

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLOGICA, MINERA Y**  
**METALURGICA**



**“INICIO DE OPERACIONES EN MINA CERRO CORONA”**

**INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL**  
**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERO DE MINAS**

**PRESENTADO POR:**  
**LUIS MANUEL GONZALES SALAZAR**

**Lima - Perú**  
**2011**

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar el presente trabajo a mis padres. A mi madre que estuvo siempre en los momentos difíciles, cuando más fácil es abandonar que seguir, por todas tus enseñanzas y ejemplo de vida.

A mi alma mater la Universidad Nacional de Ingeniería, pilar de mi desarrollo profesional y presente día a día con sus conocimientos.

## **RESUMEN**

Este Informe profesional está orientado al enfoque del inicio de las operaciones a tajo abierto desde la perspectiva de un contratista, socio estratégico para el cumplimiento de metas de producción de la compañía minera Gold Fields La Cima S.A.

Gold Fields es uno de los mayores productores de oro, lo cual le permite ofrecer a sus inversionistas un máximo retorno. Gold Fields cuenta con una producción anual de oro de aproximadamente 4,1 millones de onzas, provenientes de las minas que tiene en Sudáfrica, Ghana, Australia, Venezuela y actualmente la mina en desarrollo “Cerro Corona” en Perú. Asimismo, tiene reservas de oro con 65 millones de onzas y reservas minerales con 179 millones de onzas.

Gold Fields emplea 48.457 empleados a nivel global y esta listada en las Bolsas de Valores de Nueva York (NYSE), Londres (LSE), Johannesburgo (JSE), Dubai (DIFX), Holanda (Euronex) y Suiza. Todas las operaciones de Gold Fields cuentan con certificación ISO14001.

Minera Gold Fields La Cima S.A. ha desarrollado el Proyecto Cerro Corona, el cual consiste en la explotación a tajo abierto de un yacimiento de cobre y oro y el procesamiento del mineral por un sistema de molienda y flotación mediante una planta concentradora con capacidad para procesar aproximadamente 17.000 toneladas por día.

Cerro Corona es un proyecto de mina con explotación a tajo abierto (Open Pit); siendo una de sus características principales el diseño de sus bancos de explotación de 10 m de altura, en la actualidad posee un producción promedia diaria entre mina (tajo Cerro Corona y cantera de Calizas para construcción de la presa de relaves) de 75.000 toneladas/día, entre mineral, desmonte (calizas con sulfuros y calizas limpia).

El desbroce de la mina se inicia con la perforación del terreno, luego se realizan las voladuras, usando explosivos como: Emulsiones y ANFO dependiendo de la presencia de agua o fragmentación solicitada. La necesidad de la perforación y voladura está ligada a la velocidad del minado del equipo de carguío, lo que obliga a tener una reserva mínima de material roto, el reto principal de la perforación y voladura es obtener un material adecuado para lograr rendimientos óptimos durante el carguío y acarreo. La tercera etapa es la selectividad durante el carguío. Actualmente por la etapa de construcción del proyecto, se tiene requerimientos de material roto con diversos tipos de fragmentación y a diferentes destinos como son:

- Mina a Stock Pile de Óxidos. (mineral en óxidos para Recuperación de Oro en pilas de lixiviación).
- Mina a Stock Pile de Mixtos (mineral en sulfuros para recuperación de concentrado de Cobre en planta concentradora).
- Mina a botaderos de desmonte (calizas con Sulfuros y material generadora de aguas ácidas).
- Cantera facilidades de Operaciones Mina a Planta de Chancado (material que pasa por un proceso de chancado para generación de agregados y que son utilizados en construcciones con mezcla de cemento).
- Cantera facilidades de operación a construcción de los Haul Roads N01, N02, N03 y N04.
- Cantera facilidades de operación a la construcción de dique para la construcción de la presa de relaves.

En el capítulo I se describen los aspectos generales del proyecto Cerro Corona como la ubicación de la mina y su accesibilidad, historia de las operaciones, alcance, clima describiendo el área del proyecto y la composición de la contratista San Martín; en el capítulo II se muestra la geología del yacimiento, geología regional, Local y económica, en el capítulo III se describen las diversas obras preliminares necesarias para la apertura de una operación minera; el planeamiento anual y requerimientos de planta se aprecian en el capítulo IV; en el capítulo V se describe el proceso de perforación y voladura de rocas en Mina y canteras de calizas y riolitas.

Es de vital importancia para el contratista el conocimiento diario y a detalle de los costos de la operación y tomar las decisiones correctas en el momento oportuno y esto se consigue analizando la herramienta conocida como resultado operativo descrito en el capítulo VI.

Las conclusiones y recomendaciones vienen dadas después del capítulo VI respectivamente.

El proyecto contempla una etapa de construcción de 1,5 años y una etapa de operación de 14,5 años luego de los cuales se procederá con la etapa de cierre final.

## INDICE

|  |            |
|--|------------|
| <b>DEDICATORIA .....</b>                           | <b>ii</b>  |
| <b>RESUMEN.....</b>                                | <b>iii</b> |
| <b>INDICE .....</b>                                | <b>vii</b> |
| <b>INTRODUCCION .....</b>                          | <b>1</b>   |
| <b>CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES.....</b>         | <b>2</b>   |
| <b>1.1 UBICACIÓN PROYECTO CERRO CORONA.....</b>    | <b>2</b>   |
| <b>1.1.1 Accesibilidad .....</b>                   | <b>3</b>   |
| <b>1.2 HISTORIA DE LAS OPERACIONES .....</b>       | <b>4</b>   |
| <b>1.3 ALCANCE DE LA OBRA .....</b>                | <b>7</b>   |
| <b>1.4 CLIMA .....</b>                             | <b>9</b>   |
| <b>1.4.1 Data Regional.....</b>                    | <b>9</b>   |
| <b>1.4.2 Precipitación local estimada.....</b>     | <b>10</b>  |
| <b>1.4.3 Condiciones Meteorológicas.....</b>       | <b>11</b>  |
| <b>1.4.4 Riesgo Sísmico .....</b>                  | <b>11</b>  |
| <b>1.5 DESCRIPCIÓN DEL AREA DEL PROYECTO .....</b> | <b>12</b>  |
| <b>1.5.1 Ambiente físico.....</b>                  | <b>12</b>  |
| <b>1.5.2 Ambiente biológico.....</b>               | <b>15</b>  |
| <b>1.5.3 Ambiente socioeconómico .....</b>         | <b>18</b>  |
| <b>1.5.4 Ambiente de interés humano .....</b>      | <b>19</b>  |
| <b>1.6 COMPOSICION DE LA CIA SAN MARTIN .....</b>  | <b>21</b>  |

