

**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA**  
**DEPARTAMENTO DE MINAS**  
**MINERÍA DE CAMPO (3230)**

**INFORME**

**DISEÑO DE LAS SECUENCIAS DE EXPLOTACIÓN DE LA MINA CAPIA,  
CHOCO 4 EN LA EMPRESA PROMOTORA MINERA DE GUAYANA,  
EL CALLAO, ESTADO BOLÍVAR,  
AGOSTO – SEPTIEMBRE 2010**

TUTOR ACADÉMICO: Ing. Oswald Marrero.

TUTOR INDUSTRIAL: Ing. Hildemaro Méndez

Presentado ante la Ilustre.  
Universidad Central de Venezuela.  
Por el Br. Morales F.  
Juan L.

**El Callao, Octubre del 2010**

## RESUMEN

La empresa Promotora Minera de Guayana se encuentra en El Callao Estado Bolívar y es la encargada de la extracción de mineral aurífero de las concesiones Choco 10 y Choco 4. En la concesión Choco 4 la mina Capia se encuentra en sus inicios por lo cual necesita una planificación a corto plazo de sus secuencias de explotación.

Las secuencias de explotación son realizadas con un software minero llamado Datamine, el cual, mediante el uso de strings (líneas), wireframes (sólidos) y modelos de recursos (yacimientos) permite la construcción de diseños y la evaluación de los mismos.

Se realizaron dos secuencias de explotación para tres meses (Septiembre – Noviembre) las cuales se denominaron Diseño 1 y Diseño 2. Diseño 2 se realizó en base a Diseño 1 ya que el primer mes de esta secuencia (Septiembre) presentó una relación estéril/mena de 23:1, sin embargo, el mes de Noviembre fue conservado (la secuencia del mes es el mismo para ambos diseños) por las onzas recuperadas (3.346,49) y por la relación estéril/mena alcanzada (5:1)

Diseño 1 a pesar de presentar un mes con tan alta relación estéril/mena, posee valores de producción poco variable en el tiempo y una rápida extracción de mineral con alta recuperación aurífera, razones por la cual es el conjunto de secuencias de explotación recomendadas a seguir en el inicio de la mina Capia.

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	5
OBJETIVOS.....	6
JUSTIFICACIÓN Y ALCANCES .....	7
CAPITULO I: GENERALIDADES .....	8
<b>1.1 GEOLOGÍA REGIONAL.....</b>	<b>8</b>
1.1.1 <i>El Cinturón De Rocas Verdes De Pastora.....</i>	8
1.1.2 <i>Formación El Callao .....</i>	9
1.1.3 <i>Geología Local De La Mina Choco 10. ....</i>	10
<b>1.2 RUSORO MINING: PROMOTORA MINERA DE GUAYANA .....</b>	<b>15</b>
1.2.1 <i>Reseña De La Empresa: .....</i>	15
1.2.2 <i>Descripción De La Empresa.....</i>	16
1.2.3 <i>Estructura Organizativa De La Empresa.....</i>	17
1.2.4 <i>Visión.....</i>	18
1.2.5 <i>Misión .....</i>	18
1.2.6 <i>Ubicación relativa nacional, regional y local de la empresa .....</i>	18
1.2.7 <b>CADENA DE VALORES .....</b>	<b>20</b>
<b>1.2.7.1 Concesión y permisología.....</b>	<b>21</b>
1.2.7.2 <i>Exploración .....</i>	21
1.2.7.3 <i>Deforestación .....</i>	22
1.2.7.4 <i>Geología de mina .....</i>	22
1.2.7.5 <i>Perforación Grade-Control .....</i>	22
1.2.7.6 <i>Análisis de laboratorio .....</i>	23
1.2.7.7 <i>Diseño de bloques de mineral .....</i>	23
1.2.7.8 <i>Planificación a corto plazo.....</i>	23
1.2.7.9 <i>Operaciones de mina/producción.....</i>	24
1.2.7.10 <i>Producción de planta.....</i>	24
1.2.7.11. <i>Reconciliación continúa.....</i>	26
1.2.7.12. <i>Estéril/escombreras.....</i>	26
1.2.7.13. <i>Reforestación/almacenamiento de capa orgánica.....</i>	26
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO. ....	28
<b>2.1. MINERÍA .....</b>	<b>28</b>
<b>2.2. MINERÍA A CIELO ABIERTO.....</b>	<b>28</b>
<b>2.3. ETAPAS DE UNA MINA .....</b>	<b>28</b>
2.3.1. <i>Prospección.....</i>	28
2.3.2. <i>Exploración.....</i>	28
2.3.3. <i>Desarrollo .....</i>	29
2.3.4. <i>Explotación .....</i>	29
2.3.5. <i>Cierre de mina .....</i>	29
<b>2.4. PLANIFICACIÓN .....</b>	<b>30</b>
2.4.1. <i>Planificación a largo plazo.....</i>	30
2.4.2. <i>Planificación a corto plazo.....</i>	31
2.4.3. <i>Datamine .....</i>	31
<b>2.5. PARÁMETROS DE DISEÑO .....</b>	<b>32</b>
2.5.1. <i>Parámetros Geométricos .....</i>	32

2.5.1.1. Ángulos de talud.....	32
2.5.1.2. Altura de bancos .....	33
2.5.1.3. Ancho mínimo de operación.....	33
2.5.1.4. Ancho de berma .....	33
2.5.1.5. Ancho de vías.....	33
2.5.1.6. Gradiente en vías.....	34
2.5.2. <i>Parámetros económicos</i> .....	34
2.5.2.1. Relación estéril/mena .....	34
2.5.2.2. Relación estéril/mena límite .....	34
2.5.2.3. Tenor de corte .....	34
<b>CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>35</b>
<b>3.1. BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN .....</b>	<b>36</b>
3.1.1. <i>Recopilación y análisis de la información</i> .....	36
3.1.2. <i>Aprendizaje del software Datamine</i> .....	38
<b>3.2. CREACIÓN DE DISEÑOS .....</b>	<b>38</b>
3.2.1. <i>Obtención de la topografía digital de la zona</i> .....	38
<i>y diseño final de la fosa</i> .....	38
3.2.2. <i>Diseño de la secuencia de explotación para 3 meses</i> .....	39
<b>3.3. EVALUACIÓN DE DISEÑOS .....</b>	<b>39</b>
3.3.1. <i>Obtención del modelo de recursos.</i> .....	39
<b>CAPITULO IV: RESULTADOS .....</b>	<b>42</b>
4.1 DISEÑO 1.....	42
4.2. DISEÑO 2.....	48
4.3. COMPARACIÓN DE DISEÑOS.....	53
<b>CAPITULO V: ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>54</b>
5.1. DISEÑO 1.....	54
5.2. DISEÑO 2.....	57
5.3. COMPARACIÓN DE DISEÑOS.....	60
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>62</b>
<b>REFERENCIAS CONSULTADAS.....</b>	<b>63</b>

## **INTRODUCCIÓN**

La empresa Promotora Minera de Guayana se encuentra ubicada en El Callao Estado Bolívar y es la responsable por la extracción del mineral aurífero en las concesiones Choco 4, Choco 10 e Increíble 6

En la concesión Choco 10 se esta realizando la apertura de una nueva fosa denominada Capia la cual mayormente esta compuesta de una capa de suelo determinada “oxido”. La capa de “oxido” presenta una alta meteorización y una reserva importante de mineral aurífero cuya característica principal es un bajo requerimiento de preparación para su concentración.

El propósito de este trabajo es desarrollar secuencias de explotación de la mina Capia para sus primeros 3 meses de trabajo; para ello se tomo en cuenta el “Plan anual de explotación Capia 2010” el cual posee las diferentes variables que van a definir el proceso extractivo durante la vida de la fosa, a su vez, se busca ofrecer puntos de vista diferentes a los planificadores de la empresa Promotora Minera de Guayana acerca de las posibilidades existentes para el desarrollo de la fosa y la evaluación de los planteamientos desarrollados.

## **OBJETIVOS**

### Objetivo General

- Diseñar las secuencias de explotación de 3 meses de la mina Capia perteneciente a Promotora Minera de Guayana (P.M.G. S.A.) ubicada en El Callao Estado Bolívar.

### Objetivos Específicos

- Analizar la información operacional que suministre la empresa
- Diseñar 3 meses de la secuencia de explotación para la mina Capia
- Diseñar una tabla para la evaluación de los diseños creados
- Evaluar los diseños realizados

## **JUSTIFICACIÓN y ALCANCES**

Día a día en el que hacer minero se necesita un norte, una dirección hacia la cual deben desarrollarse las operaciones mineras, por ello y para ello existen los planificadores ya sean a largo o corto plazo los cuales tienen el deber y la obligación de desarrollar objetivos y soluciones para lograr las metas que se han fijado en el tiempo.

Un planificador debe ser capaz de comprender las distintas etapas del proceso de producción y concentración para poder establecer metas que se ajusten a la realidad que vive cada mina y por consiguiente desarrollar estrategias que guíen a los grupos de trabajo a un mejor y mayor aprovechamiento de los recursos minerales en el tiempo.

Por ello en este trabajo se han desarrollado y evaluado opciones para la secuencia de explotación de la mina Capia las cuales le ofrecen a los planificadores de la empresa Promotora Minera de Guayana un punto de vista diferente con las ventajas y desventajas que estas presentan.

A demás, se busca la creación de un manual del software Datamine el cual le va a permitir a los próximos pasantes en el área una más rápida adaptación y dominio de los comandos que el programa ofrece.

## **CAPITULO I: GENERALIDADES**

### **1.1 GEOLOGÍA REGIONAL**

La mayor parte de las rocas son de edad precámbricas existentes en Sudamérica, las cuales forman partes de grandes bloques continentales, separados entre sí por una gran geofractura profunda cuya manifestación cortical es la cuenca de la Amazona. Mendoza (2000) señala que “El macizo o escudo Guayanés está formado por un conjunto de rocas cristalinas antiguas que han experimentado en el transcurso de los tiempos un intenso metamorfismo”.

El complejo de las rocas que forman, las cubiertas sedimentarias que lo cubren, el desgaste producido por la erosión, las transgresiones y regresiones marinas y los movimientos epirogénicos – orgánicos, han contribuido a darle a esta estructura geológica una característica peculiar, no solamente en lo que se refiere a su estructura, de una complejidad, sino también, a lo caótico y pintoresco en cuanto al aspecto morfológico se refiere.

#### **1.1.1 El Cinturón De Rocas Verdes De Pastora.**

El Cinturón de Rocas Verdes de Pastora C.R.V se ha formado durante el Proterozoico Inferior, es muy parecido en estructura, lito-estratigráfica y composición de la meta volcánica y meta sedimentaria a los demás cinturones de rocas verdes del mundo; igualmente hay gran similitud en lo correspondiente a yacimientos de minerales metálicos. La determinación de la edad para las rocas graníticas del Complejo Supamo ha resultado en 2.250-2.100Ma (Gibas y Olszewski, 1982). La definición de la composición química original de las diferentes rocas resulta difícil debido a que sufrieron varios procesos de alteración tales como metamorfismo e hidrotermalismo. La asociación de rocas verdes con granitos del Proterozoico Inferior en Venezuela se extiende sobre un área de 360 Km x 250 Km con un espesor de 1100 mts. En el Sur y Este son cubiertas por las rocas volcánicas de la Provincia Geológica de Cuchivero y las sedimentarias de la Provincia Geológica de Roraima, hacia el



Norte son limitadas por el Complejo Imataca y la Falla de Gurí (Gibas y Olszewski, 1982; Olstott et al., 1989).

### **1.1.2 Formación El Callao**

Es la parte inferior del grupo Carichapo, su localidad tipo está en el río Yuruari, cerca del Callao. Formadas por las lavas volcánicas de grano grueso y fino de tipo andesítico, basáltico. Menéndez estimó su espesor en unos 3000 metros. Está intrusionada de rocas graníticas por el Complejo de Supamo según Korol. Desde el punto de vista económico tiene gran importancia, por estar atravesada por vetas de cuarzo aurífero o de filón que se explotan en la región del Callao.

La unidad consiste casi en su totalidad de metalavas de composición basáltica (Menéndez, 1972); comúnmente exhiben estructuras en almohadillas hasta de 2 m de diámetro, que presentan amígdalas principalmente de Cuarzo que se concentran en el tope de los flujos, además de fracturas radiales rellenas de epidoto y cuarzo; algunas coladas presentan estructura columnar. Las lavas almohadilladas son afaníticas y alternan con coladas no almohadilladas, de grano más grueso y textura subofítica. Brechas de flujo de hasta 40 cm de espesor alternan con las coladas de lava. En la parte superior contiene jaspe y metaftanitas ferruginosas y manganesíferas. La unidad ha sido afectada por metamorfismo regional de bajo grado, facies del esquisto verde, que localmente, en las zonas de contacto con masas graníticas, pasa a facies de la anfibolita. Las lavas y rocas básicas intrusivas asociadas cambian gradualmente a color más oscuro al aproximarse a las masas graníticas del Complejo de Supamo, cambio que es paralelo a un cambio en la mineralogía metamórfica y en la textura. Korol (1965) describió originalmente la unidad como constituida de lavas espilíticas. Menéndez (1994) ilustró la tendencia de cristalización magmática de las rocas volcánicas de las unidades del Grupo Carichapo, donde indicó que las lavas de El Callao son esencialmente toleitas normales con tendencia a toleitas ferruginosas.

El Callao pueden haber sido producto de volcanismo fisural en corteza oceánica con un patrón primario de norte sur a N 10° E, dentro de una primera fase volcánico sedimentaria que dio origen a los cinturones de rocas verdes que se encuentran en la provincia geológica de Pastora. El Súper Grupo Pastora en la región de Guasipati - El Callao se compone del Grupo Carichapo (Formaciones Cicapra, Florinda y El Callao) y de la Formación Yuruari (Menéndez, 1986,1994).

### **1.1.3 Geología Local De La Mina Choco 10.**

El Proyecto Choco 10 está ubicado geológicamente entre una secuencia estratigráfica supra-cristal, de edad Proterozoica inferior a media, con tendencia este-noreste esta se encuentra constituida predominantemente por las Formaciones El Callao y Cicapra; estas últimas interaccionadas por intrusiones de sills gabricos.

Sobre dichas unidades hay intrusiones graníticas, cuarzo – monzoníticas y trondjemíticas del Complejo Supamo, además de sills y diques diabasicos y diques gabricos. La relación estratigráfica entre estas Formaciones no está clara; pueden ser contemporáneas o tal vez Cicapra está un poco más tardía de El Callao. La estratigrafía generalmente aceptada para el Distrito de El Callao, desde la formación más vieja hasta la más joven, o desde la más primitiva hasta la más evolucionada es como lo muestra la tabla 1.

**Tabla 1 Estratigrafía del Distrito El Callao**

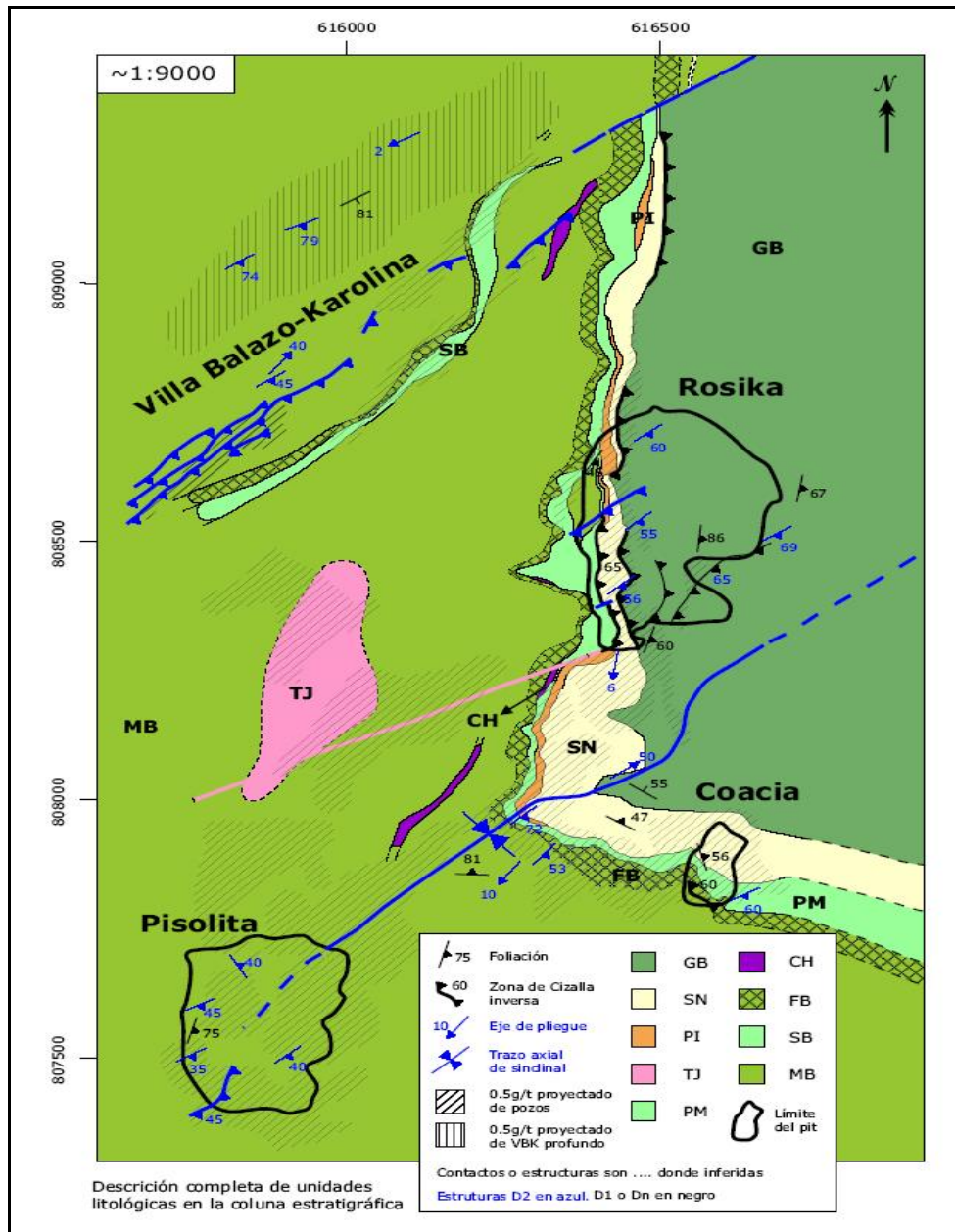
<b>FORMACIÓN EL CALLAO</b>	Flujos y almohadillas basáltico - andesíticos (probablemente toleíticos), tobas, chert, jaspe y anfibolitas de grano fino.
<b>FORMACIÓN CICAPRA</b>	Tobas y brechas metamórficas andesíticas (posiblemente calco-alcalinas) y epiclastitas asociadas, local anfibolitas y chert.
<b>FORMACIÓN YURUARI</b>	Fillitas, esquistos cloríticos y sercíticos, meta-sedimentos feldespáticos, flujos andesíticos – dacíticos, tobas, brechas y chert.
<b>FORMACIÓN CABALLAPE</b>	Greywacke y conglomerados volcánicos, tobas andesíticas y dacíticas y brechas.

