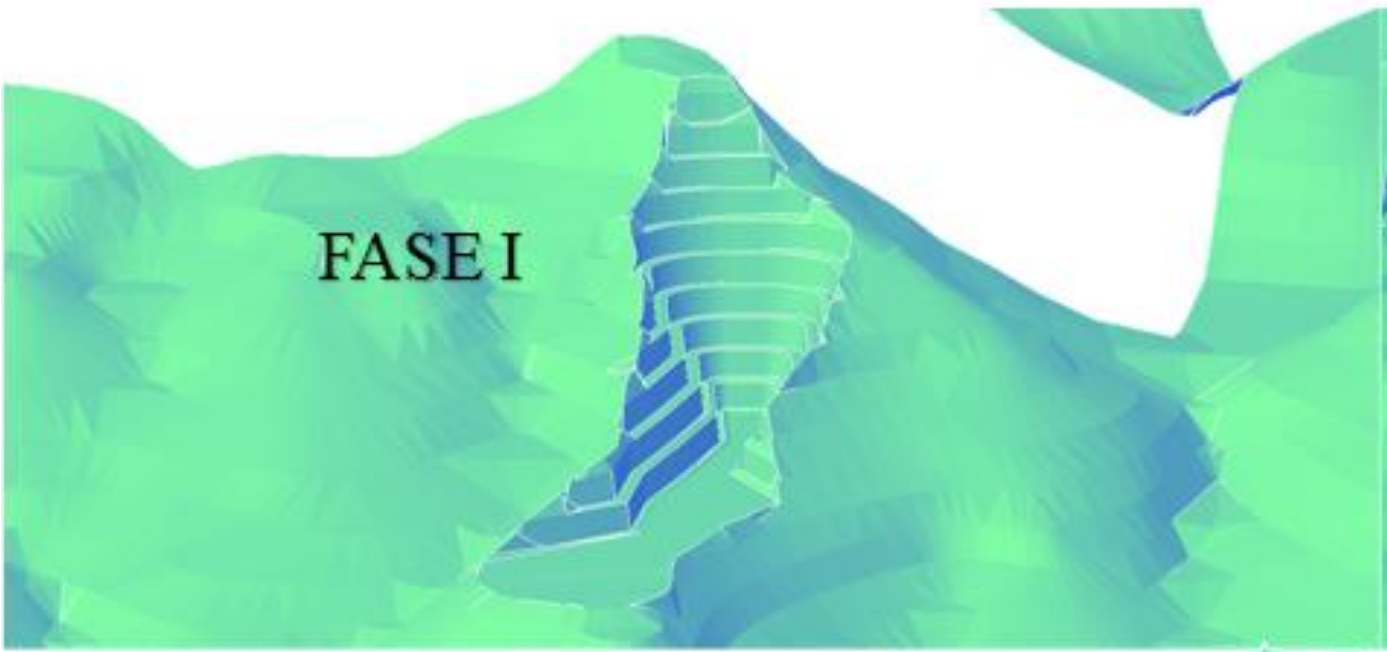




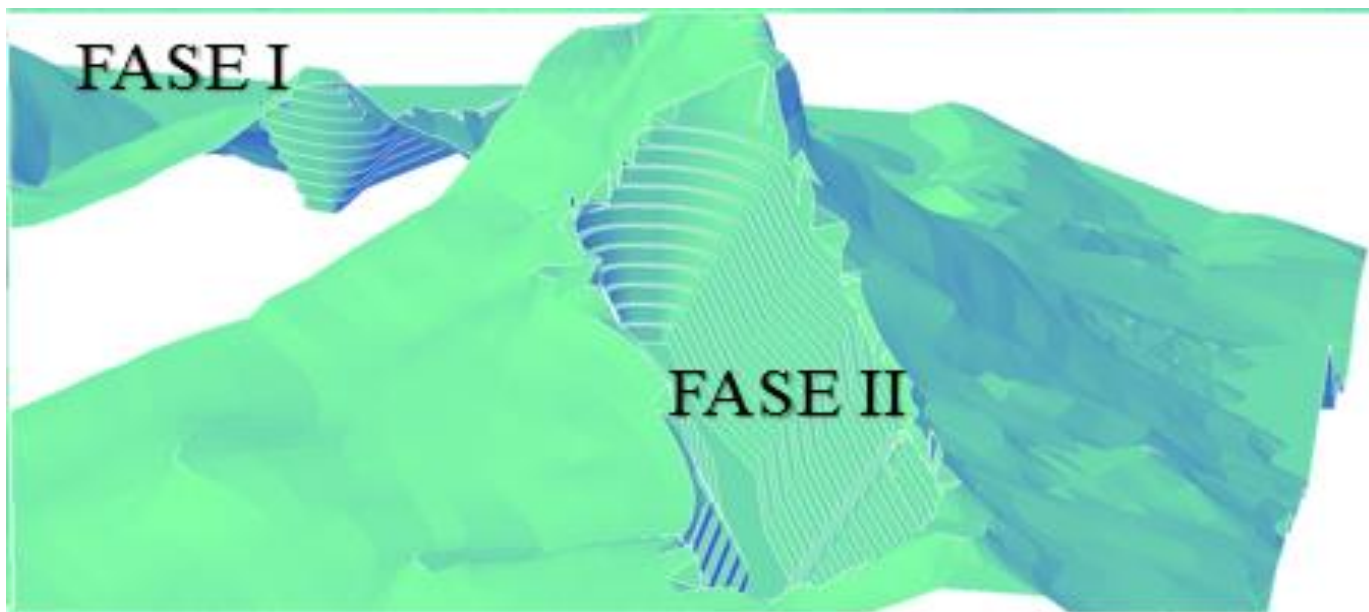


9. Representación de la topografía antes del diseño y Modelado en 3D de ambas fases y el área de protección











10. Analisis de Estabilidad estructuralmente controlada

| Altura Talud [m] | Ddip = 078° | Ddip =150° | | |
|--|-------------|------------|--------|-------------|
| | Frontera | Principal | | Trituradora |
| | | Lutita | Caliza | Caliza |
| | FS=1.30 | | | FS=1.50 |
| Angulo de Talud Global o Equivalente [°] | | | | |
| 12 | 71 | 76 | 85 | 85 |
| 24 | 63 | 63 | 76 | 71 |
| 36 | 61 | 54 | 68 | 64 |
| 48 | 60 | 50 | 64 | 61 |
| 60 | 60 | 48 | 62 | 60 |
| 72 | 59 | 47 | 60 | 59 |
| 84 | 59 | 46 | 59 | 56 |
| 96 | 58 | 45 | 59 | 54 |
| 108 | 57 | 44 | 58 | 52 |