|  |  |           |
|--|--|-----------|
| 1.6.1  | Visión de San Martín .....                 | 23        |
| 1.6.2  | Misión de San Martín .....                 | 23        |
| 1.6.3  | Cultura organizacional .....               | 23        |
| 1.6.3.1  | Cualidades .....                           | 23        |
| 1.6.3.2  | Valores Corporativos.....                  | 24        |
| <b>CAPÍTULO II: GEOLOGÍA .....</b>   |  | <b>26</b> |
| 2.1  | <b>GEOLOGIA DEL YACIMIENTO .....</b>       | <b>26</b> |
| 2.2  | <b>GEOLOGIA REGIONAL.....</b>              | <b>26</b> |
| 2.2.1  | Estructura Regional .....                  | 27        |
| 2.3  | <b>GEOLOGIA LOCAL .....</b>                | <b>30</b> |
| 2.3.1  | Estratigrafía .....                        | 31        |
| 2.3.1.1  | Formación Chulec .....                     | 31        |
| 2.3.1.2  | Formación Pariatambo.....                  | 31        |
| 2.3.2  | Tipos de alteración .....                  | 32        |
| 2.3.2.1  | Alteración Propilítica .....               | 32        |
| 2.3.2.2  | Alteración Potásica .....                  | 32        |
| 2.3.2.3  | Alteración Fílica .....                    | 33        |
| 2.3.2.4  | Alteración Argílica .....                  | 33        |
| 2.3.3  | Mineralización.....                        | 35        |
| 2.3.3.1  | Zona de Óxidos .....                       | 35        |
| 2.3.3.2  | Zona Mixta de Óxidos-Sulfuros .....        | 35        |
| 2.3.3.3  | Zona de Enriquecimiento Súper génico ..... | 35        |
| 2.3.3.4  | Zona de Mineralización Hipógena .....      | 35        |
| 2.4  | <b>GEOLOGIA ECONÓMICA .....</b>            | <b>36</b> |
| 2.4.1  | Minerales de mena .....                    | 36        |
| <b>CAPITULO III: OBRAS PRELIMINARES Y CONSTRUCCION DE HAUL ROADS .....</b> |  | <b>38</b> |
| 3.1  | <b>GENERALIDADES .....</b>                 | <b>38</b> |
| 3.2  | <b>ALCANCE DEL PROYECTO.....</b>           | <b>41</b> |



|              |  |           |
|--------------|--|-----------|
| <b>3.3</b>   | <b>ALCANCE DE LOS TRABAJOS</b> .....                               | <b>42</b> |
| <b>3.4</b>   | <b>OBRAS PRELIMINARES</b> .....                                    | <b>43</b> |
| <b>3.4.1</b> | <b>Ingeniería de Detalle</b> .....                                 | <b>43</b> |
| <b>3.4.2</b> | <b>Oficina de Obra</b> .....                                       | <b>44</b> |
| <b>3.4.3</b> | <b>Talleres, Polvorín y Estaciones de Servicio</b> .....           | <b>45</b> |
| <b>3.4.4</b> | <b>Movilización de equipos y personal</b> .....                    | <b>46</b> |
| <b>3.4.5</b> | <b>Trazo y Replanteo</b> .....                                     | <b>47</b> |
| <b>3.5</b>   | <b>CONSTRUCCIÓN DE HAUL ROADS</b> .....                            | <b>48</b> |
| <b>3.5.1</b> | <b>Limpieza y remoción del Top Soil</b> .....                      | <b>49</b> |
| <b>3.5.2</b> | <b>Corte (Excavación de la ruta)</b> .....                         | <b>50</b> |
| <b>3.5.3</b> | <b>Relleno (nivelación de material)</b> .....                      | <b>52</b> |
| <b>3.5.4</b> | <b>Compactación de Subrasante</b> .....                            | <b>53</b> |
| <b>3.5.5</b> | <b>Colocación de Bermas de Protección</b> .....                    | <b>53</b> |
| <b>3.5.6</b> | <b>Conformación de Capa de Rodadura</b> .....                      | <b>55</b> |
|              | <b>CAPITULO IV: PLANEAMIENTO POR PERIODOS ANUALES</b> .....        | <b>56</b> |
| <b>4.1</b>   | <b>CONSIDERACIONES GEOTECNICAS</b> .....                           | <b>59</b> |
| <b>4.2</b>   | <b>PLANTA CONCENTRADORA</b> .....                                  | <b>61</b> |
| <b>4.2.1</b> | <b>Etapas del proceso</b> .....                                    | <b>61</b> |
|              | <b>CAPÍTULO V: PERFORACION Y VOLADURA EN MINA Y CANTERAS</b> ..... | <b>62</b> |
| <b>5.1</b>   | <b>REQUERIMIENTOS PARA APLICAR PERFORACIÓN Y VOLADURA</b> .....    | <b>63</b> |
| <b>5.2</b>   | <b>PERFORACION</b> .....   | <b>65</b> |
| <b>5.2.1</b> | <b>Generación de bancos y plataformas</b> .....                    | <b>68</b> |
| <b>5.2.2</b> | <b>Muestras para el control de ley</b> .....                       | <b>71</b> |
| <b>5.3</b>   | <b>VOLADURA</b> .....  | <b>73</b> |
| <b>5.3.1</b> | <b>Voladura Master</b> .....                                       | <b>73</b> |
| <b>5.3.2</b> | <b>Planos de Voladura</b> .....                                    | <b>74</b> |
| <b>5.3.3</b> | <b>Proceso de fracturación</b> .....                               | <b>75</b> |
| <b>5.3.4</b> | <b>Efectos de la voladura</b> .....                                | <b>76</b> |