Tomado de los archivos de Promotora Minera de Guayana

Sobre dichas unidades hay intrusiones graníticas, cuarzo – monzoníticas y trondjemíticas del Complejo Supamo, además de sills y diques diabásicos y diques gabríticos. Los tipos de roca representativos comprende generalmente vulcanitas (flujos masivos y basaltos almohadillados) maficas toleíticas metamorfoseadas en facies a Prenita – Pumpellita (metamorfismo de grado muy bajo) hasta raramente Esquistos Verde, vulcanitas y vulcanoclastitas (tobas y aglomerados andesíticos y dacíticos) calco-alcalinas de composición intermedia hasta félsica, y sedimentos químicos (*chert*) y epiclasticos (greywacke, limonitas y fillitas).

Esta rocas cajas han sido interaccionadas por intrusiones de diques máficos (diabasa y gabro) y secundariamente félsicos (pórfidos cuarzo-feldespáticos). Unas rocas intrusivas máficas pueden ser contemporánea de las formaciones supra-cristales; otras parecen ser, desde observaciones de campo, de edad claramente más joven. El depósito de Rosika y Coacia está conformado por las unidades litológicas que pertenecen al mismo ambiente geológico, lo que la hace diferente es la alteración y la mineralización la cual ocurren en zonas diferentes. (Ver figura 1)

Figura.1 Ubicación de los depósitos pertenecientes a la Concesión Choco 10



Tomado de los archivos de Promotora Minera de Guayana

El área de Rosika se encuentra ubicado al norte de la concesión Choco 10 y el área de Coacia se ubica al sur de Rosita. Están litológicamente definidas de base a tope por una unidad de flujos basaltos constituidos principalmente por unidades de flujos almohadillados (MB), con brecha, auto-brechas derivadas por rocas basálticas e intercalaciones de rocas volcanoclasticas máficas y basaltos fracturados in situ. Hacia el tope en contacto tectónico se encuentran volcanoclasticas toleiticas generalmente conformadas por conglomerados y brechas caóticas como flujos sin-sedimentario o epiclastico, consecuentes al apilamiento de unidades de flujo basalto, presencia local de arenisca arcósicas de composición basáltica, las cuales pueden representar facies dístales de deposición similar .(Basaltos inter-estratificados en Rosita).

El contacto superior (con el SN) es gradual y los dos tipos de roca ocurren intercalados en la secuencia calco-alcalina Volcanoclasticas calcoalcalino de grano fino a medio de composición andesítico-dacítica. Por último un cuerpo intrusivo de gabro (GB) que cubre la secuencia de Rosita-Coacia, generalmente, de grano grueso en el centro de la unidad intrusiva a grano fino hacia el extremo.

El sector de Pisolita, situado al suroeste de Rosika, se encuentra compuesto por flujos basaltitos toleiticos constituidos principalmente por unidades de flujos almohadillados, brechas hialoclasticas, auto-brechas, tobas intermedias y volcanoclasticas máficas y basaltos almohadillados hacia la base de la unidad.(Ver Figura 1)

Los tipos de roca representativos comprende generalmente vulcanitas (flujos masivos y basaltos almohadillados) máficas toleiticas metamorfoseadas en facies a Prenita – Pumpellita (metamorfismo de grado muy bajo) hasta raramente Esquistos Verde, vulcanitas y vulcanoclastitas (tobas y aglomerados andesíticos y dacíticos) calco-alcalinas de composición intermedia hasta félsica, y sedimentos químicos (chert) y epiclasticos (greywacke, limonitas y fillitas).

Estas rocas cajas han sido interesadas por intrusiones de diques máficos (diabasa y gabro) y secundariamente félsicos (pórpidos cuarzo-feldespáticos). Unas rocas intrusivas máficas pueden ser contemporánea de las formaciones supracristales; otras parecen ser, desde observaciones de campo, de edad claramente más joven.

El depósito de Villa Balazo-Karolina ubicado en la concesión minera de Choco 10 está emplazado en el complejo metamórfico de Rocas Verdes asociado a extensas zonas de deformación frágil-dúctil de rumbo NE buzando 50° a 60° Este, el cual presenta continuidad superior a los 400 metros en profundidad han sido reconocidos mediante sondajes y el sistema de deformación completo tiene continuidad superior a un kilómetro en el rumbo, sistemas individuales mineralizados de deformación tiene continuidades inferiores. La mineralización aurífera está controlada principalmente por alteración Ankerita-Dolomita-Sílice, deformación y contenido de sulfuros. No se reconoce control litológico en la mineralización aurífera en estos sectores aunque algunas desviaciones en los sistemas de deformación se pueden deber a cambios litológicos.

Villa Balazo-Karolina se caracteriza por contener sobre el 82% de los sondajes en rocas basálticas y sobre el 13% en unidades de latosol. En este análisis se separó las unidades de latosol del resto, esta tiene la meteorización sobreimpuesta perdiendo la roca característica litológica y de alteración asociada con la mineralización aurífera. Destacando que todas las unidades litológicas pueden y portan mineralización aurífera.

## **1.2 RUSORO MINING: PROMOTORA MINERA DE GUAYANA**

Rusoro Mining es un productor junior de oro, que opera las minas Choco 10 e Isidora ubicadas cerca de la ciudad El Callao,

### **1.2.1 Reseña De La Empresa:**

Promotora Minera de Guayana P.M.G., es una Sociedad Mercantil constituida en Caracas a los 11 días del mes de mayo de 1988. P.M.G. es arrendataria de la Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G), por las Concesiones mineras “Choco 4 y Choco 10” (las Concesiones), desde el 04 de febrero de 1994.

Las Concesiones, son de la clase primera, prevista en el artículo 174 de la Ley de Minas de 1994, para la exploración y subsiguiente explotación de oro aluvión y veta de Manganeso, Niobio, Tantalio, Molibdeno, Vanadio, Cromo, Níquel, Cobalto, Tungsteno, Oro, Cobre, Cinc, Plata y Estaño. Las concesiones fueron otorgadas por el Ministerio de Energía y Minas (“MEM”) a la C.V.G. en la fecha 10 de mayo de 1993, siendo los respectivos títulos mineros publicados en la Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 4.578 Extraordinario de fecha 18 de mayo de 1993; y registrados por ante la Oficina Subalterna de Registro Público del Distrito Roscio del Estado Bolívar en fecha 15 de abril de 2003 bajo los números 45 y 47, respectivamente, del Protocolo Primero Tomo I, Segundo Trimestre del 2003.

Las Concesiones fueron arrendadas por C.V.G a PMG por un lapso equivalente al de la vigencia de las mismas y de sus posibles prórrogas, mediante documentos autenticados por ante la Notaria Pública Segunda de Puerto Ordaz, Estado Bolívar bajos los números 07 y 09 respectivamente, Tomo 55 de los libros de autenticaciones de esa Notaria. Dichos contratos de arrendamiento fueron registrados por ante la Oficina Subalterna de Registro Público del Distrito Roscio del Estado Bolívar en fecha 15 de abril de 2003 bajo números 44 y 45 respectivamente, del Protocolo Primero, Tomo I, Segundo Trimestre del 2003.

Un levantamiento geológico y geoquímica semi-detallado de suelos que reveló una gran anomalía aurífera ( $Au > 100$  ppb) que se extendía por una superficie de aproximadamente 1.500 m x 1.500 m. PROMIVEN, teniendo como objetivo esta gran anomalía, inició un programa de perforación con AIRCORE y HQ3.

Se realizaron más de 1.200 pozos, principalmente Aircore, con una profundidad vertical promedio de 30 mts. Mediante dichas perforaciones se identificó la presencia de cuatro (4) zonas principales de mineralización en Choco 10, denominadas: Coacia, Pisolita, Rosika Oeste y Rosika Este. El espaciamiento inicial de las perforaciones fue una cuadrícula de 50 m x 50 m de densidad, seguida de perforación con malla reducida de 50 m x 25 m y 25 m x 25 m. Las pruebas de validación en Coacia y Pisolita se hicieron con un espaciamiento de 12,5 m x 12,5 m. En total se hicieron alrededor de 50.000 mts de perforaciones exploratorias.

Cabe destacar, que en la zona de El Callao, Estado Bolívar se ubican varias operaciones minerales a nivel industrial, tanto de extracción como de procesamiento del mineral aurífero. Aparte de aquellas, existen innumerables operaciones pequeñas explotadas por “mineros artesanales”, junto con aproximadamente 30 pequeñas plantas por gravedad. La minería es una actividad históricamente arraigada en esta zona, por lo que las áreas correspondientes a Choco 4 y Choco 10 no escaparon de las invasiones y afectaciones producto de las actividades desarrolladas por los mineros artesanales, que dejan en el área fuertes impactos sobre los recursos: vegetación, suelo, aguas y fauna silvestre. (Ambioconsult, 2003).

### **1.2.2 Descripción De La Empresa**

PMG, en la actualidad realiza actividades de exploración, explotación y procesamiento de oro a través del proyecto “Desarrollo Minero Choco 4 y Choco 10”, conformado por siete superintendencias de apoyo, mencionadas a continuación: Planta de Producción, Reservorio de Aguas, Laguna de Colas, Área de Minas, Escombrera, Infraestructura de Apoyo y Línea de Transmisión. La planta de

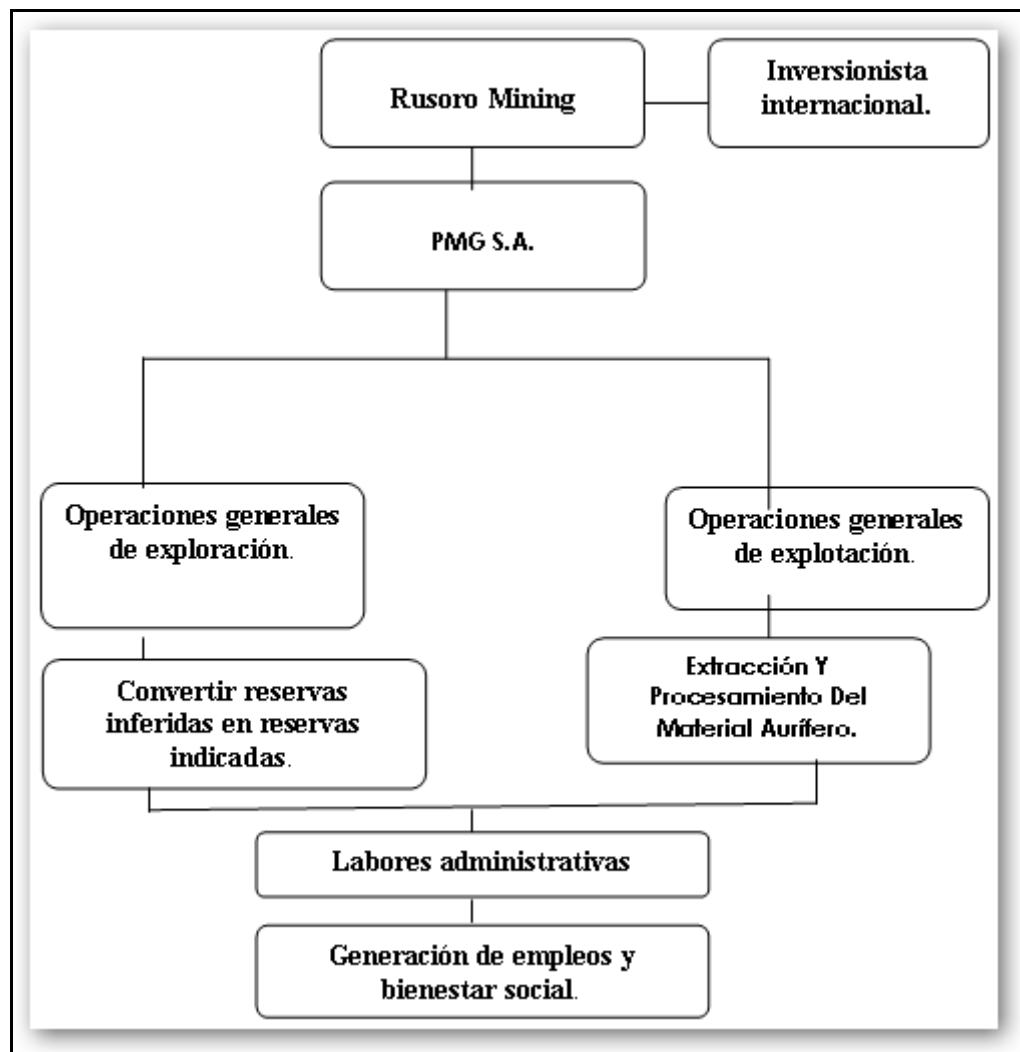


procesamiento tiene una capacidad para procesar 11.000 toneladas/diarias, alimentada con material extraído de las minas Pisolita, Coacia, y Rosika.

El proyecto tiene previsto una vida útil de 9 años con producción 810.000 onzas de oro durante ese periodo. A demás cuenta con un personal calificado y organizado para ejecutar sus actividades.

### 1.2.3 Estructura Organizativa De La Empresa

Figura 2. Organigrama organizativo de la estructura de la empresa Promotora Minera de Guayana



Tomado de los archivos de Promotora Minera de Guayana

#### **1.2.4 Visión**

Ser el líder en la producción de metales preciosos y lograr la diversificación global, a través del desarrollo responsable, sostenible e innovador de bienes de calidad.

#### **1.2.5 Misión**

Rusoro Mining está enfocado en conseguir los mayores retornos para sus inversionistas, contando para ello con empleados motivados quienes se encuentran comprometidos a la optimización de las operaciones existentes y a la persecución y desarrollo agresivos de nuevos depósitos de primera clase mundial. Esto incluye promover las relaciones de beneficio mutuo y la aplicación de las mejores prácticas de tecnología

#### **1.2.6 Ubicación relativa nacional, regional y local de la empresa**

“El Desarrollo Minero Choco 4 y Choco 10”, está localizado en la zona suroeste de Venezuela (ver Figura 3) en la jurisdicción del municipio El Callao, Estado Bolívar, aproximadamente a 200km de Ciudad Guayana. El área se ubica dentro del los linderos del Lote Boscoso San Pedro (LBSP), Área Boscosa Bajo Protección El Choco (ABBPEC), y Área de Régimen Ordinario (ARO).