| 120 | 57 | 44 | 57 | 51 |
| 132 | 56 | 44 | 56 | 50 |
| 144 | 55 | 44 | 55 | 49 |
| 156 | 54 | 44 | 54 | 48 |
| 168 | 53 | 44 | 54 | 47 |
| 180 | 52 | 44 | 53 | 46 |
| 192 | 52 | 43 | 53 | 46 |
| 204 | 52 | 43 | 52 | 46 |

Analisis de Estabilidad sin Control Estructural

| Altura Talud [m] | Angulo de Talud Global o Equivalente [°] | |
|---------------------|--|--------|
| | Caliza | Lutita |
| 48 | | 73 |
| 60 | | 64 |
| 72 | | 60 |
| 84 | | 52 |
| 96 | 66 | 50 |
| 108 | 64 | 46 |
| 120 | 60 | 42 |
| 132 | 58 | 40 |
| 144 | 56 | 39 |
| 156 | 54 | 37 |
| 168 | 52 | 35 |
| 180 | 51 | 34 |
| 192 | 50 | 33 |
| 204 | 49 | 32 |
| 216 | 48 | 31 |
| 228 | 47 | 30 |
| 240 | 46 | 30 |
| 252 | 45 | 30 |
| 264 | 45 | 29 |
| 276 | 44 | 29 |
| 288 | 43 | 29 |
| 300 | 42 | 28 |