5.3.5 Proceso de fisuramiento y rotura..... 76

5.3.6 Proceso de agrietamiento ..... 77

5.3.7 Factores relevantes en el mecanismo de voladura ..... 78

5.3.7.1 Factores relacionados con el macizo rocoso ..... 78

5.3.7.2 Factores del explosivo ..... 81

5.3.7.3 Factor de carga ..... 83

5.3.8 Carguío de los taladros ..... 84

**CAPÍTULO VI: CONTROL DE COSTOS: RESULTADO OPERATIVO..... 90**

**6.1 CONTROL DE PRODUCCION Y COSTOS EN EL RESULTADO OPERATIVO ... 91**

6.1.1 Control de operaciones ..... 91

6.1.1.1 Controles básicos ..... 92

6.1.1.2 Controles consolidados ..... 98

6.1.2 Control de equipos ..... 104

**6.2 RESULTADO OPERATIVO EN APERTURA DE OPERACIONES ..... 104**

6.2.1 Elección de los equipos de acarreo..... 107

6.2.2 Elección de los equipos de carguío ..... 110

6.2.3 Elección de los equipos de perforación ..... 111

6.2.4 Elección de los equipos auxiliares ..... 114

**6.3 CALCULO DE COSTOS UNITARIOS POR FASE ..... 116**

6.3.1 Perforación..... 116

6.3.2 Voladura..... 122

6.3.3 Carguío..... 126

6.3.4 Acarreo..... 129

6.3.5 Mantenimiento de vías ..... 132

**6.4 FORMULA POLINOMICA Y COMPONENTES ..... 135**

6.4.1 Fijos..... 136

6.4.2 Mano de obra. .... 136

6.4.3 Llantas..... 136

|              |  |            |
|--------------|--|------------|
| <b>6.4.4</b> | <b>Repuestos importados .....</b>      | <b>137</b> |
| <b>6.4.5</b> | <b>Combustible y lubricantes .....</b> | <b>137</b> |
| <b>6.4.6</b> | <b>Explosivos.....</b>                 | <b>138</b> |
| <b>6.4.7</b> | <b>Tipo de cambio .....</b>            | <b>138</b> |
|              | <b>CONCLUSIONES .....</b>              | <b>139</b> |
|              | <b>RECOMENDACIONES.....</b>            | <b>142</b> |
|              | <b>BIBLIOGRAFIA .....</b>              | <b>145</b> |
|              | <b>ANEXOS.....</b>                     | <b>146</b> |

## INTRODUCCION

El objetivo del presente informe es determinar los errores en el inicio de operaciones desde la perspectiva de un contratista minero verificando constantemente el avance con lo presupuestado. Ninguna experiencia es igual a la anterior, los cálculos errados puede darse por varios motivos pero principalmente por no considerar la realidad que va a enfrentar.

La apertura de Operaciones mineras requiere un planeamiento previo detallado que considere los alcances del proyecto, restricciones y supuestos de los trabajos a realizar.

Se debe tener presente que la contratista vende en relación a lo que produce, vive de su eficiencia. Una compañía dueña de mina puede verse beneficiada por la subida de precios en el mercado y pueden esconder ciertas ineficiencias; caso contrario al de una contratista que no se ve influenciado por este efecto del precio de los metales.

## **CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES**

### **1.1 UBICACIÓN PROYECTO CERRO CORONA**

El proyecto Cerro Corona se encuentra políticamente ubicado en el departamento de Cajamarca, provincia de Hualgayoc, distrito de Hualgayoc, comunidad campesina El Tingo, anexo predio La Jalca, caseríos Coymolache y Pilancones. Geográficamente, se encuentra ubicado en la vertiente oriental de la Cordillera Occidental de los Andes del Norte de Perú, hacia la vertiente continental atlántica, aproximadamente entre los 3.600 m y los 4.000 m de altitud. Involucra principalmente a las cuencas de los ríos Tingo / La Quebrada o Tingo / Maygasbamba, y Hualgayoc / Arascorgue, las cuales drenan hacia el océano Atlántico a través de los ríos Llaucano, Marañón y Amazonas. El área de influencia directa del proyecto abarca a la comunidad campesina El Tingo, incluido su Anexo el Predio La Jalca, conformado por los caseríos de Pilancones, Coymolache y el Centro Poblado Urbano de Hualgayoc.

- Departamento: Cajamarca
- Provincia: Hualgayoc
- Distrito: Hualgayoc
- Latitud:  $06^{\circ}45'45''N$
- Longitud:  $78^{\circ}37'22''E$
- Altitud: 3.960 msnm

### 1.1.1 Accesibilidad

Por carretera, el área del proyecto se encuentra a aproximadamente 10 km al noroeste del poblado de Hualgayoc, 30 km al suroeste de la ciudad de Bambamarca, capital de la provincia de Hualgayoc y 90 km al noroeste de la ciudad de Cajamarca, capital del departamento del mismo nombre (Figura 1).

**FIGURA 1: UBICACIÓN PROYECTO CERRO CORONA – CAJAMARCA – PERÚ**



Fuente: Google

## 1.2 HISTORIA DE LAS OPERACIONES

El Proyecto Cerro Corona se ubica en una zona históricamente influenciada por la actividad minera.

Desde fines del siglo XVIII, cuando el cerro Hualgayoc fue descubierto en el periodo colonial, hasta la actualidad la minería ha caracterizado el desarrollo de todas las actividades de la región.

Históricamente, el área ha sido minada a pequeña escala y como consecuencia de ello en la zona se tienen socavones y pequeñas pilas de desmonte

En la actualidad el Proyecto Cerro Corona pertenece a GFLCSA, antes denominada Sociedad Minera La Cima S.A. Esta empresa fue creada a consecuencia de la reorganización societaria que celebró Sociedad Minera Corona S.A. mediante Escritura Pública de fecha 19 de noviembre de 2.003.