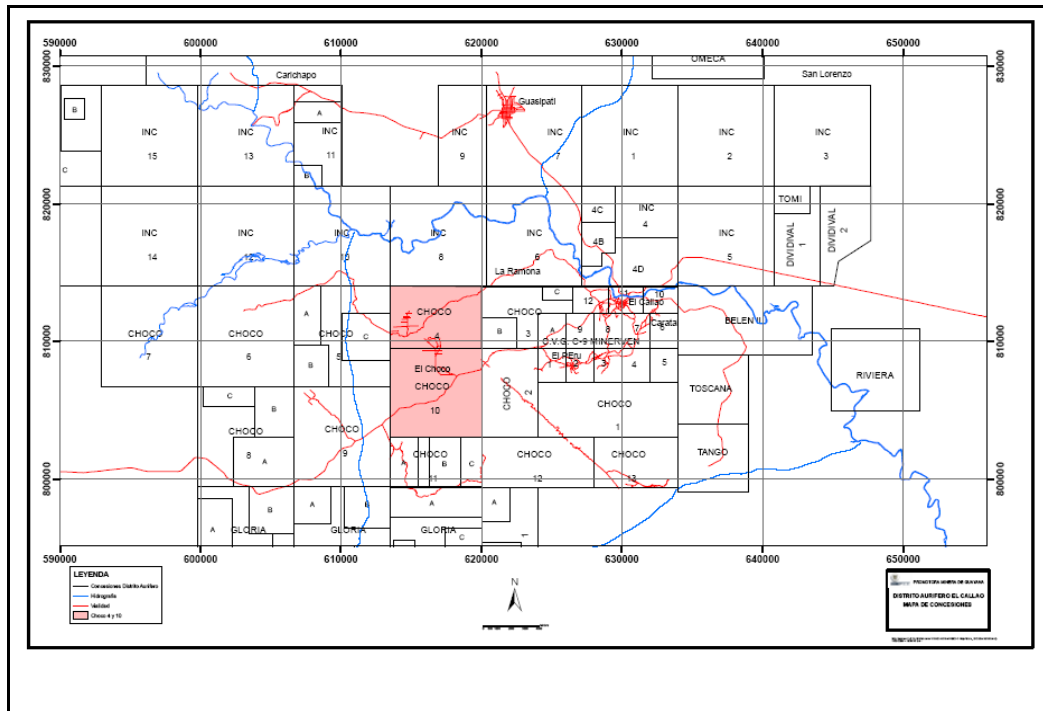
En la Tabla N° 2 se presenta la ubicación relativa nacional, regional y local del proyecto según las coordenadas UTM Huso 19 – Datum La Canoa de los vértices del área de ocupación de las parcelas Choco 4 y Choco 10. (Fuente Carolina Lorielis)

**Tabla 2- Coordenadas UTM de los Vértices del Área de Ubicación de las Parcelas Choco 4 y Choco 10 (Fuente: PMG, 2003)**

Choco 10			Choco 4		
	Coordenadas UTM			Coordenadas UTM	
	Norte	Este		Norte	Este
C 11	809.492,430	613.464,616	C 4	814.017,118	613.464,616
C 10	809.492,430	620.002,076	C 5	814.017,118	620.002,076
C 17	802.992,430	620.002,076	C 10	809.517,118	620.002,070
C 16	802.992,430	613.464,616	C 11	809.517,118	613.464,616

Tomado de los archivos de Promotora Minera de Guayana

**Figura 3. Ubicación Geográfica de la empresa Promotora Minera de Guayana**



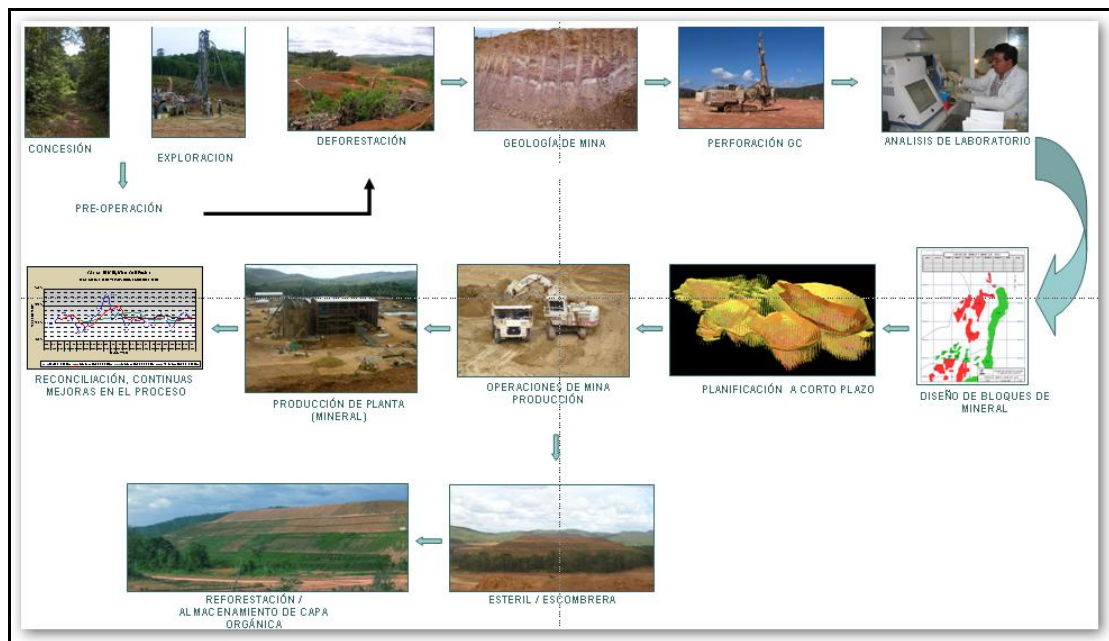
Tomado de los archivos de Promotora Minera de Guayana

Las concesiones mineras Choco 4 y Choco 10 abarcan una superficie total de 7.191,206 ha divididas en 2.941,85 ha correspondiente a Choco 4 representando un 40,91 % y 59,09 % para choco 10 equivalente a 4.249,3490 ha.

### 1.2.7 CADENA DE VALORES

La cadena de valores es la estructura de trabajo que sigue la empresa P.M.G. para realizar el proceso de extracción el cual se ve en la figura 4. La cadena de valores se realiza de forma continua y en el orden determinado.

**Figura 4. Cadena de Valores**



Tomado de los archivos de Promotora Minera de Guayana

Aunque en la cadena de valores no aparezca reflejada la actividad de la topografía, la topografía tiene un papel de gran importancia ya que es parte de la mayoría de las etapas de la cadena de valores, siendo la encargada de materializar todos los diseños y de digitalizar las distintas superficies existentes y modificadas.

Este proceso se realiza mediante el uso de puntos de control bien definidos en la periferia de la mina y un equipo topográfico basado en la tecnología GPS. La base del equipo TOPCON se coloca en el punto control y con un dispositivo móvil en el cual se precarga la información a delimitar en la superficie se realiza la búsqueda y marca de los puntos indicados. El sistema también es capaz de captar la información necesaria para realizar un levantamiento topográfico tomando información relativa en ángulos, distancia y diferencia de altura en relación al punto de control; esta información es depositada en un software del equipo y el mismo genera una imagen de la zona levantada topográficamente.

#### **1.2.7.1 Concesión y permisología**

Es el grupo de personas encargadas en tramitar los diferentes documentos necesarios para la obtención y mantenimiento de las concesiones y permisos de explotación. A demás de encargarse de mantener las concesiones, tramitan todos los permisos necesarios (permisos de explotación, sanitarios, almacenamiento y uso de explosivos, almacenamiento y uso de químicos, entre otros) para que el proceso de exploración, extracción y procesamiento se mantenga activo.

Rigiéndose según la ley de minas de 1999, se encargan de realizar el pago de impuestos por arrendamiento, explotación y de generar los diferentes informes a entregar en los entes gubernamentales.

#### **1.2.7.2 Exploración**

El proceso de exploración se encarga de la búsqueda, definición y modelamiento de los recursos minerales en las concesiones pertenecientes a la empresa.

La búsqueda de recursos se realiza mediante análisis aeromagnéticos con el fin de encontrar las anomalías presentes. Una vez ubicadas las anomalías se procede a la realización análisis geoquímicos y de perforaciones que pueden ser tanto

diamantinas como de aire reverso. Las perforaciones se realizan inicialmente con una malla de 100x100 con profundidades de hasta 600 metros para luego realizar mayas en las zonas de interés de 50x50 y de 25x25.

El departamento de exploración es el encargado de realizar el modelo de recursos en base al cual trabaja la planificación a largo plazo.

### **1.2.7.3 Deforestación**

La deforestación se realiza una vez el departamento de planificación haya definido las zonas a utilizar y se realiza mediante el contrato de cooperativas.

El proceso de deforestación debe tomar en cuenta las maderas aprovechables que se encuentren en el bosque, por ello se miden los árboles y todos aquellos cuyo diámetro sea mayor a 25cm se deben tumbar, rolear y almacenar para que luego el Ministerio de Ambiente disponga de de la madera. El resto del bosque y los primeros 25cm de suelos son removidos mediante tractores para ser depositados en patios de almacenamiento para su futura reutilización

### **1.2.7.4 Geología de mina**

Con el fin de agregar un mayor detalle a los modelos de reservas, el departamento de geología de mina se encarga de dirigir la recolección de muestras a través del método Grade-Control (Control de Tenores) y digitalizar los bloques minerales con la herramienta Datamine.

### **1.2.7.5 Perforación Grade-Control**

El Grade-Control o control de tenores busca diferenciar eficientemente el mineral que se encuentra sobre la ley de corte y aquellas que se encuentre por debajo o sea estéril.

El Grade-Control se lleva a cabo mediante perforaciones con un equipo rotopercutor de martillo en cabeza el cual impulsa aire en reversa para facilitar la toma de muestra. Cada metro se obtiene una muestra la cual se cuartea para obtener una porción de aproximadamente 2kg la cual es enviada al laboratorio para realizar los análisis que luego se describirán; de cada muestra el geólogo encargado debe realizar un estudio mineralógico donde se describa las diferentes características que presente la muestra, entre ellas el estado de alteración (meteorización), contenido de pirita, contenido de cuarzo y minerales constituyentes.

#### **1.2.7.6 Análisis de laboratorio**

Las muestras tomadas en el proceso de Grade-Control son analizadas mediante ensayos pirometalúrgicos para determinar su contenido en oro (tenor) y para las muestras que muestran un alto tenor, se realizan ensayos gravimétricos para detallar un poco más la información acerca de la roca o mineral contenedor.

#### **1.2.7.7 Diseño de bloques de mineral**

Una vez recopilada la información proveniente de cada perforación y de los análisis realizados en el laboratorio, se procede a la creación de un archivo de pozos con el cual se procede a realizar la interpretación geológica de las estructuras y cuerpos mineralizados para definir la forma y los límites de los mismos, los cuales se representan en un modelo en 3D. Los sólidos obtenidos se rellenan utilizando un modelo de bloques, a partir del cual se diseñan los bloques minerales; con el proceso Grade-Control se mejora la predicción del tonelaje y de los tenores a excavar lo cual facilita y mejora la planificación.

#### **1.2.7.8 Planificación a corto plazo**

La planificación a corto plazo es la encargada de diseñar las secuencias de explotación en las distintas fosas de la mina con el objetivo de alimentar a planta o almacenar en patios un tonelaje de mineral con un tenor determinado. Para ello trabajan con el modelo de recurso desarrollado en la etapa anterior y el software

Datamine para generar los diseños que deberán seguir las distintas operaciones de minas para cumplir las metas exigidas.

#### **1.2.7.9 Operaciones de mina/producción**

El departamento de operaciones de minas es el encargado de distribuir los equipos en los distintos frentes de la mina buscando el mejor y mayor uso de la disponibilidad física de los equipos.

Las operaciones de mina se pueden separar en dos grupos con objetivos bien definidos.

*Producción:* es el grupo encargado del desarrollo de la mina mediante la continua extracción de estéril y mena. El grupo de producción comprende las actividades de carga, acarreo, perforación y voladura.

Las actividades de carga se realizan con palas frontales y retroexcavadoras; el proceso de acarreo mediante Torontos y Rockeros; la perforación con perforadoras rotopercutoras con martillo en cabeza y la voladura con carga a granel.

*Auxiliares:* es el grupo encargado de mantener la continuidad de la producción manteniendo en buen estado las vías, drenajes, canales, señalizaciones entre otras cosas en la mina.

Las actividades auxiliares se realizan con un conjunto de equipos entre los cuales se pueden citar patroles, tractores, pala frontales entre otros.

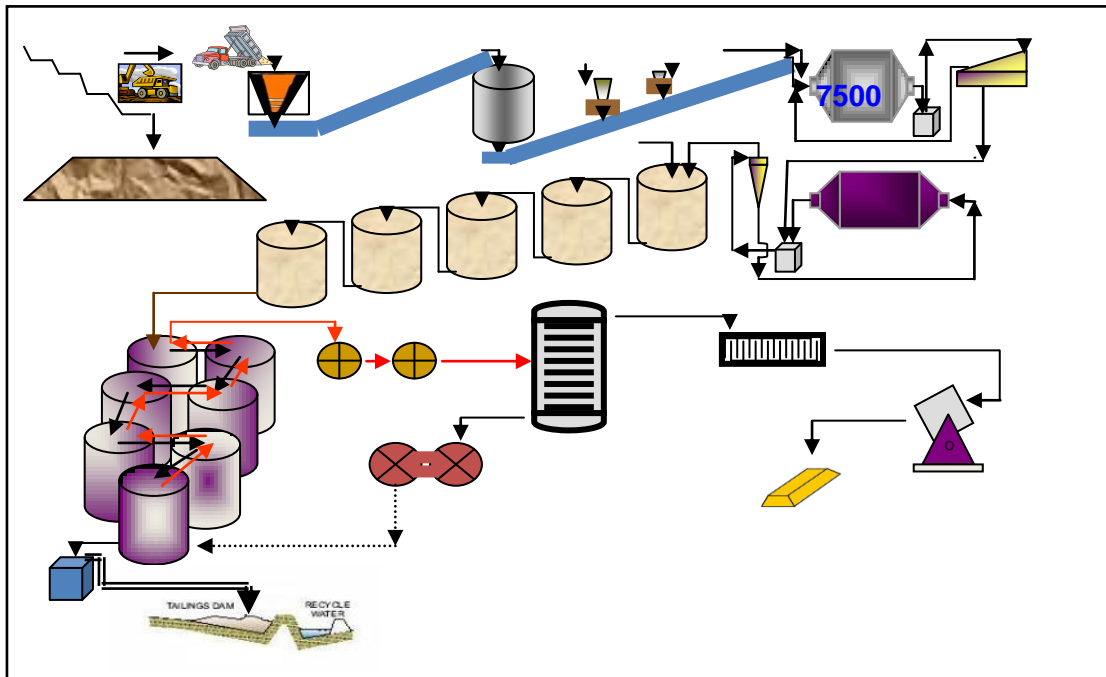
#### **1.2.7.10 Producción de planta**

En la planta de concentración de la empresa Promotora Minera de Guayana, se realiza un proceso de carbón activado con carbón en pulpa para realizar la recuperación del oro a partir del mineral.



Para realizar la concentración se utiliza un proceso de conminución que implica una trituradora de mandíbula y dos molinos (un molino de bolas y uno semiautógeno con bolas) en los cuales comienza la adición del cianuro necesario para el proceso de lixiviación.

Figura 5. Esquema del Proceso de planta



Tomado de los archivos de Promotora Minera de Guayana

El proceso de lixiviación se realiza en 6 tanques en los cuales la pulpa se encuentra en constante movimiento y adición de oxígeno para acelerar dicho proceso; luego la pulpa pasa a 7 tanques donde entra en contacto con el carbón. El carbón es el encargado de recolectar las partículas de oro disueltas en la pulpa para luego ser lavado en un medio ácido; el líquido resultante del lavado es expuesto a unas celdas electrolíticas donde se realiza la concentración final antes de pasar al proceso de fundición.

El proceso de planta se encuentra monitoreado mediante un sistema de muestreo de los distintos pasos que en esta se realiza; las muestras son analizadas en un laboratorio interno de planta para realizar un control de calidad de cada actividad que se realiza.

#### **1.2.7.11. Reconciliación continúa.**

La practica del proceso de reconciliación, permite controlar la calidad de la información en los diferentes niveles y etapas del proceso productivo, examinando desde el modelo de recurso a mina, de mina a planta, de fundición o refinería hasta las ventas finales.

El proceso de reconciliación permite medir el rendimiento de cada etapa o ciclo mostrando que áreas necesitan mejoras y permite la evaluación de cada optimización realizada, la continua data generada aumenta la precisión de los pronósticos realizados al momento de plantear los objetivos y los alcances en el tiempo.

#### **1.2.7.12. Estéril/escombreras**

Todo mineral que no cumple con el tenor de corte es enviado para las escombreras en las cuales se dispone del mismo tratando de conformar una pila que simule la forma de una montaña. Las escombreras siguen distintos diseños de construcción basados en el mejor aprovechamiento del espacio, la calidad del suelo sobre la cual se va a depositar el material y el ángulo de reposo del mismo.

En la empresa se pueden observar escombreras con un ángulo de reposo de 60° con vías de inclinación de 8° y 10 a 30 metros de ancho (según sea el equipo de carga que va a transitar en ellas) creadas bajo el método de vertido interno para ser luego vaciado por los taludes con un tractor.