Recomendación Final de Diseño Geotécnico

| Altura Talud [m] | Angulo de Talud Global o Equivalente [°] |
|---------------------|--|
| 12 | 71 |
| 24 | 63 |
| 36 | 61 |
| 48 | 60 |
| 60 | 60 |
| 72 | 59 |
| 84 | 59 |
| 96 | 58 |
| 108 | 57 |
| 120 | 55 |
| 132 | 54 |
| 144 | 53 |
| 156 | 52 |
| 168 | 51 |
| 180 | 51 |
| 192 | 50 |
| 204 | 49 |
| 216 | 48 |
| 228 | 47 |
| 240 | 46 |
| 252 | 45 |
| 264 | 45 |
| 276 | 44 |
| 288 | 43 |
| 300 | 42 |

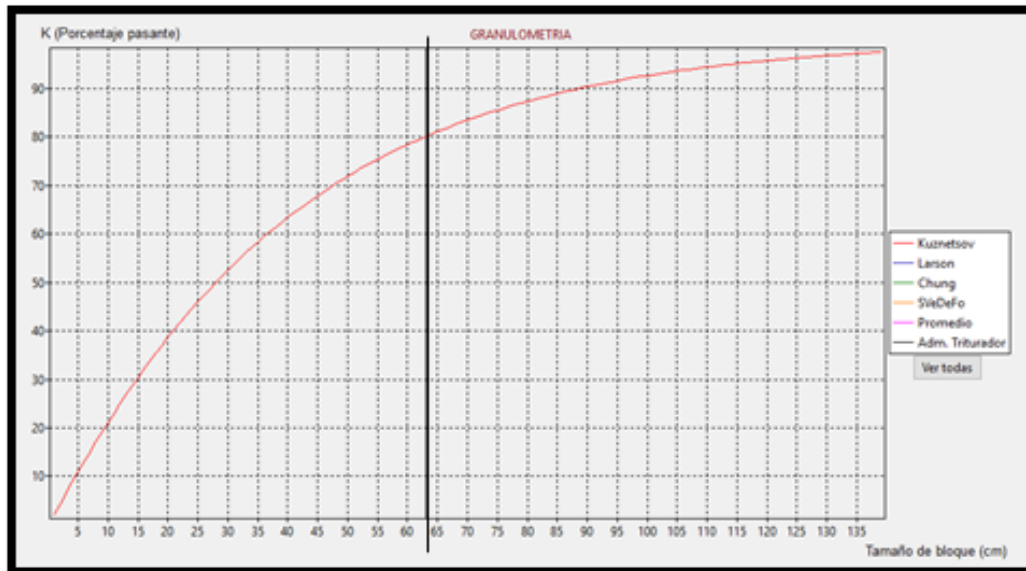
Recomendación Final de Diseño Geotécnico (Talud principal)

| Altura Talud [m] | Angulo de Talud Global o Equivalente [°] | | |
|---------------------|---|--------|-------------|
| | Principal | | Trituradora |
| | Lutita | Caliza | |
| 12 | 76 | 85 | 85 |
| 24 | 63 | 76 | 71 |
| 36 | 54 | 68 | 64 |
| 48 | 50 | 64 | 61 |
| 60 | 48 | 62 | 60 |
| 72 | 47 | 60 | 59 |
| 84 | 46 | 59 | 58 |
| 96 | 45 | 59 | 57 |
| 108 | 44 | 58 | 56 |
| 120 | 42 | 57 | 55 |
| 132 | 40 | 56 | 54 |
| 144 | 39 | 55 | 53 |
| 156 | 37 | 53 | 52 |
| 168 | 35 | 52 | 50 |
| 180 | 34 | 51 | 49 |
| 192 | 33 | 50 | 48 |
| 204 | 32 | 49 | 47 |
| 216 | 31 | 48 | - |
| 228 | 30 | 47 | - |
| 240 | 30 | 46 | - |
| 252 | 30 | 45 | - |
| 264 | 29 | 45 | - |
| 276 | 28 | 44 | - |
| 288 | 27 | 43 | - |
| 300 | 26 | 42 | - |