Sociedad Minera Corona S.A. operó antiguamente la mina Carolina, ubicada en la misma zona de la actual Unidad Minera Cerro Corona. La mina Carolina era una mina subterránea pequeña, con un sistema de disposición de relaves y molienda compleja, y fue operada intermitentemente, desde el inicio de sus operaciones en el año 1.984 hasta que éstas fueron suspendidas en el año 2.003. En enero de 2.006 Gold Fields Corona (BVI) Limited adquirió una participación mayoritaria en Sociedad Minera La Cima, a través de una oferta pública de

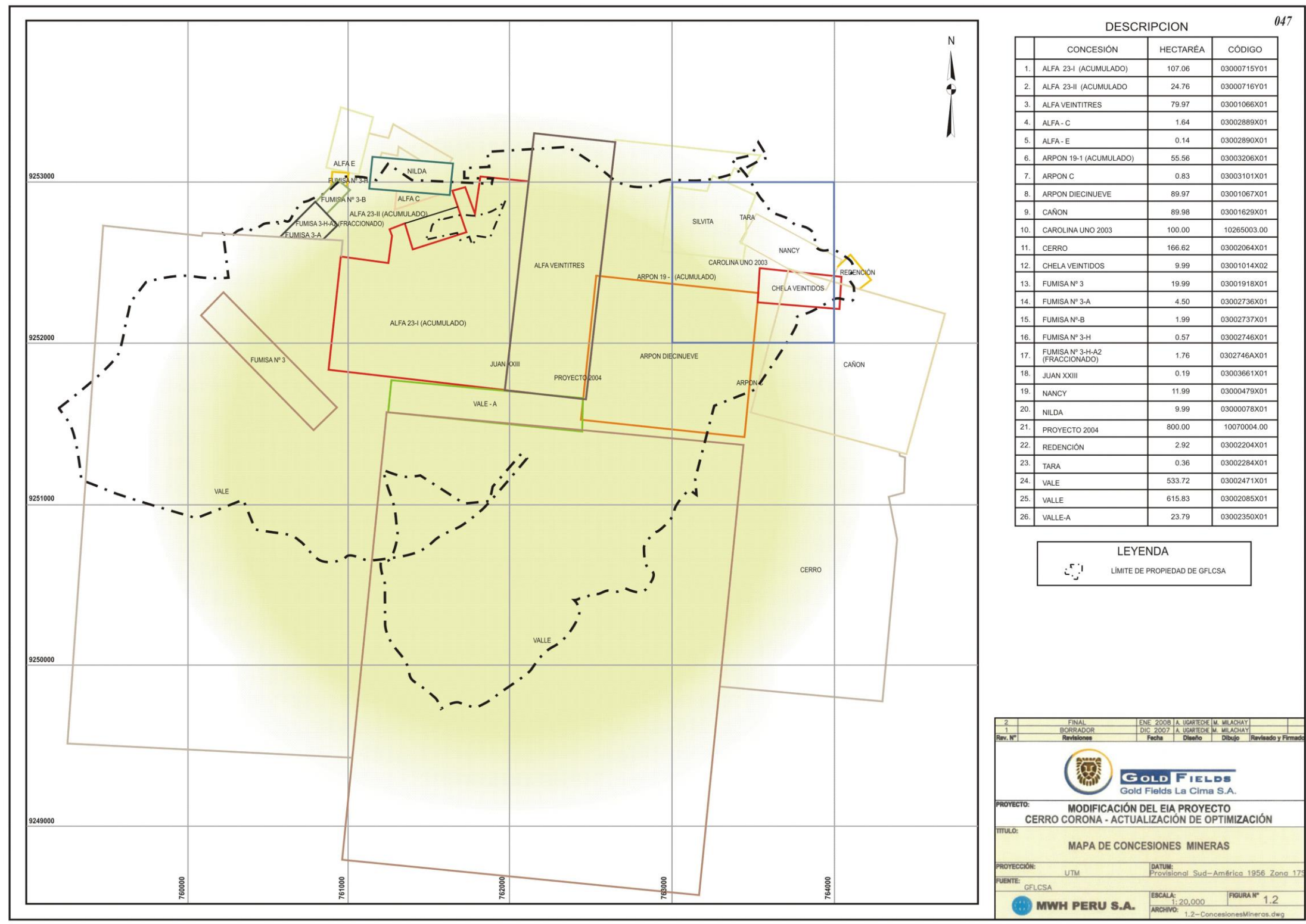
adquisición, con el propósito de desarrollar el Proyecto Cerro Corona. Este proyecto es de una dimensión, en cuanto a costo de capital y volumen de operaciones, sustancialmente distinta respecto a las operaciones de la Sociedad en el pasado.

GFLCSA adquirió los derechos superficiales sobre el área del proyecto, obtuvo la aprobación del EIA del Proyecto Cerro Corona por la autoridad competente y posteriormente obtuvo los permisos de construcción necesarios.

Las concesiones que constituyen la propiedad minera están registradas a nombre de GFLCSA, una compañía comercial peruana, subsidiaria y propiedad de Gold Fields Limited. Las concesiones mineras relacionadas a la presente modificación, se muestran geográficamente en la Figura 2.



FIGURA 2: MAPA DE CONCESIONES MINERAS.



Fuente: Archivo Knight Piésold Consulting.

### 1.3 ALCANCE DE LA OBRA

GFLC contrató los servicios de San Martín Contratistas Generales con el fin de facilitar todo el equipo de minería, instalaciones de talleres, servicios, materiales, repuestos, abastecimiento de consumibles, personal, mano de obra y la supervisión suficiente y competente necesaria para ejecutar la Obra.

La Obra incluye, sin limitar, lo siguiente:

- a) Movilización y establecimiento de equipos de minería, instalaciones, estructuras y mano de obra en el Área.
- b) Abastecimiento, operación y mantenimiento de los equipos de Minería.
- c) Desbroce de tierra vegetal/cubierta y apilamiento de material (incluyendo retiro de vegetación).
- d) Construcción de todas las vías destinadas a vehículos de transporte necesarias, dentro del perímetro de la mina superficial, adecuadas para la operación bajo cualquier clima. La construcción de vías destinadas a vehículos de transporte fuera del perímetro de la mina superficial será llevada a cabo por terceros bajo un contrato separado.
- e) Pre-desbroce de material de cubierta/desbroce para el desarrollo inicial de la mina.
- f) Perforación, voladura, excavación, carguío, acarreo y descarga/apilamiento de material de mineral en el área de ROM/triturador.