#### **1.2.7.13. Reforestación/almacenamiento de capa orgánica**

La reforestación se realiza en base a planes quinquenales que buscan una recuperación anual próxima a 10 hectáreas de diversas zonas de la mina.

La empresa posee un vivero en el cual se cultivan especies autóctonas de rápida adaptación a los medios en cuales van a ser expuestas. Entre esas especies tenemos el Cartan, el Araguaney, el Caru Caru, la Ceiba, el Samán y la Lucadema entre otros (las especies nombradas tienen la características de nutrir la capa orgánica con elementos nitrados que enriquecen y dan la características de suelo.

La reforestación comienza con un reacondicionamiento de la zona a recuperar para luego colocar la carpa orgánica y plantar las especies cultivadas en el vivero, tres meses después se desarrolla un análisis de supervivencias para evaluar las plantaciones realizadas anteriormente y realizar, en caso de que sea necesario, una replantación de las especies; la reforestación culmina con una serie de tratamientos silvoculturales que garanticen el crecimiento de la flora dentro de las áreas a recuperar.

El almacenamiento de la capa orgánica se realiza en las zonas de fácil acceso previamente estudiadas y demostrada la ausencia de mineral aprovechable con una topografía adecuada y próxima a la futura zona de recolocación

## **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.**

### **2.1. MINERÍA**

La minería es el arte y la ciencia de la obtención de forma selectiva de minerales y de otros materiales que se encuentren en de la corteza terrestre con el fin de obtener un beneficio ya sea social o económico tratando de minimizar el daño al medio ambiente.

### **2.2. MINERÍA A CIELO ABIERTO**

La minería a cielo abierto es aquella que realiza un corte en la superficie de la corteza terrestre con el propósito de extraer una mena que se encuentre a poca profundidad, esta asociada a grandes movimientos de estéril. El objetivo en cualquier operación de minado es explotar el mineral al menor costo posible buscando maximizar los beneficios lo cual se logra con el uso de grandes maquinarias y la aplicación de métodos de alta recuperación.

### **2.3. ETAPAS DE UNA MINA**

La secuencia general de las actividades envueltas en la minería pueden agruparse en correspondencia con las cinco (5) etapas en la vida de una mina: prospección, exploración, desarrollo, explotación y cierre de mina.

#### **2.3.1. Prospección**

Es la actividad precursora de la minería en la cual se realiza la búsqueda del yacimiento mediante diversos métodos ya sean por apreciación geológica, métodos geofísicos o geoquímicos.

#### **2.3.2. Exploración**

Durante la exploración se detallan los cuerpos minerales tanto en su morfología, mineralogía, geomecánica y química con el fin de realizar un informe de factibilidad donde se encuentren reflejadas la calidad de la mena (tenor), cantidad de

mena (tonelaje) y la evaluación del proceso extractivo clasificándolo en beneficioso o contraproducente. La exploración no se realiza únicamente al comienzo del proceso de extracción ya que incluso durante esta actividad debe continuar la exploración con el fin de ubicar nuevas reservas minerales para ser estudiadas.

### **2.3.3. Desarrollo**

La etapa de desarrollo se refiere a los trabajos de apertura del depósito, la preparación y accesos al mismo, a los fines de crear las condiciones que permitan la explotación propiamente tal; entre ellos se pueden mencionar la apertura de vías, construcción de infraestructuras, compra de equipos de carga y acarreo, construcción de planta de procesamiento (cuando es necesaria), búsqueda de personal, etc.

### **2.3.4. Explotación**

La explotación se refiere a las actividades de extracción del mineral haciendo énfasis en la producción propiamente. Los métodos de minería seleccionados para la explotación son escogidos principalmente por las características de los depósitos minerales y los límites impuestos por la seguridad, tecnología, ambiente y factores económicos. Las condiciones geológicas, tales como profundidad y forma, resistencia del mineral y de la roca encajadora, juegan un papel fundamental en la selección del método.

### **2.3.5. Cierre de mina**

La legislación moderna impone como actividades finales de la explotación minera diversas labores de cierre de minas a fin de recuperar ambientalmente los terrenos intervenidos, para otorgarle el mismo o mayor valor que el original, y permitir nuevos usos del espacio esto es debido a la creciente preocupación por los problemas ambientales, en relación con la afectación de los recursos naturales renovables, y las tendencias mundiales de crecimiento exponencial de materias primas, que tienden al agotamiento de recursos naturales no renovables.

De modo que en definitiva, los proyectos mineros no solo deben asegurar la viabilidad técnica y económica, sino de manera muy importante también deben asegurar su viabilidad ambiental en el sentido de garantizar su sustentabilidad ambiental.

## **2.4. PLANIFICACIÓN**

La planificación es la actividad encargada de realizar los estudios, proyectos y diseños que instrumentalizan la concepción estratégica de la explotación y desarrollo de la mina en planes y programas de largo, y corto plazo en función del mejor aprovechamiento de las reservas minerales, optimizando la relación mena/escombro, tenores de corte, mezclas de producción etc. basándose en la evaluación de los yacimientos, de acuerdo a la información de sondeos exploratorios e interpretación geo-estructural, morfológica y litológica del mismo; y en el diseño de los límites finales de excavación (Pit Limit), según ángulos de talud estables al tipo de material proyectado y las relaciones mena/escombro de equilibrio económico.

### **2.4.1. Planificación a largo plazo**

La planificación a largo plazo es la encargada de realizar la evaluación detallada de las reservas para con ello desarrollar los límites de la fosa más óptima según los parámetros geológicos (tenores, tonelajes, estructuras y litologías presentes) y geotécnicos de la zona, fijando así los objetivos y ritmo a seguir durante el proceso de extracción.

Los planes a largo plazo usualmente cambian a través del tiempo según sean los cambios de las condiciones económicas, mayor conocimiento del depósito mineral y de adelantos tecnológicos, por consiguiente, los planes de explotación a largo plazo deben ser actualizados regularmente para mantener la vigencia de los objetivos.

### **2.4.2. Planificación a corto plazo**

Una vez que el plan de largo plazo ha sido establecido es necesario desarrollar una serie de planes a corto plazo. Estos planes definen los pasos intermedios requeridos para alcanzar los límites finales de excavación (secuencias de explotación), bajo las restricciones físicas, operativas y legales vigentes.

La secuencia de explotación debe ser analizada tomando en cuenta no solo la variación de tenores del mineral, sino también la variación de la disponibilidad de reservas, rutas de acarreo, capacidad de equipos, etc.

De modo entonces que la secuencia de minería debe reflejar las metas corporativas, por ejemplo, el mayor valor presente de los beneficios futuros y el deseo general de recuperar los gastos de capital rápidamente son argumentos a favor de una secuencia de explotación con los mejores tenores al comienzo, a fin de maximizar los beneficios iniciales.

### **2.4.3. Datamine**

Datamine es una herramienta informática la cual permite el manejo de la captura y análisis de la información, exploración, geología, geoquímica, mecánica de rocas, topografía, modelamiento geológico, diseño de mina a Cielo Abierto y Subterráneas, planeamiento minero, y áreas relacionadas a los estudios ambientales. Datamine es un software aplicable en todas las áreas del quehacer minero, el cual permite obtener excelente desempeño en la industria minera.

Datamine se basa en el uso de líneas (strings), sólidos (wireframes) y modelos de reservas en conjunto de diferentes vistas 2D y 3D para desarrollar los diferentes diseños y evaluaciones propios del área de planificación.

## **2.5. PARÁMETROS DE DISEÑO**

Distintos factores influyen en mayor o menor medida en la decisión del diseño de la fosa bajo un criterio económico, en efecto, el criterio económico subyacente en el diseño de fosa debe ser establecido en función de los objetivos estratégicos de la empresa que aborda el proyecto minero.

Comúnmente el objetivo es maximizar el “valor presente” del flujo de fondos estimados a lo largo de la vida de la mina (óptimo económico), pero más frecuentemente, como un modo de simplificar el procedimiento de diseño, se acostumbra a maximizar el “valor neto total” asumiendo una tasa de interés cero (óptimo técnico).

Del punto de vista físico, el diseño de fosa tiene el propósito de minimizar la remoción de estéril, esto es, lograr la mayor recuperación de reservas con el menor gasto en excavación de estéril, de modo que se trata de establecer el mayor talud posible que asegure la viabilidad técnica y ambiental del proyecto.

Así entonces, el diseño de los límites finales de excavación (pit limits) requiere determinar, en base a todos los factores que intervienen, los siguientes parámetros económicos y geométricos.

### **2.5.1. Parámetros Geométricos**

#### **2.5.1.1. Ángulos de talud**

El talud final o fosa final es el plano inclinado que forma por la sucesión de caras verticales de los bancos y de las bermas respectivas siendo usualmente de 45 a 58 grados con respecto a la horizontal y depende directamente de la calidad de la roca que lo conforma. El ángulo de talud es uno de los principales parámetros que afectan al diseño de la fosa, puesto que el influye en la cantidad de escombros que debe ser removido para extraer la mena.



#### **2.5.1.2. Altura de bancos**

La altura de bancos es la distancia vertical entre niveles consecutivos de explotación. Todos los bancos deben ser de la misma altura, a menos que las condiciones geológicas recomienden hacer excepciones, con el objeto de mantener las condiciones estándar de la operación, diseñadas para el máximo rendimiento de los equipos.

La altura de los bancos depende de las características físicas del depósito, el grado de selectividad requerido para separar el mineral del estéril con los equipos de carga, la tasa de producción, el tamaño y tipo de los equipos, y de las condiciones climáticas entre otros factores.

#### **2.5.1.3. Ancho mínimo de operación.**

El ancho mínimo de operación depende directamente de los equipos que se estén utilizando y debe garantizar el espacio suficiente para que los diversos equipos transiten y maniobren con comodidad incluyendo las distancias que se establecen por procedimientos operativos de seguridad.

#### **2.5.1.4. Ancho de berma**

El ancho de berma es la distancia horizontal que existe entre un pie de talud y una cresta de talud y esta determinado según los parámetros geomecánicos en función de mantener la estabilidad de la fosa final.

#### **2.5.1.5. Ancho de vías.**

El ancho de las vías debe ser el suficiente para que el tránsito de equipos y camiones sea seguro, el mismo debe poseer una zanja ubicada del lado cercano a la pared de la fosa para canalizar las aguas, cunetas para contener los vehículos en caso de emergencia, en caso de que sea doble vía debe existir una distancia de seguridad de separación entre los vehículos y una berma de seguridad en caso de que ocurra algún incidente geomecánico

#### **2.5.1.6. Gradiente en vías.**

El gradiente de una vía viene expresado en porcentajes y en su concepto más básico este define cuantos metros va a cambiar la cota de un camino por cada 100 metros que se recorran en la horizontal.

### **2.5.2. Parámetros económicos**

#### **2.5.2.1. Relación estéril/mena**

La relación estéril/mena es un valor que relaciona las toneladas de estéril a retirar para poder extraer una tonelada de mineral.

#### **2.5.2.2. Relación estéril/mena límite**

La relación estéril/mena límite es aquella que define la cantidad de escombros a extraer que implique un costo igual al beneficio directo que aportará la mena por recuperar

#### **2.5.2.3. Tenor de corte**

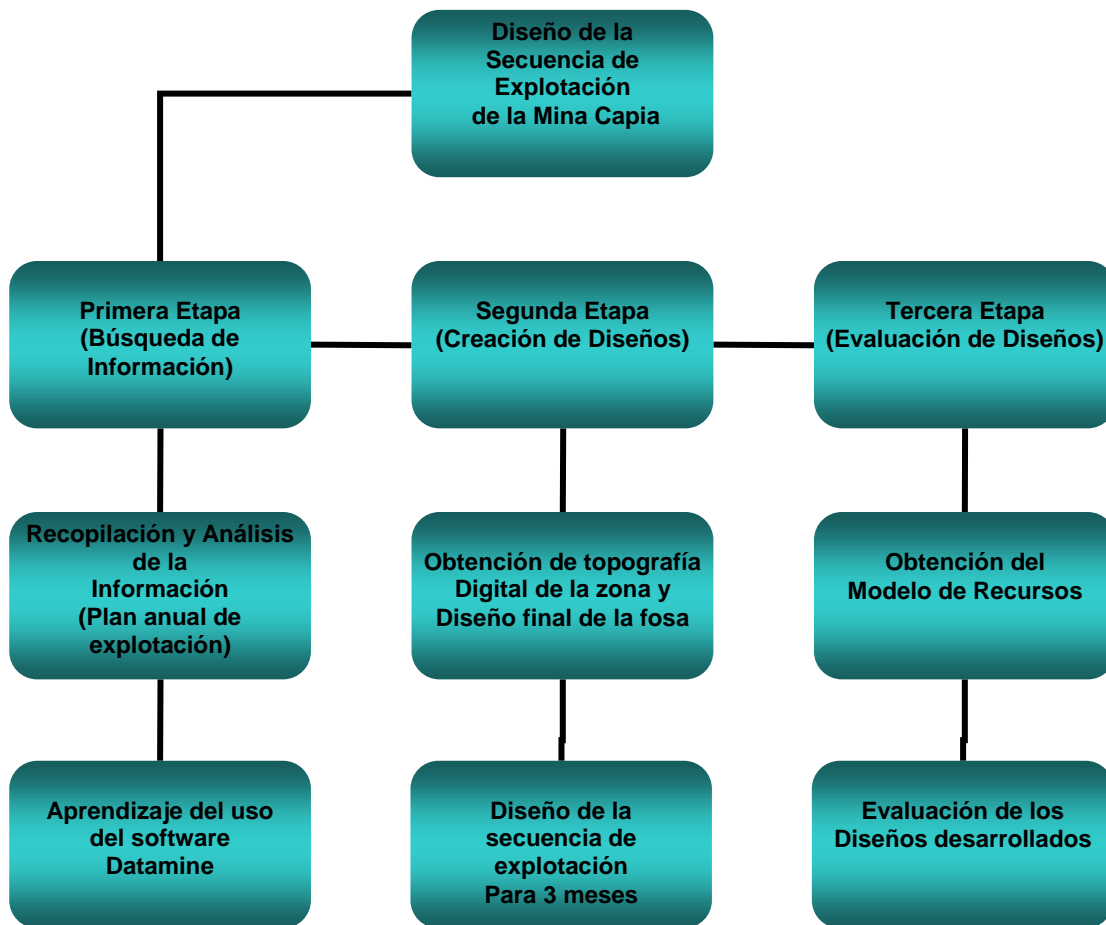
El tenor límite de corte es aquel donde el beneficio es igual al costo de extracción de la mena. En términos más generales, se puede definir como el tenor mínimo de explotación, como criterio de selección, que permite maximizar el beneficio económico del proyecto minero.

Generalmente, se delimita el yacimiento en función del tenor de corte que se haya determinado como el criterio que define la mena y estéril, en base a si el tenor estimado para cada unidad básica de evaluación esté sobre o bajo el tenor de corte respectivamente. Después, sobre el cuerpo así delimitado, independientemente de la distribución espacial de los tenores locales estimados, se aplica el método de diseño geométrico de la fosa tomando en cuenta solamente la relación de remoción de estéril establecida.

### CAPITULO III: Marco Metodológico.

Para el desarrollo y evaluación de los diseños de la secuencia de extracción de la mina Capia perteneciente a la empresa Promotora Minera de Guayana, se desarrollo una investigación de tipo documental ya que la recolección de datos necesarios se realizo a través de documentos suministrados por el departamento de planificación de la empresa; a demás, se siguió el siguiente esquema de trabajo:

Figura 6. Esquema de trabajo de Pasantía



Elaboración Propia

### **3.1. BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN**

#### **3.1.1. Recopilación y análisis de la información**

La información fue obtenida a través del tutor industrial Hildemaro Méndez el cual facilito el “Plan anual de explotación Capia 2010” donde se encuentra la descripción a detalle de las propiedades geomecánicas de la fosa y los parámetros de diseño que se deben seguir a través de cada geología presente.

La fosa se encuentra definida en 2 zonas geológicas en las cuales se observan diferentes criterios de diseño y de extracción.

*Zona de Oxido:* es la capa más superficial del yacimiento la cual presenta una alta meteorización; para esta sección se utilizaron los siguientes parámetros de diseño:

Tenor de Corte:  $0,75 \frac{g}{ton}$  y con ello se definieron los intervalos de baja, media y alta ley. Los intervalos son los siguientes:

- $0,75$  a  $0,9 \frac{g}{ton}$  Mineral de baja ley
- $0,9$  a  $1,0 \frac{g}{ton}$  Mineral de ley media
- Mayor a  $1,0 \frac{g}{ton}$  Mineral de alta ley

Diseño de banco: los bancos son creados cada 10 metros con un ángulo de talud de  $60^\circ$  con respecto a la horizontal; las bermas deben ser de 6 metros de ancho. En las zonas de mineralización irregular se utilizarán bancos de 2,5 metros de altura a fin de minimizar la dilución. Para el caso de estéril se puede avanzar también en bancos de 5 metros.