11. Esquemas obtenidos para la voladura con el programa SchemeBlaster Esquema 1

Tabla 42. Descripción de los parámetros para el esquema 1

| | |
|---|-----------|
| Tipo de Roca | Caliza |
| Resistencia a la compresión Simple(Mpa) | 100 |
| Densidad de la roca (gr/cm3) | 2,54 |
| Diámetro del barreno (mm) | 88,9 |
| Longitud del barreno (m) | 11 |
| Inclinación del barreno | 1 |
| Autor seleccionado para el cálculo del retiro | Konya |
| Retiro (m) | 2,5 |
| Espaciamiento (m) | 3 |
| Taco (m) | 1,8 |
| Factor de carga (kg/m3) | 0,536 |
| Explosivo usado, Anfo/Emulsión | 65x400 |
| Carga de fondo(kg) | 10,22 |
| Numero de cartuchos de emulsión(pzas) | 7 |
| Altura de carga de fondo (m) | 3 |
| Carga de columna (kg) | 30 |
| Altura de carga de columna (m) | 6 |
| Autor seleccionado para el cálculo del k50 | Kuznetsov |
| Diámetro del 50% del material/k50 (cm) | 28 |
| Coefficiente de uniformidad de la distribución granulométrica | 1,04 |

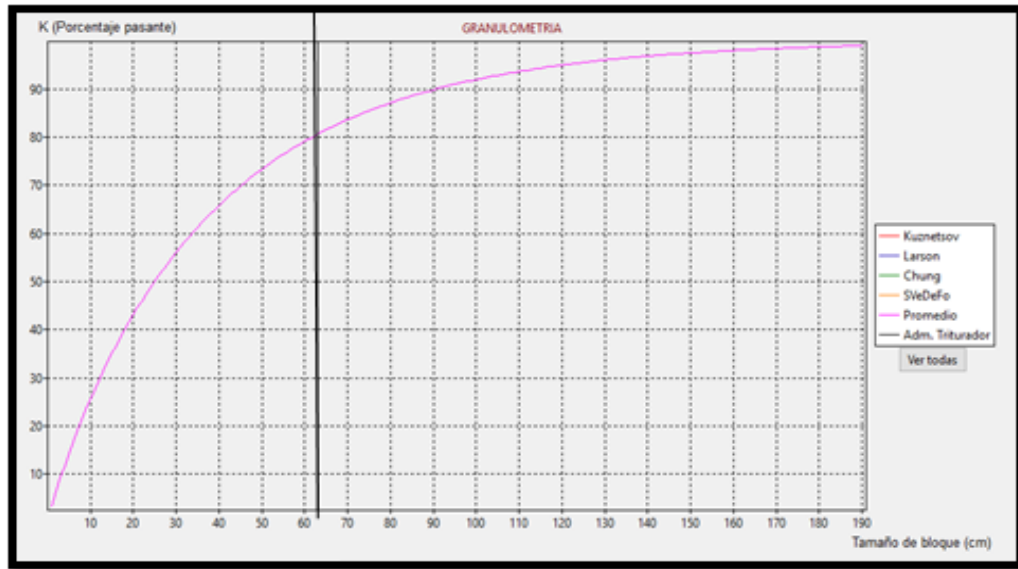


Curva granulométrica para definir el porcentaje de pasante esquema 1

Esquema 2

Tabla 43. Descripción de los parámetros para el esquema 2

| | |
|---|----------|
| Tipo de Roca | Caliza |
| Resistencia a la compresión Simple(Mpa) | 100 |
| Densidad de la roca (g/cm ³) | 2,54 |
| Diámetro del barreno (mm) | 88,9 |
| Longitud del barreno (m) | 11 |
| Inclinación del barreno | 1 |
| Autor seleccionado para el cálculo del retiro | ----- |
| Retiro (m) | 2,5 |
| Espaciamiento (m) | 3 |
| Taco (m) | 2 |
| Factor de carga (kg/m ³) | 0,495 |
| Explosivo usado, Anfo/Emulsión | 65x400 |
| Carga de fondo(kg) | 5,84 |
| Numero de cartuchos de emulsión(pzas) | 4 |
| Altura de carga de fondo (m) | 2 |
| Carga de columna (kg) | 35 |
| Altura de carga de columna (m) | 7 |
| Autor seleccionado para el cálculo del k50 | Promedio |
| Diámetro del 50% del material/k50 (cm) | 25 |
| Coefficiente de uniformidad de la distribución granulométrica | 0,93 |