- g) Remanejo de hasta el 100% del mineral alimentado a la trituradora en el ROM PAD.
- h) Perforación, voladura, excavación, carga, acarreo y entrega de material de cubierta / desbroce en las ubicaciones designadas (Instalación de botadero de material de cubierta / desbroce, pila de óxido mineralizado, instalación de almacén de relaves u otra pila de material de cubierta / desbroce designada).
- i) Fragmentación secundaria de rocas sobredimensionadas dentro de la mina y en el ROM PAD, según se requiera.
- j) La provisión de drenajes superficiales alrededor de la mina.
- k) Protección de las paredes definitivas de la mina durante la voladura y preservación de la estabilidad de la pared definitiva de la mina.
- l) El control de ocurrencias de aguas pluviales y aguas subterráneas en la mina y el bombeo de esta agua a las ubicaciones especificadas (el equipo de bombeo y sumidero y el plan de filtrado serán proporcionados por terceros).
- m) Filtración / desagüe de las paredes de mina (el equipo para filtrar la pared de la mina y el plan de filtrado será proporcionado por terceros).
- n) Mantenimiento de todas las vías destinadas a vehículos de transporte, dentro y fuera del perímetro de la mina superficial.
- o) Mantenimiento de material de cubierta / desbroce y otras áreas de almacenamiento de pilas de material.
- p) Aprovisionamiento de todo el personal y requerimientos de mano de obra para la ejecución de la obra.

- q) Cualquier otra actividad necesaria para la realización anterior.

## 1.4 CLIMA

### 1.4.1 Data Regional

Como es típico del Perú, el clima de la región tiene dos estaciones distintas. Una estación seca de mayo a octubre y una estación de lluvias de noviembre a abril durante la cual ocurre el 80% del total de la precipitación fluvial. Se ha identificado varias estaciones climáticas en el área según información obtenida del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. La información respecto de la precipitación mensual para la estación en Bambamarca ha sido adquirida de los años 1.961 a 1.999 y para la estación en Hualgayoc de los años 1.961 a 1.983. Además, se utilizaron los valores de la precipitación anual reportada para la Minera Sipán de los años 1.978 a 1.999.

**CUADRO 1: PRECIPITACIÓN ANUAL DE ESTACIONES VECINAS.**

| <b>RESUMEN DE PRECIPITACIÓN ANUAL TOTAL DE LAS ESTACIONES VECINAS</b> |           |         |   |                             |
|---|-----------|---------|---|-----------------------------|
| Estación  | Al norte  | Al este | Elevación<br>(metros sobre el<br>nivel del mar) | Precipitación<br>anual (mm) |
| Bambamarca  | 9 260 500 | 774 700 | 2.580   | 715                         |
| Hualgayoc   | 9 251 500 | 765 500 | 3.510   | 1.350                       |
| Minera Sipán  | 9 235 000 | 745 000 | 3.515   | 1.403                       |

**Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.**

### 1.4.2 Precipitación local estimada

En el año 1.995, se constituyó una estación de monitoreo climático en el área para registrar información respecto de la precipitación fluvial, la temperatura y la evaporación. El registro del periodo disponible es limitado, del 6 de mayo al 15 de septiembre de 1.995; el cual no es suficiente para estimar la precipitación en el área. La media anual de precipitación fluvial en el área fue estimada de la correlación de precipitación versus la elevación obtenida del registro regional asumiendo una elevación promedio de 3.880 m para la mina superficial. Este cálculo produce una precipitación promedio anual de 1.580 mm. Los totales de precipitación promedio mensual fueron estimados asumiendo que el promedio de precipitación en las áreas tiene la misma distribución que se observó en la vecina Hualgayoc. Estos valores estimados se encuentran presentados en la tabla siguiente.

**CUADRO 2: PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL DE HUALGAYOC Y CERRO CORONA.**

| PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL (mm) EN HUALGAYOC Y CERRO CORONA |                |                         |
|---|----------------|-------------------------|
| Mes   | Hualgayoc      | Cerro Corona (estimado) |
| Enero   | 138,5          | 162,4                   |
| Febrero   | 161,4          | 189,3                   |
| Marzo   | 195,6          | 229,4                   |
| Abril   | 142,3          | 166,8                   |
| Mayo  | 72,5           | 85,0                    |
| Junio   | 38,9           | 45,7                    |
| Julio   | 33,5           | 39,3                    |
| Agosto  | 37,1           | 43,5                    |
| Septiembre  | 82,8           | 97,1                    |
| Octubre   | 160,9          | 188,6                   |
| Noviembre   | 135,1          | 158,5                   |
| Diciembre   | 142,6          | 167,2                   |
| <b>Total Anual</b>  | <b>1.347,0</b> | <b>1.580,0</b>          |

Fuente: Registro Medio Ambiente GFLC.

### 1.4.3 Condiciones Meteorológicas

La información contenida en la tabla siguiente fue recopilada en el pueblo vecino de Hualgayoc (3.560 m RL) ente los años 1.979 y 1.993.

**CUADRO 3: TEMPERATURA, PRECIPITACIÓN Y HUMEDAD RELATIVA DE HUALGAYOC.**

| TEMPERATURA, PRECIPITACIÓN Y HUMEDAD RELATIVA DE HUALGAYOC PARA EL PERIODO 1979-1993 |                  |      |        |      |       |                    |           |                      |     |        |     |       |
|--|------------------|------|--------|------|-------|--------------------|-----------|----------------------|-----|--------|-----|-------|
| Mes  | Temperatura (°C) |      |        |      |       | Precipitación (mm) |           | Humedad Relativa (%) |     |        |     |       |
|  | Máxima           |      | Mínima |      | Prom. | Total              | Max. Abs. | Máxima               |     | Mínima |     | Prom. |
|  | Media            | Max  | Media  | Max  |       |                    |           | Media                | Max | Media  | Max |       |
| Enero  | 12,1             | 17,5 | 4,1    | -8,0 | 8,1   | 98,0               | 39,6      | 92                   | 99  | 51     | 10  | 72    |
| Febrero  | 11,8             | 18,5 | 3,6    | -5,7 | 7,7   | 108,4              | 52,2      | 91                   | 99  | 52     | 10  | 72    |
| Marzo  | 12,3             | 19,0 | 4,1    | -6,5 | 8,2   | 131,7              | 68,0      | 91                   | 99  | 50     | 13  | 71    |
| Abril  | 11,9             | 21,0 | 3,9    | -6,0 | 7,9   | 107,6              | 37,4      | 91                   | 99  | 53     | 10  | 72    |
| Mayo   | 12,2             | 18,5 | 3,2    | -3,0 | 7,7   | 52,2               | 31,8      | 92                   | 99  | 50     | 11  | 71    |
| Junio  | 12,6             | 21,0 | 2,5    | -6,0 | 7,6   | 14,6               | 17,3      | 90                   | 99  | 45     | 10  | 68    |
| Julio  | 12,7             | 21,0 | 1,7    | -6,5 | 7,2   | 13,8               | 14,5      | 88                   | 99  | 41     | 10  | 65    |
| Agosto   | 12,9             | 21,3 | 2,2    | -6,9 | 7,6   | 30,1               | 28,9      | 90                   | 99  | 42     | 15  | 66    |
| Septiembre   | 12,1             | 19,0 | 2,1    | -8,0 | 7,1   | 46,1               | 31,9      | 91                   | 99  | 44     | 14  | 68    |
| Octubre  | 12,6             | 19,0 | 3,6    | -3,7 | 8,1   | 103,3              | 34,7      | 92                   | 99  | 49     | 10  | 71    |
| Noviembre  | 12,6             | 18,5 | 2,9    | -7,5 | 7,8   | 89,4               | 46,2      | 89                   | 99  | 46     | 10  | 68    |
| Diciembre  | 12,4             | 18,5 | 3,3    | -7,5 | 7,9   | 104,2              | 39,8      | 91                   | 99  | 48     | 10  | 70    |