Diseño de rampas: las rampas deben poseer una pendiente de 10% con un ancho de 20 metros para la rampa final y de 10 metros para rampas temporales.

*Zona de Roca:* la zona de roca posee dos partes claramente identificables según su meteorización; la parte con una meteorización media se le denomina

transición y la roca que no presenta meteorización alguna es llamada roca fresca. Aunque posea esta diferenciación la zona de roca posee unos parámetros de diseño únicos para las rampas y los bancos de todo el conjunto. A continuación los parámetros de diseño

Tenor de Corte:

Transición:

- 0,78 a 0,9  $\frac{g}{ton}$  Mineral de baja ley
- 0,9 a 1,0  $\frac{g}{ton}$  Mineral de ley media
- Mayor a 1,0  $\frac{g}{ton}$  Mineral de alta ley

Roca Fresca:

- 0,92 a 1,1  $\frac{g}{ton}$  Mineral de baja ley
- 1,1 a 1,2  $\frac{g}{ton}$  Mineral de ley media
- Mayor a 1,2  $\frac{g}{ton}$  Mineral de alta ley

Diseño de banco: los bancos son creados cada 20 metros con un ángulo de talud de 70° con respecto a la horizontal; las bermas deben ser de 8 metros de ancho.

Diseño de rampas: las rampas deben poseer una pendiente de 10% con un ancho de rampas de 20 metros reduciéndose en los últimos bancos a 14 metros de ancho

Para el desarrollo de la fosa se contempla el uso de dos retroexcavadoras con una capacidad de balde de 6 m<sup>3</sup> y una flota de 20 camiones Toronto para cumplir con un requerimiento mensual de 200.000 m<sup>3</sup>.

Los parámetros de producción a utilizar en los diseños a realizar serán los presentes en el “Plan anual de explotación Capia 2010”. Hasta el momento no se han definido los equipos que trabajarán en la fosa Capia y por ello no se conocen los datos de productividad real que estos equipos manejan.

El hecho de trabajar con los datos de productividad teórica, limita el trabajo ya que el mismo mostrará resultados teóricos que no se aproximen a la realidad de la empresa.

### **3.1.2. Aprendizaje del software Datamine**

El aprendizaje se realizó durante 3 días donde el uso constante del software permitió la adaptación visual y conceptual del mismo. Durante este tiempo se estuvo en constante creación y modificación de strings (líneas) y wireframes (sólidos) para desarrollar agilidad en el programa, además, se utilizaron las herramientas de proyección (en el espacio o en un sólido) y de creación de vías.

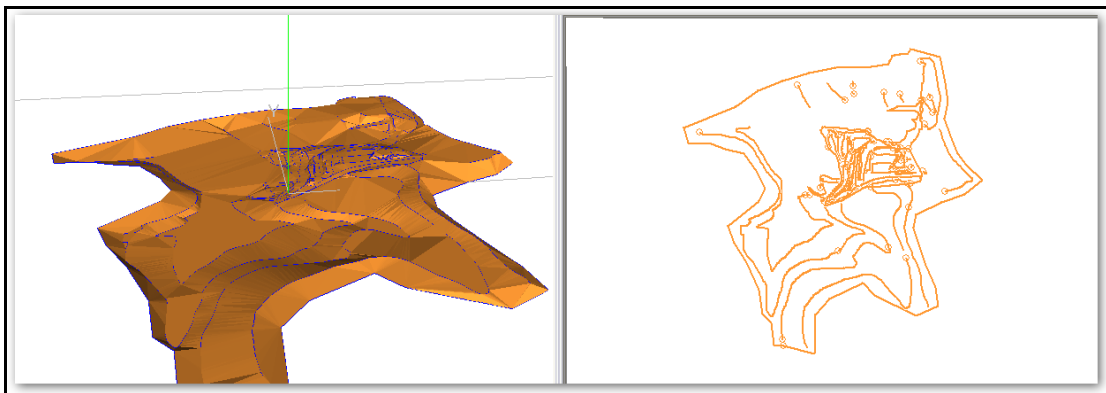
Para ello se contó con las líneas de la fosa que se iba a utilizar y de topografías de diferentes áreas de la mina.

## **3.2. CREACIÓN DE DISEÑOS**

### **3.2.1. Obtención de la topografía digital de la zona y diseño final de la fosa**

La topografía fue otorgada por el tutor industrial Hildemaro Méndez y la misma consta de una extensión de 215.790,8 m<sup>2</sup> en la cual se observa un valle que posee cotas entre 194,35 y 222,74 metros sobre el nivel del mar.

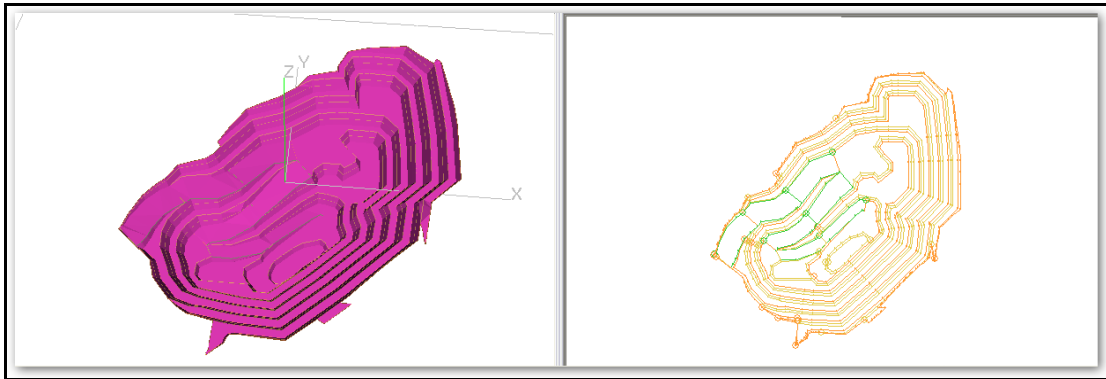
**Figura 7. Vista topográfica en Datamine. Derecha strings, izquierda wireframe**



Elaboración Propia

De igual forma se obtuvo el diseño final que debe poseer la fosa. La fosa se encuentra en la parte noreste de la topografía y posee un área de 38.676,03 m<sup>2</sup> con cotas que van desde 155 a 225 metros sobre el nivel del mar.

**Figura 8. Vista del la fosa final en Datamine. Derecha strings, izquierda wireframe**



Elaboración Propia

### **3.2.2. Diseño de la secuencia de explotación para 3 meses**

Utilizando las habilidades desarrolladas en conjunto con la información propiciada, se realizó el diseño de 3 meses de explotación para la mina Capia. El desarrollo de dichos diseños se realizó en el intervalo de 5 días en los cuales se utilizaron a fondo las diversas herramientas que ofrece el software Datamine en su módulo de Open Pit (Cielo Abierto).

## **3.3. EVALUACIÓN DE DISEÑOS**

### **3.3.1. Obtención del modelo de recursos.**

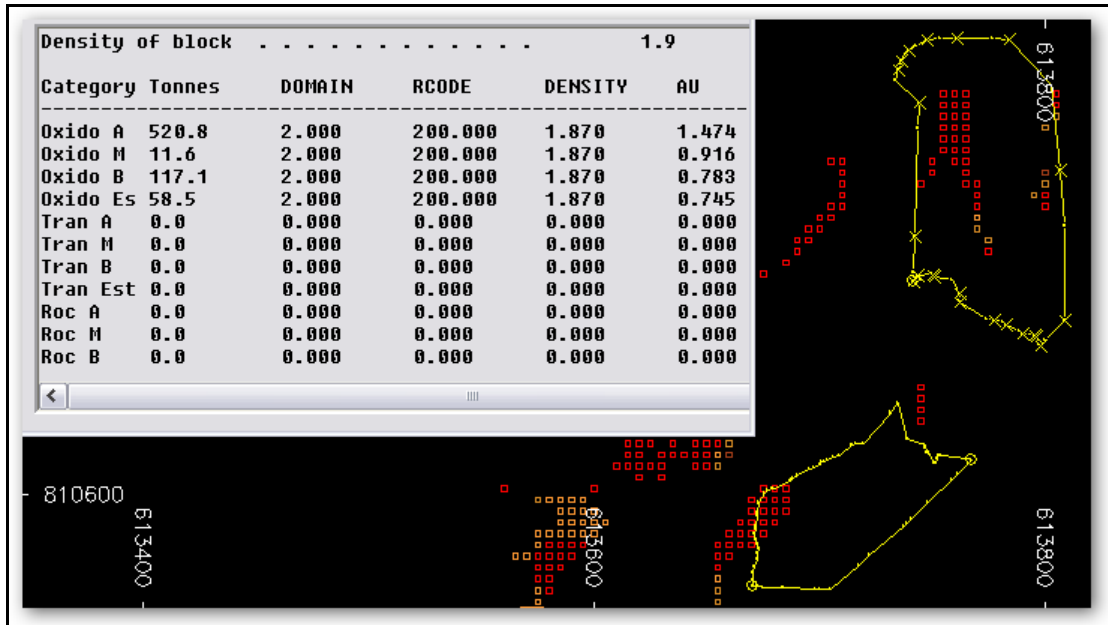
El modelo de recursos se obtuvo mediante el tutor industrial Hildemaro Méndez y a su vez comenzó la inducción acerca de su uso y su evaluación, para ello se creó una tabla de Excel (ver Tabla 3) en las cuales se aprecian los datos recogidos y ofrecen una evaluación inicial de los modelos.





El software Datamine permite la evaluación en un intervalo de cota deseado, en la empresa Promotora Minera de Guayana se utiliza un intervalo de 2,5 metros, siendo 1,25 metros sobre el string y 1,25 metros por debajo del mismo. De la evaluación, el software Datamine ofrece una serie de datos donde expone las características del terreno encontrado en el área de evaluación, datos con lo cual se estudiarían los modelos realizados.

**Figura 10. Vista de los strings de evaluación con data saliente de Datamine**



Elaboración Propia

## CAPITULO IV: RESULTADOS

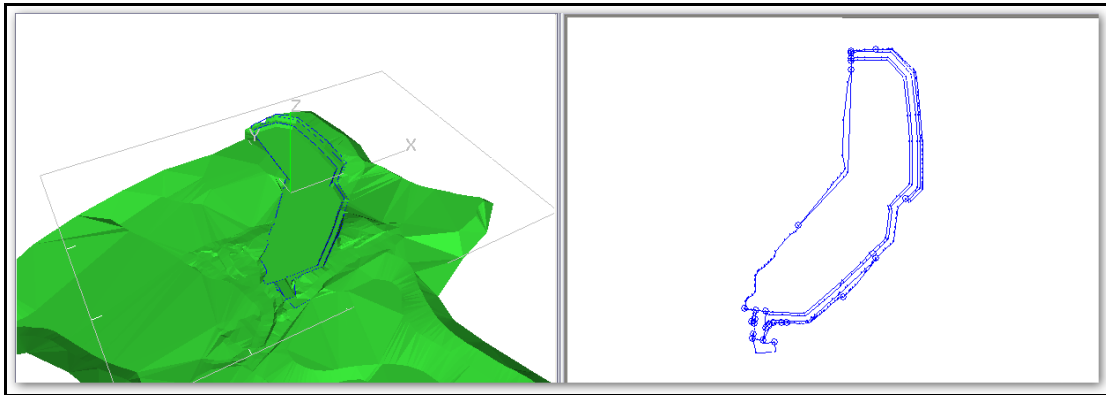
### 4.1 DISEÑO 1

Los primeros diseños realizados presentaron la siguiente configuración.

Mes 1: Septiembre

**Figura 11. Vista de diseño del mes de Septiembre del Diseño 1 en Datamine.**

**Derecha strings, izquierda wireframe**

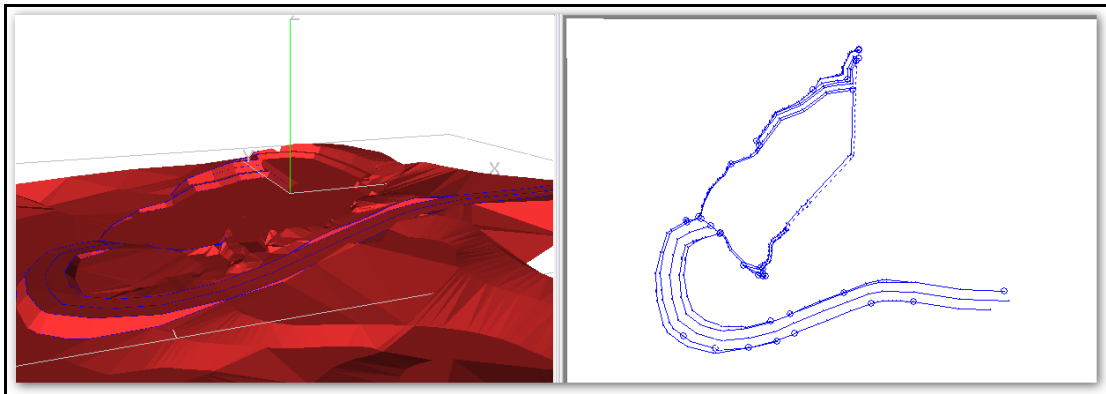


Elaboración Propia

Mes 2: Octubre

**Figura 12. Vista de diseño del mes de Octubre del Diseño 1 en Datamine.**

**Derecha strings, izquierda wireframe**

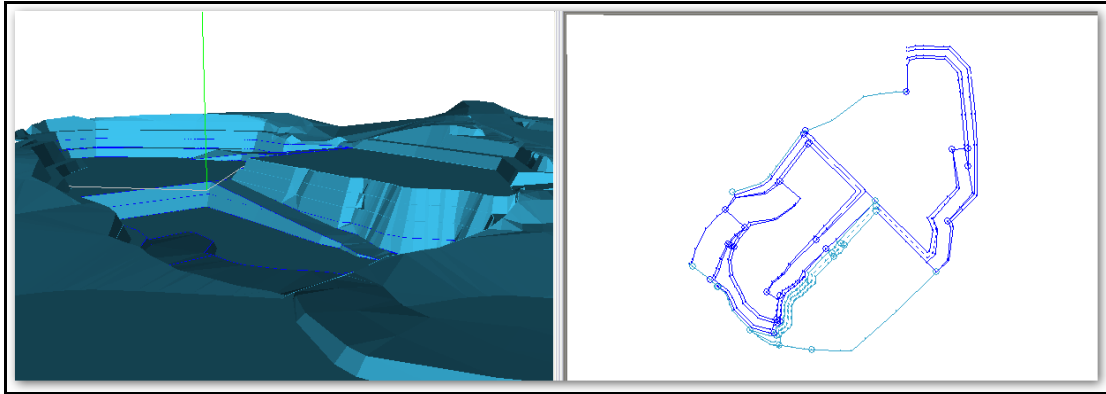


Elaboración Propia

Mes 3: Noviembre

**Figura 13. Vista de diseño del mes de Noviembre del Diseño 1 en Datamine.**

**Derecha strings, izquierda wireframe**



Elaboración Propia

De los diseños antes mostrados se obtuvieron los siguientes datos de evaluación (los resultados se muestran como Figuras por razones de espacio)

Elaboración Propia

**Tabla 4. Evaluación del mes de septiembre del diseño 1 en Datamine.**

COTA	ESTERIL TOTAL		Alto Grado de Mineral				Oxido Mediano Grado de Mineral				Bajo Grado de Mineral			
	Volumen	Toneladas	Volumen	Toneladas	g/ton	Oz/ton	Volumen	Toneladas	g/ton	Oz/ton	Volumen	Toneladas	g/ton	Oz/ton
218.75	4,378.58	8,074.10	323.37	604.70	1.04	0.03	427.75	799.90	0.95	0.03	716.74	1,340.30	0.83	0.03
216.25	10,709.80	17,928.20	325.03	607.80	1.04	0.03	312.51	584.40	0.96	0.03	608.29	1,137.50	0.82	0.03
213.75	21,930.54	38,071.50	24.97	46.70	1.61	0.05	126.26	236.10	0.93	0.03	216.68	405.20	0.85	0.03
211.25	26,657.64	41,862.60	300.00	561.00	1.59	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	4.12	7.70	0.82	0.03
208.75	28,562.19	53,411.30	524.97	981.70	4.67	0.15	31.71	59.30	0.92	0.03	137.49	257.10	0.78	0.03
206.25	36,046.58	67,407.10	726.36	1,368.30	4.34	0.14	20.86	39.00	0.92	0.03	411.82	770.10	0.80	0.03

	VOLUMEN	TONELADA	g/t prom	Onzas
MINERAL MINABLE	5,238.93	9,796.80	1.33	564.25
ESTERIL TOTAL	128,286.32	226,754.80	-	-
TOTALES	133,524.25	236,551.60	-	564.25