Curva granulométrica para definir el porcentaje de pasante esquema 2

Cálculos de voladuras por semana

- Volumen de un barreno

$$VR = B \times S \times Hb = 3 \times 3,5 \times 10 = 105 m^3$$

B : Retiro

S : Espaciamiento

Hb : Altura de banco

- Numero de barrenos = $\frac{\text{Volumen avolar}}{VR}$

- Volumen total a volar (Vt) = $AB \times Hb$

AB : Área de un bloque

Hb : Altura de banco

- Capacidad de la trituradora en un día 1.500T --- $833,33 m^3$

Para la Fase I por cada etapa

Etapa 1

$$\text{Área} = 1.869 m^2$$

$$\text{Número de bloques} = 8$$

$$\text{Área de un bloque} = \frac{1869}{8} = 233 m^2$$

$$Vt = 233 m^2 \times 10 m = 2330 m^3$$

$$\text{Número de barrenos} = \frac{2330}{105} = 22$$

Etapa 2

$$\text{Área} = 4.992 \text{ m}^2$$

$$\text{Número de bloques} = 25$$

$$\text{Área de un bloque} = \frac{4992}{25} = 199 \text{ m}^2$$

$$V_t = 199 \text{ m}^2 \times 10 \text{ m} = 1990 \text{ m}^3$$

$$\text{Número de barrenos} = \frac{2000}{105} = 19 \text{ m}$$

Etapa 3

$$\text{Área} = 4.140 \text{ m}^2$$

$$\text{Número de bloques} = 20$$

$$\text{Área de un bloque} = \frac{4140}{20} = 207 \text{ m}^2$$

$$V_t = 207 \text{ m}^2 \times 10 \text{ m} = 2070 \text{ m}^3$$

$$\text{Número de barrenos} = \frac{2070}{105} = 19$$

Etapa 4

$$\text{Área} = 4.991 \text{ m}^2$$

$$\text{Número de bloques} = 25$$

$$\text{Área de un bloque} = \frac{4991}{25} = 200$$

$$V_t = 200 \text{ m}^2 \times 10 \text{ m} = 2000 \text{ m}^3$$

$$\text{Número de Barreno} = \frac{2000}{105} = 19$$

Para la Fase II por cada etapa**Etapa 1**

$$\text{Área} = 13.259 \text{ m}^2$$

$$\text{Número de bloques} = 60$$

$$\text{Área de un bloque} = \frac{13259}{60} = 220 \text{ m}^2$$

$$V_t = 220 \text{ m}^2 \times 10 \text{ m} = 2200 \text{ m}^3$$

$$\text{Número de barrenos} = \frac{2200}{105} = 20$$

Etapa 2

$$\text{Área} = 23.916 \text{ m}^2$$

$$\text{Número de bloques} = 100$$

$$\text{Área de un bloque} = \frac{23916}{100} = 239 \text{ m}^2$$

$$V_t = 239 \text{ m}^2 \times 10 \text{ m} = 2390 \text{ m}^3$$

$$\text{Número de barrenos} = \frac{2390}{105} = 22$$

Etapa 3

$$\text{Área} = 22.184 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Número de bloques} &= 100 \\ \text{Área de un bloque} &= \frac{22184}{100} = 222 \text{ m}^2 \\ V_t &= 222\text{m}^2 \times 10\text{m} = 2220 \text{ m}^3 \\ \text{Número de barrenos} &= \frac{2220}{105} = 21 \end{aligned}$$

Etapas 4

$$\begin{aligned} \text{Área} &= 15.459 \text{ m}^2 \\ \text{Número de bloques} &= 80 \\ \text{Área de un bloque} &= \frac{15459}{80} = 193 \\ V_t &= 193\text{m}^2 \times 10\text{m} = 1930 \text{ m}^3 \\ \text{Número de Barreno} &= \frac{1930}{105} = 18 \end{aligned}$$

Etapas 5

$$\begin{aligned} \text{Área} &= 4.897 \text{ m}^2 \\ \text{Número de bloques} &= 20 \\ \text{Área de un bloque} &= \frac{4897}{20} = 245 \\ V_t &= 245\text{m}^2 \times 10\text{m} = 2450 \text{ m}^3 \\ \text{Número de Barreno} &= \frac{2450}{105} = 23 \end{aligned}$$

12. Berlín, 1991 y 2002.

En junio de 1991 la ONU y la Fundación Alemana para el Desarrollo Internacional organizaron la “Mesa Redonda Internacional Sobre Minería y Ambiente”, donde concurrieron representantes de la industria, los gobiernos y las ONG.