**Fuente: Registro Medio ambiente GFLC.**

### 1.4.4 Riesgo Sísmico

La naturaleza sísmica del área ha sido evaluada por el Centro de Investigación Sísmica. El área de Cerro Corona está ubicada dentro de la Zona 1 (más alta) dentro de los estándares de resistencia a terremotos en el Perú. El área se encuentra en una región activa de subducción y el diseño estructural deberá tomar en cuenta el impacto de los terremotos. No hay registro de eventos locales de importancia en el área de Cerro Corona.

## **1.5 DESCRIPCIÓN DEL AREA DEL PROYECTO**

### **1.5.1 Ambiente físico**

El área de influencia del Proyecto es montañosa y los cursos de agua transcurren por valles formados por pendientes muy empinadas de grandes montañas. El área comprende zona de quebrada, zona de ladera y zona de cumbre. Las altitudes comprendidas varían entre los 3.600 msnm y 4.000 msnm, y las pendientes proveen a los ríos un alto poder de erosión de sus cauces.

La configuración estructural del área se refleja por lo general en fallas de rumbo y plegamientos cuyos ejes se orientan al noroeste. Regionalmente el área de Cerro Corona se ubica en la flexura de Cajamarca, que ha producido megalignamientos con dirección este oeste, que cortan transversalmente la configuración noroeste dominante de las estructuras de los andes y que presentan mineralización localizada a escala regional. Basados en la geología y los tipos de mineralización, en el área de Hualgayoc se reconocen dos sub-districtos mineros: sub-districto de Hualgayoc y el sub-districto de Tantahuatay. Localmente, el área del Proyecto, se encuentra en las estribaciones superiores de la Cordillera Oriental, cuyo relieve es producto de múltiples procesos tectónicos; dentro de este territorio se encuentra la “Superficie Puna”, que representa a las superficies de erosión, sobre los cuales se han originado diversas sub-unidades geomorfológicas tales como: cerros y cadena de cerros, valles glaciares, circos glaciares, valles fluviales, cubetas y lagunas, quebradas y laderas.

El Perú es considerado una zona de alta actividad sísmica, principalmente por encontrarse dentro del cinturón circumpacífico. Existen registros de 457 sismos en el área del Proyecto, históricamente el primero registrado fue un terremoto en 1.658. Se ha estimado que la zona del proyecto se encuentra dentro de una región cuyo riesgo sísmico puede considerarse moderado.

De acuerdo a la clasificación bioclimática de Holdridge, el área comprendida entre los 3.600 msnm y 4.000 msnm es clasificada como subhúmeda y fría con una estación de lluvias y una estación seca bien definidas. Mientras que el clima en las elevaciones por encima de los 4.000 msnm es húmedo y frío. Ambas zonas permanecen húmedas a lo largo del año, pero durante el periodo octubre - abril reciben la mayoría de las precipitaciones anuales. Según la clasificación climática del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI-1.988), el área del proyecto corresponde a un clima semifrío lluvioso con deficiencias de precipitaciones entre mayo y septiembre (época llamada regionalmente “verano”) y alta humedad relativa. El rango de altitudes y la complejidad fisiográfica ejercen una gran influencia sobre las condiciones climáticas locales.

En relación a los suelos, la totalidad de ellos corresponden a suelos de montaña expuestos a condiciones climáticas extremas. Esto ha determinado que los suelos presenten un desarrollo edafológico incipiente con importantes limitaciones productivas. Sobre la base de los estudios de línea base efectuados, se determinó que en el área de influencia del proyecto existen cinco unidades de suelos, los que



presentan diferencias atribuibles principalmente al material de origen, a la posición topográfica y a las condiciones ambientales donde se desarrollan.

De acuerdo con la capacidad de uso mayor existe las subclases P3sec (tierras aptas para el Pastoreo, de baja calidad agrológica; subclases por clima, suelo y erosión); Xsec (Tierras de Protección de baja calidad agrológica; subclases por clima, suelo y erosión) y la Asociación P3sec – Xsec (en las zonas de las plantas de tratamiento PLT-1 y Ampliación PLT-1 subdividida en tierras con vocación para pasturas y tierras sin vocación de uso. La clasificación de suelos por su uso actual de acuerdo a la Unión Geográfica Internacional muestra la existencia de suelos de Praderas Naturales (PN), Asociación de Terrenos de Praderas Naturas y Terrenos de Cerros y Laderas Desérticas (PN-Ld) y Terrenos con Cultivos Extensivos (CE).

La planta concentradora, la cantera Facilidades de Mina, las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas PLT-1, ampliación PLT-1, PLT-2 y PLT-3, y el depósito de suelo orgánico N° 9 se encuentran ubicados en la microcuenca de la quebrada Las Gordas y microcuenca de la quebrada Las Flacas, respectivamente, ambas pertenecen a la subcuenca del río Tingo-Maygasbamba. La pila de óxidos mineralizados N° 1, el depósito de suelo orgánico N° 8 y la planta de aguas residuales PLT-Arpón están ubicadas en la cabecera de la microcuenca de la quebrada Mesa de Plata que pertenece a la subcuenca del río Hualgayoc - Arascorgue.