RELACIÓN ESTERIL/MENA (ton/ton)	
	23.15

Elaboración Propia

**Tabla 5. Evaluación del mes de octubre del diseño 1 en Datamine.**

COTA	ESTERIL TOTAL		Alto Grado de Mineral			Oxido				Bajo Grado de Mineral			Oz/ton	
	Volumen	Toneladas	Volumen	Toneladas	g/ton	Mediano Grado de Mineral			Oz/ton	Volumen	Toneladas	g/ton		
						Volumen	Toneladas	g/ton						
213.75	2,978.45	5,474.40	32.35	60.50	1.29	0.04	12.51	23.40	0.95	0.03	195.56	365.70	0.80	0.03
211.25	6,547.16	9,441.00	1,603.37	2,998.30	2.23	0.07	50.00	93.50	0.92	0.03	70.91	132.60	0.65	0.03
208.75	10,200.22	18,890.00	2,002.94	3,745.50	2.82	0.09	5.78	10.80	0.92	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
206.25	14,844.07	24,418.50	1,102.14	2,061.00	2.53	0.08	16.63	31.10	0.92	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
203.75	19,450.32	36,372.10	1,160.43	2,170.00	2.97	0.10	6.52	12.20	0.95	0.03	2.19	4.10	0.90	0.03
201.25	22,590.75	42,244.70	1,421.02	2,657.30	2.63	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
198.75	24,740.11	46,264.00	2,893.96	5,411.70	2.27	0.07	71.98	134.60	0.97	0.03	111.93	209.30	0.83	0.03
196.25	27,929.79	52,228.70	4,087.33	7,643.30	2.09	0.07	165.24	309.00	0.98	0.03	262.51	490.90	0.83	0.03

	VOLUMEN	TONELADA	g/t prom	Oz/ton
MINERAL MINABLE	15,275.29	26,564.80	1.24	2,116.53
ESTERIL TOTAL	129,280.86	235,293.40	-	-
TOTALES	144,556.16	263,858.20		2116.53

RELACION ESTERIL/MENA	8.24
-----------------------	------

Elaboración Propia

**Tabla 6. Evaluación del mes de noviembre del diseño 1 en Datamine.**

COTA	ESTERIL TOTAL		Alto Grado de Mineral			Oxido				Bajo Grado de Mineral			Oz/ton	
	Volumen	Toneladas	Volumen	Toneladas	g/ton	Mediano Grado de Mineral			Oz/ton	Volumen	Toneladas	g/ton		
						Volumen	Toneladas	g/ton						
203.75	19,484.12	36,435.30	874.17	1,634.70	2.09	0.07	124.97	233.70	0.95	0.03	167.49	350.60	0.85	0.03
201.25	17,911.55	33,494.60	1,477.38	2,762.70	2.28	0.07	122.25	228.60	0.96	0.03	212.51	397.40	0.84	0.03
198.75	14,171.60	26,500.90	2,018.34	3,774.30	2.96	0.10	78.13	146.10	0.96	0.03	130.96	244.90	0.77	0.02
196.25	13,206.90	24,696.90	1,886.90	3,528.50	2.81	0.09	62.51	116.90	0.95	0.03	112.51	210.40	0.78	0.02
193.75	20,659.20	38,632.70	4,597.81	8,597.90	2.17	0.07	237.11	443.40	0.97	0.03	281.66	526.70	0.85	0.03
191.25	17,019.52	31,826.50	4,717.01	8,820.80	2.04	0.07	315.78	590.50	0.94	0.03	277.11	518.20	0.84	0.03
188.75	11,965.83	22,376.10	4,325.94	8,089.50	2.27	0.07	146.10	273.20	0.96	0.03	232.73	435.20	0.84	0.03
186.25	9,931.34	18,571.60	3,322.62	6,213.30	2.15	0.07	124.33	232.50	0.97	0.03	282.73	528.70	0.83	0.03

	VOLUMEN	TONELADA	g/t prom	Oz/ton
MINERAL MINABLE	26,149.04	48,898.70	1.38	3,346.49
ESTERIL TOTAL	124,350.05	232,534.60	-	-
TOTALES	150,499.09	281,433.30		3346.49

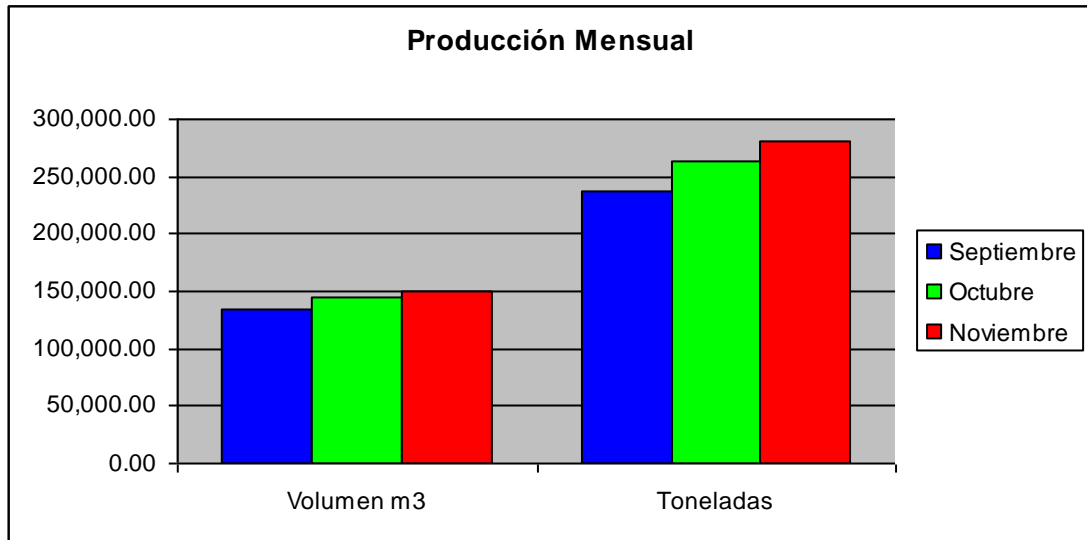
  

RELACION ESTERIL/MENA	4.76
-----------------------	------

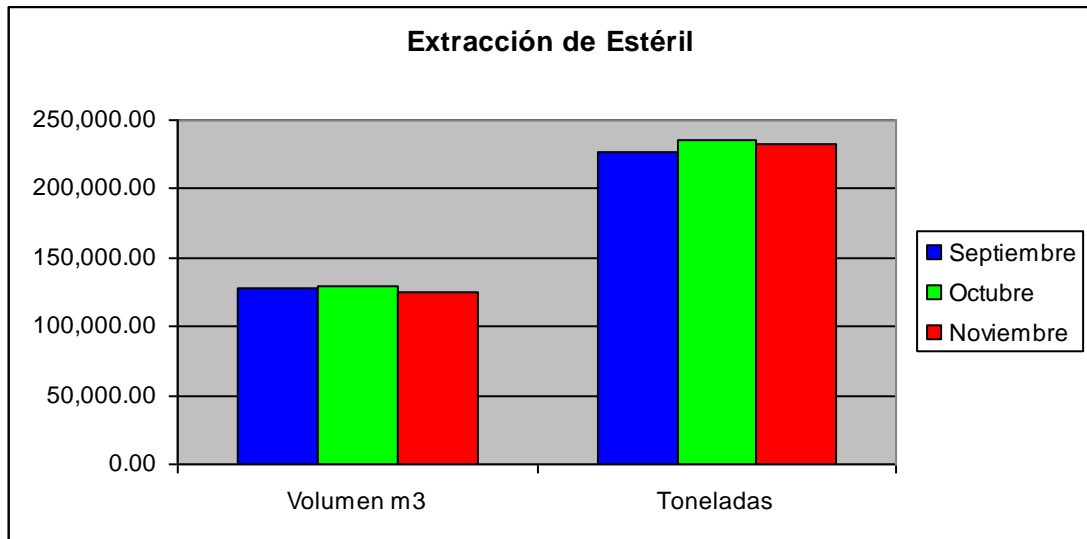
Elaboración Propia

De la información obtenida por la evaluación se crearon los siguientes gráficos

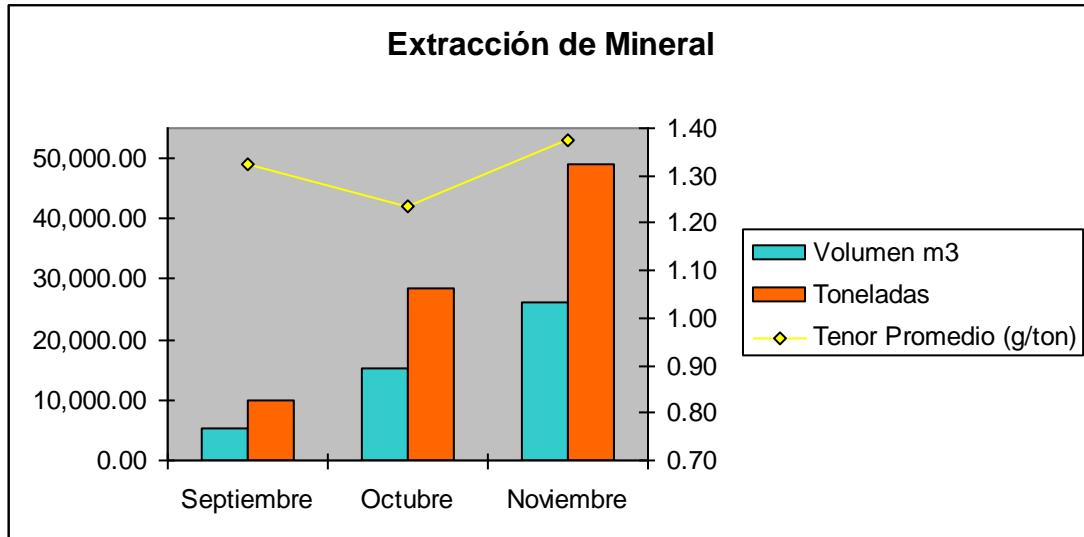
**Gráfico 1. Producción mensual de Diseño 1**



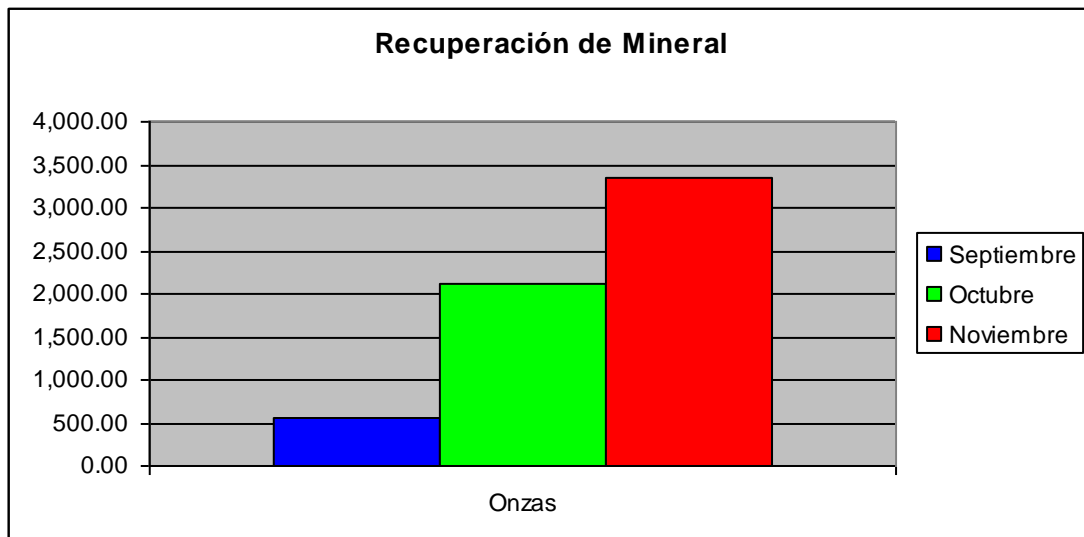
**Gráfico 2. Extracción de estéril mensual del Diseño 1**



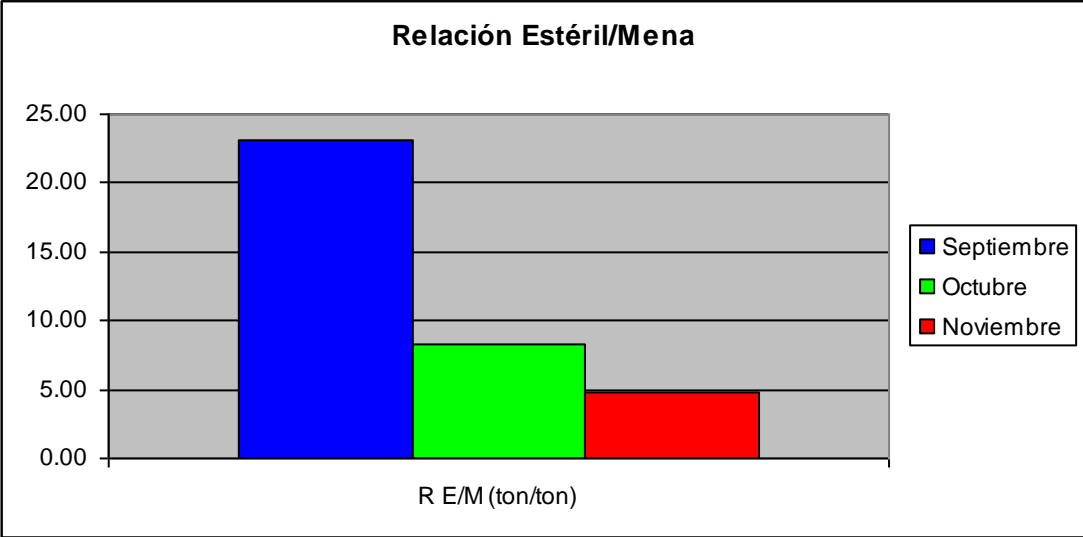
**Gráfico 3. Extracción de mineral mensual con tenor promedio para Diseño 1**



**Gráfico 4. Onzas recuperadas mensualmente según Diseño1**



**Gráfico 5. Relación estéril/mena mensual para Diseño 1**



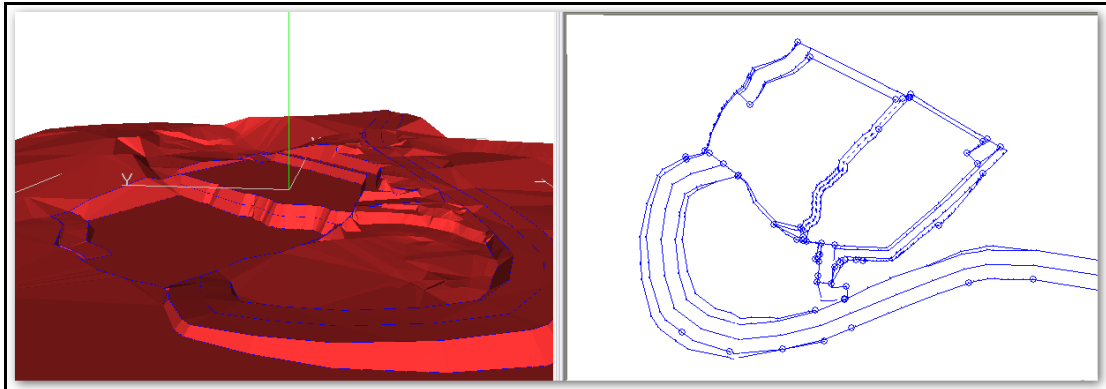
## 4.2. DISEÑO 2

Los segundos diseños realizados presentaron la siguiente configuración.