A partir de esta reunión, se formularon las “Guías Ambientales para Operaciones Mineras”, también llamadas las “Guías de Berlín”, cuya primera edición fue publicada en 1994, y cuyo objetivo es “servir de guía para los agentes reguladores en los países en desarrollo, y para dar asistencia al personal de la industria minera, comunidades y otros interesados en la regulación de la industria minera”. Estas guías en su primera edición señalaban los siguientes “Principios Fundamentales para el Sector Minero”.

Los gobiernos, las compañías mineras y las industrias de minerales deben cumplir como mínimo, los siguientes requerimientos:

- Reconocer la gestión ambiental como una alta prioridad, notablemente durante el proceso de licenciamiento y a través del desarrollo e implementación de sistemas de gestión ambiental. Estos deben incluir evaluaciones de impacto ambiental amplias y tempranas, control de la contaminación y otras medidas preventivas y de mitigación, actividades de monitoreo y auditoria, y procedimientos de respuesta a emergencias.

- Establecer la responsabilidad ambiental en la industria y el gobierno a los máximos niveles de gestión y establecimiento de políticas
- Animar a los empleadores de todos los niveles a reconocer su responsabilidad en la gestión ambiental y asegurar que se encuentren disponibles los recursos, personal y entrenamiento requeridos para implementar los planes ambientales.
- Asegurar la participación y diálogo con la comunidad afectada y otras partes directamente interesadas en los aspectos ambientales de todas las fases de las actividades mineras.
- Adoptar las mejores prácticas para minimizar la degradación ambiental, especialmente en la ausencia de regulaciones ambientales específicas.
- Adoptar tecnologías ambientalmente apropiadas en todas las fases de las actividades mineras, e incrementar el énfasis en la transferencia de tecnologías apropiadas que mitiguen los impactos ambientales, incluyendo los de las operaciones mineras a pequeña escala.
- Buscar proveer fondos adicionales y arreglos financieros innovadores para mejorar el desempeño ambiental de las operaciones mineras existentes.
- Adoptar análisis de riesgos y gestión de riesgos en el desarrollo de regulaciones y en el diseño, operación y desmonte de actividades mineras, incluyendo el manejo y disposición de residuos peligrosos de minería y otros residuos.
- Reforzar la infraestructura, servicios de sistemas de información, entrenamiento y habilidades en gerencia ambiental en relación a las actividades mineras.
- Evitar el uso de regulaciones ambientales que actúen como barreras innecesarias al comercio y a la inversión.
- Reconocer los vínculos entre la ecología, las condiciones socioculturales y la salud y seguridad humanas, tanto en el ambiente de trabajo como en el ambiente natural.
- Evaluar y adoptar, donde sea apropiado, instrumentos económicos y administrativos como políticas de incentivos de impuestos para fomentar la reducción de emisiones contaminantes y la introducción de tecnología innovadora.
- Explorar la factibilidad de acuerdos recíprocos para reducir la contaminación transfronteriza.
- Fomentar la inversión minera a largo plazo teniendo estándares ambientales claros, con criterios y procedimientos ambientales estables y predecibles.

En 2002, la ONU publicó una versión revisada de estas guías, en el documento “Berlín II, Guidelines for Mining and Sustainable Development”, donde se amplió el alcance al incluir el componente socio-económico como parte importante del impacto y la gestión de las operaciones mineras. Para reflejar este nuevo componente, se adicionó el siguiente principio como numeral 2 de las guías originales:

“Reconocer la importancia de las evaluaciones de impacto socio-económico y la planeación social en las operaciones mineras. Los impactos socio-económicos deben

ser tomados en cuenta en las etapas tempranas de desarrollo de los proyectos. Asuntos de género también deben ser considerados en niveles de política y proyectos”.

Adicionalmente, al principio 4 – ahora 5 por la adición del principio anterior – se le adicionó una referencia especial a la participación de los grupos marginados, quedando de esta forma: “[...] los aspectos ambientales de todas las fases de las actividades mineras e incluir la participación total de las mujeres y otros grupos marginados”. Ambas ediciones de las guías contienen una amplia gama de ejemplos de legislación ambiental y prácticas de gestión de países alrededor del mundo que tienen una industria minera activa.