Las subcuencas Tingo-Maygasbamba y Hualgayoc-Arascorgue presentan actualmente severas alteraciones como consecuencia de una larga historia de trabajos mineros lo cual se evidencia por la presencia de pasivos ambientales en su entorno circundante. Los caudales de las quebradas ubicadas en las partes altas se caracterizan por presentar flujos periódicos o estacionales, con flujos de agua superficial que dependen de las escorrentías producto de las precipitaciones. Estas subcuencas forman parte de la cuenca alta occidental del río Llaucano.

### **1.5.2 Ambiente biológico**

Según la clasificación de las Regiones Naturales del Perú de Javier Pulgar Vidal (1.967), la mayor parte de la zona de estudio se encuentra dentro de la región Jalca (3.500 msnm a 4.000 msnm) y una pequeña porción de la misma en la región de la Puna. Considerando el Mapa Ecológico del Perú, el área de las instalaciones a incorporar en la presente modificación (pila de óxidos mineralizados, depósitos de suelo orgánico, cantera, planta concentradora y plantas de tratamiento de aguas residuales) se encuentran en la zona de vida Páramo Muy Húmedo - Subalpino Tropical (pmh-SaT) que se distribuye a lo largo de la cordillera; presenta un relieve dominante empinado ya que conforma el borde o parte superior de las laderas que enmarcan valles interandinos.

El área de estudio del Proyecto Cerro Corona (dentro del cual se encuentran ubicados los componentes de la presente modificación) posee en general una cobertura vegetal homogénea, dominada por pastos naturales altos (pajonal) de aspecto macollante y siempre verde, herbáceas dicotiledóneas diversas y algunos

estratos arbustivos propios de las zonas denominadas Jalca o Páramo. En las partes altas, asociados a roquedales, se encuentran estratos de plantas inferiores como musgos y helechos. Las especies de flora encontradas indican una riqueza específica conformada por 213 especies distribuidas en 46 familias, principalmente de las divisiones Pteridophyta y Angiosperma. La Clase Dicotyledoneae presenta la mayor riqueza de especies (72%).

Del total de especies de flora registradas en todo el área de estudio del Proyecto Cerro Corona (dentro del cual se encuentran ubicadas las instalaciones a incorporar) se han identificado, de acuerdo con la Lista Oficial de Especies de Flora y Fauna Amenazada en el Perú, cinco especies sensibles: la *Ephedra americana* Humb & Bonpl Ex wild “pinco pinco” como casi amenazada, la *Acaulimalva parnassiaefolia* (Hooker) y la *Puya herrerae* Harms, en estado vulnerable, y la *Polylepis racemosa* “queñoa”, en peligro.

En cuanto a la fauna terrestre, en la zona de las instalaciones a incorporar, se identificaron un total de 43 especies que incluyen 34 especies de aves, 5 especies de mamíferos, 2 especies de reptil y 2 especies de anfibios. La diversidad de especies de fauna silvestre encontrada durante el estudio se caracteriza por una predominancia de aves con un 82,5% del total. Las especies de mamíferos presentan unos 12,5%, seguidos por los reptiles y anfibios, cada uno con 2,5% de las especies. La mayoría de estas especies frecuentan zonas de pastizal, pajonal y campo abierto indistintamente, sin embargo la mayor diversidad fue encontrada en la zona de roquedales. En base a los criterios de clasificación de estado y/o

amenaza del INRENA, ninguna de las especies de fauna registradas se encuentran dentro de las categorías de conservación establecidas en el Decreto Supremo N° 034-2004-AG; sin embargo las siguientes especies (registradas en estudios anteriores) si están clasificadas como de conservación: *Telmatobius brevipes* “rana” (en peligro), *Atelopus peruensis* “sapo” (en peligro) y *Falco peregrinus* “halcón real” (casi amenazado).

El ecosistema acuático de los dos cursos de agua estudiados (río Tingo y Hualgayoc) identificó que los hábitats físicos poseían un valor medio a medio alto en cuanto a su capacidad como hábitat para sostener vida acuática, aunque el sustrato es inadecuado para los peces, sobre todo para los alevinos. La morfología del río es generalmente apropiada para peces pequeños (alevinos y juveniles), sin embargo se requiere una mayor cobertura de refugio (pozas y áreas de flujo laminar de mayor profundidad) para el mejor desarrollo de las poblaciones. La vegetación ribereña es suficiente para proveer de alimento al bentos y a los peces y para controlar la temperatura del agua en algunos lugares evaluados.

La salud ambiental de la parte alta de las subcuencas del río Tingo y del río Hualgayoc, según el análisis de bentos, es buena siendo mejor que en la parte baja debido en parte a la influencia de la industria minera. En parte alta del río Tingo y del río Hualgayoc se presentó la mayor abundancia de individuos, variando la riqueza promedio de la cuenca de 3,7 familias (río Tingo) y 9,6 familias (río Hualgayoc). La presencia de las especies Ephemeroptera, Plecoptera y

Trichoptera (porcentaje EPT) indica que la calidad del agua en la parte alta es buena con valores EPT en el rango de 59% a 100%.

Con respecto a la comunidad planctónica, según los estudios de línea base realizados en 1.995 (KP 2.005), en las subcuencas del río Hualgayoc y del río Tingo (río Hualgayoc, quebrada Las Águilas y río Tingo), no se identificaron especies de zooplancton en las muestras de agua. Sin embargo, 23 especies de fitoplancton estuvieron presentes en los tres cauces evaluados.