Mes 1: Septiembre

**Figura 14. Vista de diseño del mes de Septiembre del Diseño 2 en Datamine.**

**Derecha strings, izquierda wireframe**

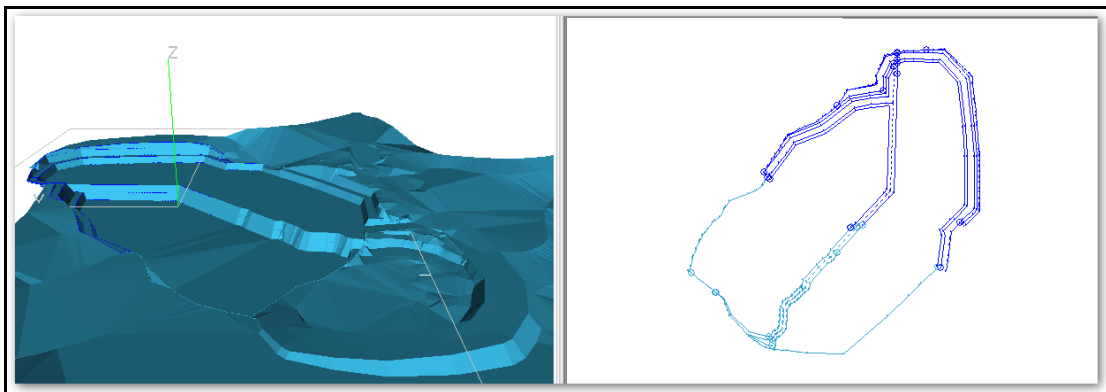


Elaboración Propia

Mes 2: Octubre

**Figura 15. Vista de diseño del mes de Octubre del Diseño 2 en Datamine.**

**Derecha strings, izquierda wireframe**



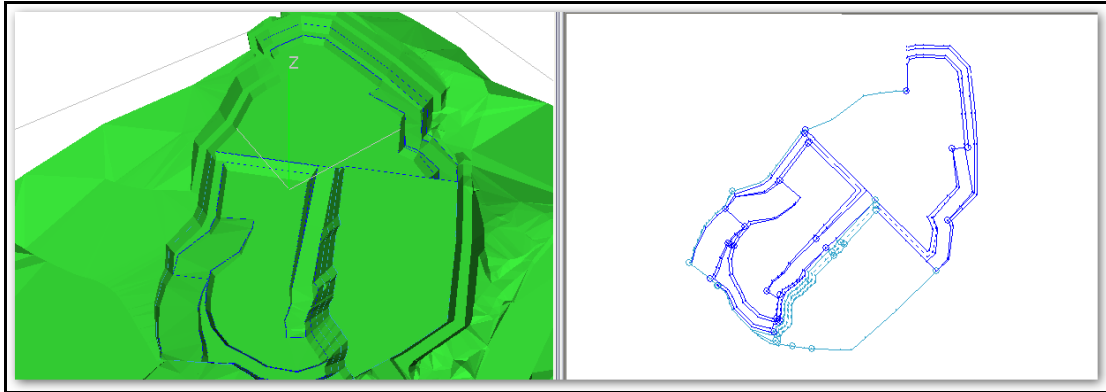
Elaboración Propia



Mes 3: Noviembre

**Figura 16. Vista de diseño del mes de Noviembre del Diseño 2 en Datamine.**

**Derecha strings, izquierda wireframe**



Elaboración Propia

De los diseños antes mostrados se obtuvieron los siguientes datos de evaluación

**Tabla 7. Vista de tabla de Excel de evaluación del mes de septiembre del Diseño 2 en Datamine.**

COTA	ESTERIL TOTAL		Alto Grado de Mineral				Mediano Grado de Mineral				Bajo Grado de Mineral			
	Volumen	Toneladas	Volumen	Toneladas	g/t	Oz/ton	Volumen	Toneladas	g/t	Oz/ton	Volumen	Toneladas	g/t	Oz/ton
213.75	3,623.44	4,761.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
211.25	6,418.82	6,104.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
208.75	12,250.05	22,907.60	324.97	607.70	6.76	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
206.25	16,241.07	30,370.80	400.00	748.00	6.72	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	174.44	326.20	0.82	0.03
203.75	2,852.03	5,333.30	16.58	31.00	1.82	0.06	6.63	12.40	0.95	0.03	2.25	4.20	0.90	0.03
201.25	6,280.86	11,745.20	246.52	461.00	1.98	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
198.75	10,470.75	19,580.30	1,555.56	2,908.90	1.60	0.05	71.98	134.60	0.97	0.03	111.93	209.30	0.83	0.03
196.25	13,361.28	24,985.60	2,736.95	5,118.10	1.73	0.06	165.61	309.70	0.98	0.03	262.51	490.90	0.83	0.03

	VOLUMEN	TONELADA	g/t prom	Onzas
MINERAL MINABLE	6,075.94	11,362.00	1.12	800.52
ESTERIL TOTAL	71,498.30	125,788.30	-	-
TOTALES	77,574.24	137,150.30		800.52

RELACION ESTERIL/MENA	11.07
-----------------------	-------

Elaboración Propia

**Tabla 8. Vista de tabla de Excel de evaluación del mes de octubre del Diseño 2 en Datamine.**

COTA	ESTERIL TOTAL		Alto Grado de Mineral				Oxido				Mediano Grado de Mineral				Bajo Grado de Mineral			
	Volumen	Toneladas	Volumen	Toneladas	g/t	Oz/ton	Volumen	Toneladas	g/t	Oz/ton	Volumen	Toneladas	g/t	Oz/ton	Volumen	Toneladas	g/t	Oz/ton
218.75	4,378.58	8,074.10	323.37	604.70	1.04	0.03	427.75	799.90	0.95	0.03	716.74	1,340.30	0.83	0.03				
216.25	10,709.60	17,928.20	325.03	607.60	1.04	0.03	312.51	584.40	0.96	0.03	608.29	1,137.50	0.62	0.03				
213.75	19,590.57	36,360.10	57.36	107.30	1.43	0.05	138.77	259.50	0.93	0.03	412.25	770.90	0.63	0.03				
211.25	25,689.66	44,468.80	1,861.39	3,480.80	2.11	0.07	60.00	93.50	0.92	0.03	74.97	140.20	0.84	0.03				
208.75	27,016.73	50,366.20	2,204.60	4,122.60	2.68	0.09	37.49	70.10	0.92	0.03	137.49	257.10	0.78	0.03				
206.25	34,430.67	61,011.50	1,428.45	2,671.20	2.28	0.07	37.49	70.10	0.92	0.03	237.49	444.10	0.79	0.03				
203.75	16,274.49	30,433.30	1,138.45	2,128.90	2.99	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
201.25	16,192.94	30,280.80	1,173.90	2,195.20	2.77	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
198.75	14,138.98	26,439.90	1,338.88	2,503.70	3.05	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
196.25	13,501.28	25,247.40	1,350.37	2,525.20	2.84	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				

	VOLUMEN	TONELADA	g/t prom	Oz/as
MINERAL MINABLE	14,393.05	26,915.00	1.09	1,872.62
ESTERIL TOTAL	181,923.91	330,630.30	-	-
TOTALES	196,316.95	357,545.30		1,872.62

RELACION ESTERIL/MENA	12.28
-----------------------	-------

Elaboración Propia

**Tabla 9. Vista de tabla de Excel de evaluación del mes de noviembre del Diseño 2 en Datamine.**

COTA	ESTERIL TOTAL		Alto Grado de Mineral				Oxido				Mediano Grado de Mineral				Bajo Grado de Mineral			
	Volumen	Toneladas	Volumen	Toneladas	g/t	Oz/ton	Volumen	Toneladas	g/t	Oz/ton	Volumen	Toneladas	g/t	Oz/ton	Volumen	Toneladas	g/t	Oz/ton
203.75	19,484.12	36,435.30	874.17	1,634.70	2.09	0.07	124.97	233.70	0.95	0.03	187.49	350.60	0.85	0.03				
201.25	17,911.55	33,494.60	1,477.36	2,762.70	2.28	0.07	122.25	228.60	0.96	0.03	212.51	397.40	0.84	0.03				
198.75	14,171.60	26,500.90	2,018.34	3,774.30	2.96	0.10	78.13	146.10	0.96	0.03	130.96	244.90	0.77	0.02				
196.25	13,206.90	24,696.90	1,886.90	3,528.50	2.81	0.09	62.51	116.90	0.95	0.03	112.51	210.40	0.78	0.02				
193.75	20,659.20	38,632.70	4,597.81	8,597.90	2.17	0.07	237.11	443.40	0.97	0.03	281.66	526.70	0.85	0.03				
191.25	17,019.52	31,826.50	4,717.01	8,820.80	2.04	0.07	315.78	590.50	0.94	0.03	277.11	518.20	0.84	0.03				
188.75	11,965.83	22,376.10	4,325.94	8,089.50	2.27	0.07	146.10	273.20	0.96	0.03	232.73	435.20	0.84	0.03				
186.25	9,931.34	18,571.60	3,322.62	6,213.30	2.15	0.07	124.33	232.50	0.97	0.03	282.73	528.70	0.83	0.03				

	VOLUMEN	TONELADA	g/t prom	Oz/as
MINERAL MINABLE	26,149.04	48,898.70	1.38	3,346.49
ESTERIL TOTAL	124,360.05	232,534.60	-	-
TOTALES	150,499.09	281,433.30		3,346.49

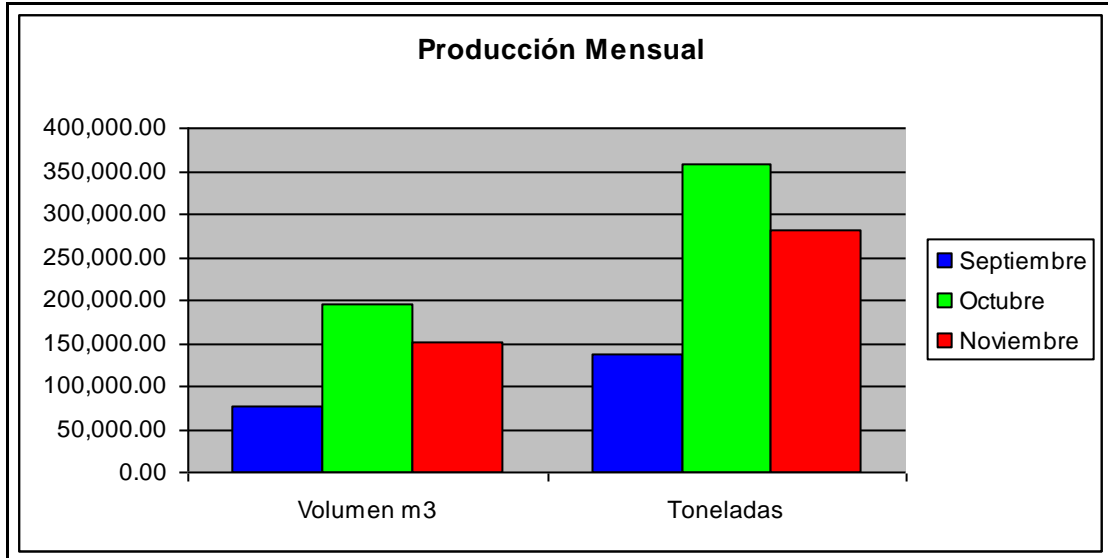
  

RELACION ESTERIL/MENA	4.76
-----------------------	------

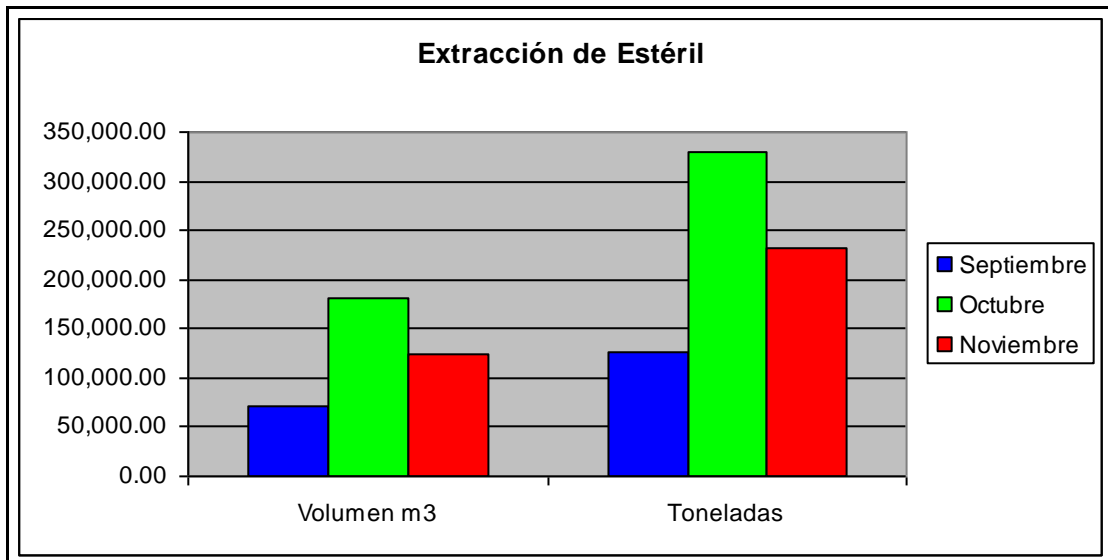
Elaboración Propia

De la información obtenida por la evaluación se crearon los siguientes gráficos

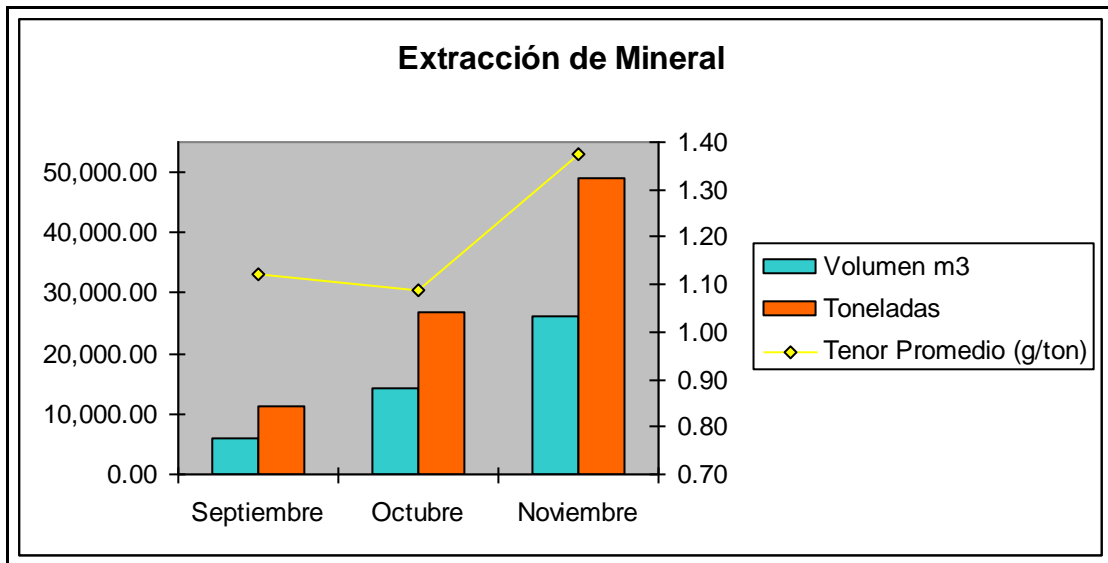
**Gráfico 6. Producción mensual de Diseño 2**



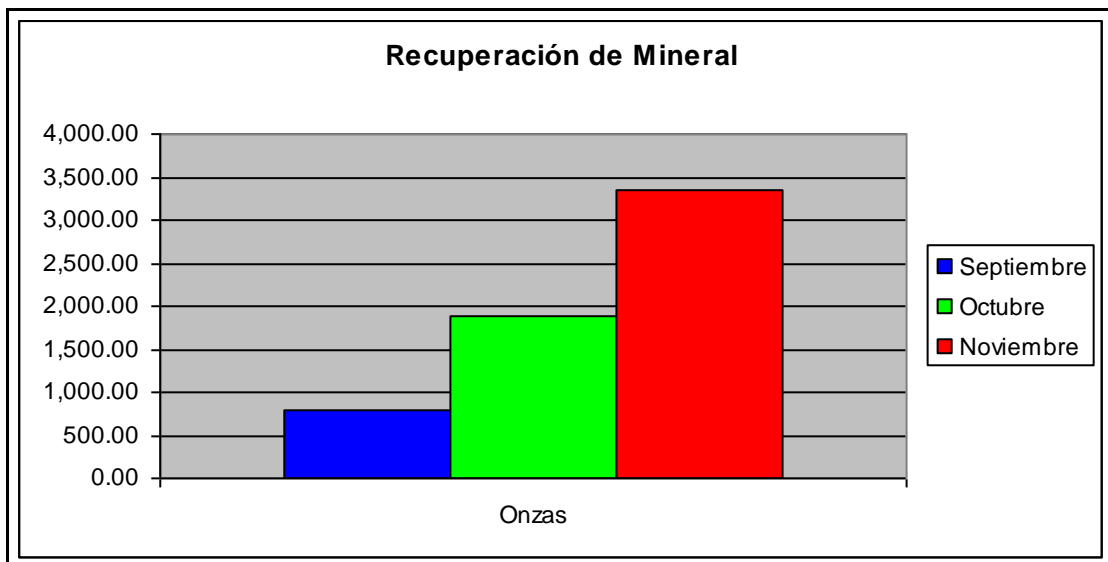
**Gráfico 7. Extracción de estéril mensual del Diseño 2**



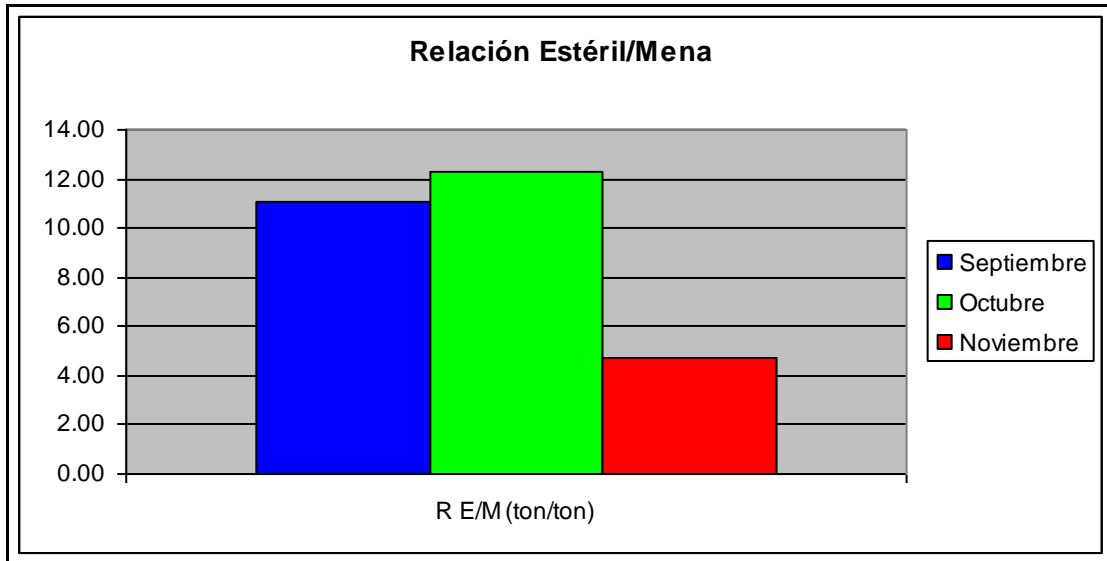
**Gráfico 8. Extracción de mineral mensual con tenor promedio para Diseño 2**



**Gráfico 9. Onzas recuperadas mensualmente según Diseño 2**



**Gráfico 10. Relación estéril/mina mensual para Diseño 2**



### 4.3. COMPARACIÓN DE DISEÑOS

Tabla 10. Cuadro comparativo entre Diseño 1 y Diseño 2

		DISEÑO 1	DISEÑO 2
Septiembre	Volumen m3	133,524.25	77,574.24
	Mineral (ton)	9,796.80	11,362.00
	Estéril (ton)	226,754.80	125,788.30
	Onzas	564.25	800.52
	g/ton prom	1.33	1.12
	R E/M	23.15	11.07
Octubre	Volumen m3	144,556.16	196,316.95
	Mineral (ton)	28,564.80	26,915.00
	Estéril (ton)	235,293.40	330,630.30
	Onzas	2,116.53	1,872.62
	g/ton prom	1.24	1.09
	R E/M	8.24	12.28
Noviembre	Volumen m3	150,499.09	
	Mineral (ton)	48,898.70	
	Estéril (ton)	232,534.60	
	Onzas	3,346.49	
	g/ton prom	1.38	
	R E/M	4.76	

Elaboración Propia

## CAPITULO V: ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 5.1. DISEÑO 1

Diseño 1 es la primera secuencia de explotación diseñada para la mina Capia y esta compuesta por 3 partes correspondientes a 3 meses los cuales van desde Septiembre hasta Noviembre.

El primer mes, Septiembre, se ataco la topografía más alta que se encuentra dentro de la fosa final bajando cotas desde los 220m hasta 205m; esto con la finalidad de realizar un primer gran movimiento de material con el cual se nivele la topografía y generar un primer acceso a la fosa.

En la **tabla 4** se observa la evaluación nivel a nivel del diseño para el mes de Septiembre, en este mes se obtiene una producción de 9.796,80 toneladas de mineral con un tenor promedio de 1,33 g/ton con los cuales se recuperaron 564,25 onzas de oro (sin tomar en cuenta la dilución), las cuales se generaron a partir de un mineral mayormente de alto tenor.

Siendo el detalle más llamativo la relación estéril/mena de 23:1; se define al mes de Septiembre como un mes de expansión en el cual se prioriza el desarrollo longitudinal de la fosa a través de los niveles más altos de la topografía preparando el terreno para el nivel siguiente el cual se trabajara cotas 10 metros más abajo.

En este mes se realizo un movimiento de tierra equivalente a  $133.524,25\text{m}^3$  el cual se encuentra por debajo de lo exigido en el “Plan anual de explotación Capia 2010”.

El segundo mes, Octubre, se desarrollará la parte inferior de la fosa desde la topografía hasta una cota de 195m para alcanzar rápidamente la zona donde se

encuentran los mejores tenores. Hay que destacar que este diseño muestra la rampa planificada como acceso principal a la fosa y delimitara la fosa en su totalidad.

Para el mes de Octubre se propone la extracción de 28.564,80 toneladas de mineral con un tenor promedio de 1,24g/ton de los cuales se estima una recuperación de 2.116,53 onzas de oro (sin contar el efecto de la dilución) en su mayor parte provenientes de mineral de alta ley según se aprecia en la **tabla 5**

El desarrollo mensual previsto para el mes de Octubre se cuantificará aproximadamente en 144.556,16m<sup>3</sup> de oxido; aunque la producción se encuentre por debajo del requerimiento mensual es notable un aumento de la producción respecto al mes de Septiembre.

La relación estéril/mena esperada para el mes de Octubre es de 8:1 lo cual indica que el la fosa se acerca a la zona mineralizada y los movimientos de tierra de mayor volumen son de mayor factibilidad, sin embargo, el mes es clasificable como un mes de desarrollo por el valor de este parámetro.

El tercer mes, Noviembre, será un mes de avance y alta recuperación donde se proponen zonas de explotación que corresponden a la mitad de la fosa. Este mes persigue una gran recuperación de mineral ya que los diseños anteriores extraen una gran capa de estéril. De este diseño se conservará un remanente de la cota 205 el cual deberá ser extraído gradualmente ya que es la zona de la fosa que presenta más estéril.

Se evidencia en la **tabla 6** que la relación estéril/mena tomará el valor de 5:1 lo cual se encontrará entre los límites esperados según el “Plan de explotación Capia 2010”, esto es deberá a que la excavación comenzará a realizarse en las zonas de interés gracias a los avances realizados los meses anteriores, sin embargo, el nivel remanente de cota 205m antes mencionado casi en toda su totalidad es estéril el cual

merece una cautelosa planificación para su extracción si se desea conservar como promedio la relación estéril/mena esperada para Noviembre.

Del diseño del mes Noviembre se espera minar 48.898,70m<sup>3</sup> de mineral con un tenor promedio de 1,38 g/ton para recuperar aproximadamente 3.346,49 onzas de oro (sin contar la dilución) mayormente de mineral de alta ley.

La producción aumenta a 150.499,09m<sup>3</sup> la cual es el valor más aproximado en Diseño 1 a la producción exigida por el “Plan anual de extracción Capia 2010”.

En diseño 1 no se alcanzarán diversos parámetros establecidos por el “Plan de Extracción Capia 2010” como son la producción (en los 3 meses) la cual queda por debajo del estándar requerido y los valores de relación estéril/mena en los primeros dos meses (Septiembre y Octubre) son elevados en comparación a los deseados.

Según el **gráfico 1**, la productividad en Diseño 1 mostrará poca variación a través del tiempo lo cual es ideal para un proceso en el que se encontrarán involucrados una serie de equipos que no deberían variar en el tiempo. La variación en la productividad se debe al incremento del de mineral aurífero en las zonas donde se delimitarían las excavaciones para los meses de Octubre y Noviembre lo cual es apreciable al comparar el **gráfico 2 y 3** donde la extracción de estéril muestra valores con escasa diferencia al contrario de la extracción de mineral aurífero que presenta un crecimiento a través del tiempo.

El aumento en la extracción de mineral aurífero afectaría directamente al número de onzas recolectadas mensualmente como lo señala el **gráfico 4**. Aunque este aumento en la cantidad de oro recolectado parece ideal, lo ideal es que se realice una recuperación casi constante durante la vida de la mina.



El lineamiento expuesto anteriormente es aplicable a diferentes parámetros de diseño durante el ciclo de vida de la mina; pero en el caso de Diseño 1 se debe tomar en cuenta que se trata de la secuencia de explotación durante la apertura de una fosa, por lo cual, patrones de crecimiento y de decrecimiento son esperados en los parámetros de diseño. En el caso de la recuperación mineral se espera el crecimiento mostrado en la **gráfica 4** porque la excavación comienza a alcanzar los niveles con mayores reservas a los superficiales.

La relación estéril/mena presentaría una relación inversa a la recuperación mineral como se aprecia en la **gráfica 5**, esto sigue la idea expuesta anteriormente ya que en los primeros meses de vida de una mina se deben realizar los trabajos de expansión y desarrollo, en los cuales los niveles de estéril siempre serán mucho mayor a los niveles de mineral.

## **5.2. DISEÑO 2**

Diseño 2 mantiene la estructura de 3 secciones correspondientes a los 3 meses (Septiembre – Noviembre) sin embargo Diseño 2 ofrece una perspectiva diferente a la mostrada en Diseño 1. Diseño 2 se realizó con la intención de repetir los resultados para que se encuentran en el mes de Noviembre de Diseño 1.

El mes de Septiembre es en el cual se desarrollaron los accesos a la fosa permitiendo la entrada a dos niveles. El primer nivel que finalizo con una cota de 205m busco la explotación de estéril y es compensado con el segundo nivel, donde la explotación se realizo hasta la cota de 195m recuperando un mineral de alta ley ubicado cerca de la superficie topográfica.

Los datos recolectados y mostrados en la **tabla 7**, muestran una producción de 77.574,24m<sup>3</sup> la cual se encuentra muy por debajo de la estimada en el “Plan anual de explotación Capia 2010”, sin embargo se observa una recuperación aurífera de 800,52 onzas de oro.

La recuperación de 800,52 onzas de oro (sin tomar en cuenta la dilución) se debe a la extracción de 11.363,00 toneladas de mineral con un tenor promedio de 1,12 g/ton. Esta recuperación se debe a que la mayor parte del mineral extraído es de alta ley

La relación estéril/mena presenta un valor de 11:1 lo cual define al mes de Septiembre como un mes de desarrollo.

El mes de Octubre busca imitar las condiciones finales reflejadas en el mes de Octubre de Diseño 1 para la realización de un mes de Noviembre tan favorable como el observado anteriormente. Para ello el mes de Octubre realiza la expansión longitudinal de la fosa, cortando las cotas más altas, dejando los taludes según el diseño de la fosa final.

Visible en la **tabla 8**, la relación estéril mena en el mes de Octubre aumentará a un valor de 12:1, esto es debido a la gran cantidad de estéril extraído en este mes (330.630,30 toneladas). Para el mes de Octubre se tendrá que mover una gran cantidad de material para compensar la baja productividad del mes anterior.

La productividad será la más próxima a lo exigido por el “Plan anual de exploración Capia 2010” con un valor de 196.316,96m<sup>3</sup>.

De 26.915,00 toneladas de mineral con un tenor promedio de 1,09 g/ton con el cual se espera una recuperación de 1.872,62 onzas de oro (sin contar la dilución).

Ya que se logró repetir el diseño del mes de Noviembre, no se analiza en esta sección.

Al observar las gráficas correspondientes a Diseño 2 (gráficas de 6 a 10) se observan discrepancias y gran variación en los valores de producción, extracción de estéril y relación estéril mena.

Los valores de producción que deberían ser continuos presentan una gran variación, la producción planificada para el mes de Septiembre fue muy baja y se necesita compensar el valor en el mes de Octubre por ello se observa la variación.

En cuanto a las variaciones presentes en la extracción de estéril (**gráfico 7**), es una consecuencia directa de la productividad variable debido a que la secuencia de explotación se realiza para aperturar la fosa y el valor de productividad será directamente proporcional a la cantidad de estéril removido en este período de la mina.

Aunque se aprecia una relación estéril/mena casi constante para los dos primeros meses de la secuencia de explotación de Diseño 2, esto se debe a que la productividad del mes de Septiembre se encuentra muy por debajo de la del mes de Octubre, cabe destacar, que esta relación entre los meses y la diferencia de productividades entre ellos, dan a entender que la zona llevada a cota 195m posee una reserva mineral de alta ley significativa (ver **tabla 9**).

Tanto la extracción de mineral como la recuperación de oro presentan un crecimiento característico del inicio de explotación de una fosa (**gráfico 8 y 9**) mostrando una clara relación entre el mineral extraído y las onzas producidas. Que la extracción mineral y la recuperación de oro aumente evidencia el avance de la fosa hacia los niveles donde se encuentra una mayor mineralización.

### 5.3. COMPARACIÓN DE DISEÑOS

La comparación de los diseños no tomara en cuenta el mes de Noviembre ya que el los modelos realizados comparten el diseño del mes. La comparación se realiza en base a la **Tabla 10**.

En el mes de Septiembre, Diseño 2 muestra mejores valores en el movimiento de mineral, recuperación de oro y relación estéril/mena; sin embargo el valor de producción es muy bajo según el requerido en el “Plan anual de extracción Capia 2010”.

El mes de Octubre presenta una situación inversa, Diseño 1 presenta mejores valores en todos los campos con la salvedad del valor de producción, Diseño 2 en el mes de Octubre muestra el valor más cercano de producción al exigido por el “Plan anual de extracción Capia 2010”.

El hecho que la producción del mes de Septiembre de Diseño 2 no alcance un valor cercano a lo esperado afecta la planificación realizada para el mes de Octubre. Como constancia se tiene el valor de producción volumétrica del mes de Octubre que asciende a los 196.000,00 m<sup>3</sup>; aunque este valor es el más próximo al requerido mensualmente deja muy por debajo a los valores de producción presentes en los otros meses lo cual implicaría una mayor disposición de equipos para realizar esta secuencia en comparación a los otros dos meses del diseño.

Por lo expuesto anteriormente se recomienda utilizar Diseño 1 como secuencia de explotación. Diseño 1 posee un valor de producción estable que le permite al personal de los equipos y supervisores adaptarse a un ritmo de trabajo constante. A pesar de la alta relación estéril/mena en el mes de Septiembre ya que para los meses siguientes poseen valores que se ajustan en mejor medida al “Plan anual de extracción Capia 2010”.

El mes de Noviembre se mantiene sin variación porque de este diseño se estarían recuperando una cantidad de onzas de oro con un equivalente cercano al 30% de la recuperación esperada mensualmente, a demás, las características del mineral (oxido) permiten un fácil proceso de conminución y es el requerimiento actual en planta.

## CONCLUSIONES

- Diseño 1 es el recomendado a seguir durante los meses siguientes por ser el diseño que presenta una mayor estabilidad en los valores de producción.
- Al observar los datos recogidos de la evaluación de Diseño 2, uno evidencia que la forma ideada de minar se adapta más a las exigencias del “Plan anual de explotación Capia 2010”. Sin embargo, a Diseño 2 hay que realizarle ajustes.
- La planificación es una actividad minera que requiere una gran experiencia ya que para realizarla se necesitan conocer diversos muchos factores y la mejor forma de combinarlos para desarrollar secuencias eficientes.
- El diseño de secuencias de explotación requiere del análisis de diversas situaciones ya que la misma define la relación de gastos y beneficios obtenidos durante el proceso extractivo
- Al realizar la extracción de mineral aurífero, la empresa P.M.G. prefiere mantener una producción y recuperación estable en la cual exista un valor medio a alcanzar en vez de valores máximos y mínimos.
- Diseño 2 nace a partir de la evaluación de Diseño 1 y busca repetir el bosquejo realizado para el mes de Noviembre tratando de mejorar la relación estéril/mena del mes de Septiembre.
- No existe una forma única para planificar una secuencia de explotación, cada quien diseña según sus conocimientos, sus preferencias y sus objetivos quedando a la imaginación, criterio y evaluación del diseñador y de la empresa la secuencia final a seguir.

## REFERENCIAS CONSULTADAS

- Aplicación de las mejores prácticas en Geología de Mina: Proceso de Control de Tenores
- Datamine. Archivo de ayuda de Datamine. (2004)
- L. Adler y otros. (1992). SME Mining Engineering Handbook. Segunda Edición. Michigan. Cushing-Malloy, Inc. (1155p)
- Mendoza, Kenneth (2003). Análisis del cumplimiento de los planes anuales de minas de C.V.G ferrominera orinoco c.a. durante el periodo 1997-2001. Trabajo de Grado. Inédito. Universidad de Oriente. Estado Bolívar.
- Mendoza, V (2000), EVALUACION GEOTECTONICA Y RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO DE GUAYANA EN VENEZUELA. Hecla Venezuela.
- Portal Minero S.A. (2006). Manual General de Minería y Metalurgia. Santiago de Chile. Portal Minero Ediciones. (399p)
- Promotora Minera de Guayana S.A. (2010). Plan Anual de Explotación Capia 2010. Iskander Gonzalez
- Promotora Minera de Guayana S.A. Descripción del proceso de planta.
- Shaden C. Lorielis. (2008). Determinar la Producción Diaria del Material (Mineral-Estéril) acarreado de la Mina Choco 10 de Promotora Minera de Guayana, S.A El Callao. Estado Bolívar. Venezuela. Trabajo especial de grado. Inédito. Universidad de Oriente. Estado Bolívar
- Universidad Central de Venezuela. (2003). Diseño de minas a Cielo Abierto. Alex Villanueva A.
- Universidad Central de Venezuela. (2003). Elementos de Planificación Minera. Alex Villanueva A.
- Universidad Central de Venezuela. (2003). Introducción a la Minería. Alex Villanueva A.
- Universidad Central de Venezuela. (2003). Métodos de Explotación a Cielo Abierto. Alex Villanueva A.