### **1.5.3 Ambiente socioeconómico**

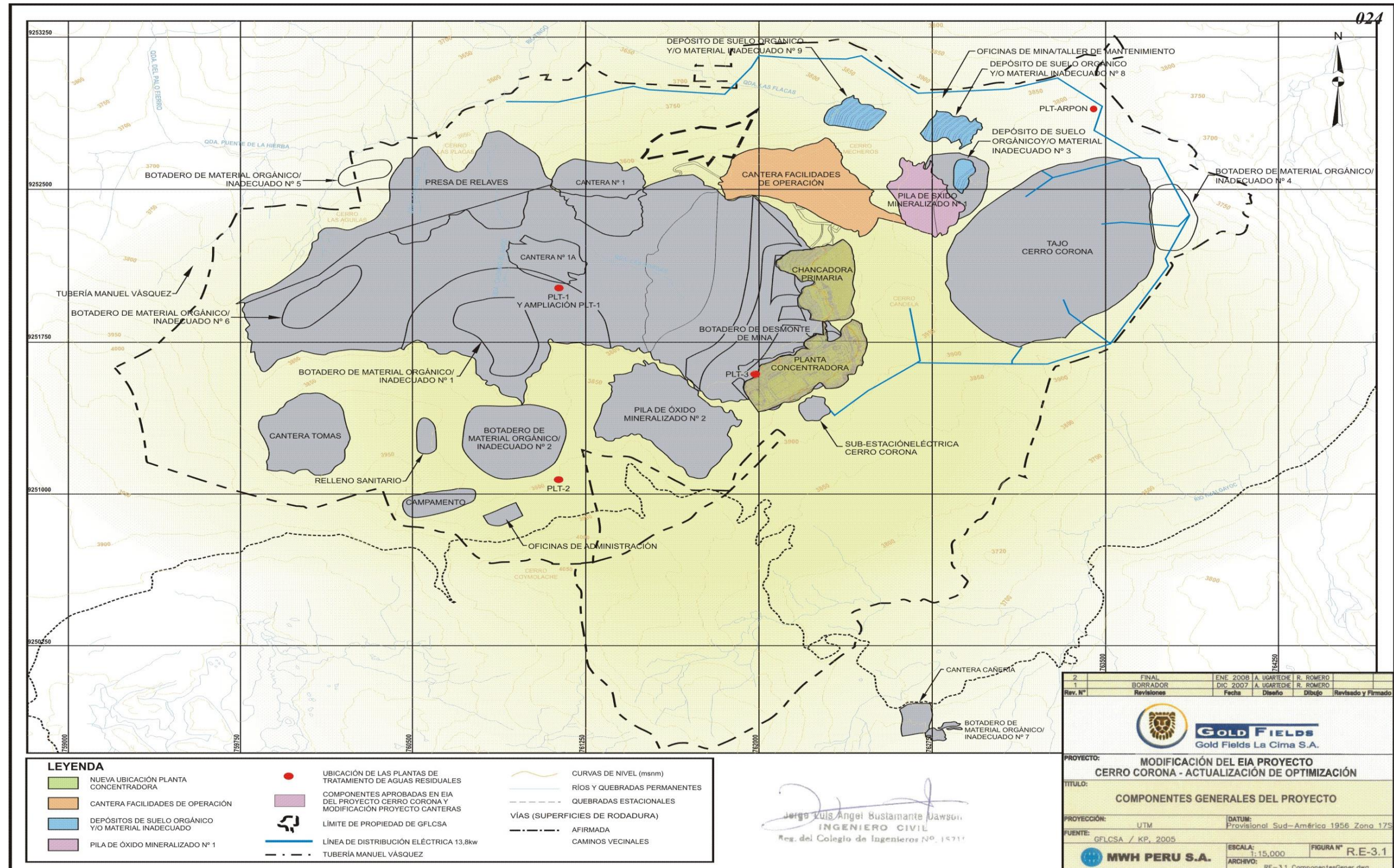
El Proyecto se caracteriza por ubicarse en una de las zonas de menor desarrollo humano del país tanto a nivel regional como distrital. La Región Cajamarca ocupa el puesto 19 a nivel de desarrollo humano con un índice de 0,54 de acuerdo al Informe de Desarrollo Humano del PNUD del 2.006. La provincia de Hualgayoc con un índice de 0,5023 ocupa el lugar 172 y el distrito de Hualgayoc con un índice de 0,4867 ocupa el puesto 1.661. La población en esa zona es mayoritariamente rural que se dedica principalmente a la agricultura de autoconsumo y ganadería para la venta de leche y quesos. La mayoría de la población en el área de influencia social directa carece o tiene un limitado acceso a los servicios básicos de saneamiento, electricidad, salud y educación así como una deficiente infraestructura en general. Por otro lado la zona es muy rica en recursos naturales y con un gran potencial de desarrollo evidenciado por la presencia histórica de la actividad minera en la zona. Es en este contexto en donde

se requiere mejorar las condiciones de vida de la zona y de grandes necesidades insatisfechas que se desarrollaría el presente proyecto de inversión.

#### **1.5.4 Ambiente de interés humano**

Se realizaron trabajos de reconocimiento y evaluación arqueológica como parte del desarrollo del EIA Proyecto Cerro Corona, por lo cual el INC otorgó el CIRA N° 2004 - 0176 para el área donde se llevarán a cabo las operaciones mineras del Proyecto Cerro Corona el cual incluye el área de las instalaciones a incorporar en la presente modificación. No se encontraron restos arqueológicos en ninguna de las áreas que serán ocupadas por los componentes de la presente modificación – Proyecto Actualización de Optimización.

FIGURA 3: COMPONENTES GENERALES DEL PROYECTO.



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental.

## 1.6 COMPOSICION DE LA CIA SAN MARTIN

Los orígenes de Cía. Minera San Martín S.A. se inician en los años 60 y 70 cuando el accionista principal de la empresa y sus hermanos adquieren vehículos de carga para operar en diversos contratos de transporte de mineral y materiales de construcción, principal actividad de entonces del grupo familiar. Con la experiencia ganada y el gran espíritu empresarial del grupo se inicia trabajos en la fábrica Cementos Chilca, para los cuales se adquiere un primer cargador frontal Caterpillar 920. De esta forma se inicia una nueva etapa en el desarrollo empresarial de un marcado crecimiento.

Posteriormente se adquirieron cargadores Caterpillar 930 y 950 con los cuales las operaciones se expandieron al movimiento de tierras y al alquiler de maquinaria pesada, fundando las empresas Excavaciones Apolo SRL y Transportes Caravana S.A.

A inicios de los 80, el país entró en un franco desarrollo en infraestructura, carreteras y habilitaciones urbanas. Para esto, el grupo estaba preparado para apoyar a los constructores y al sector público con sus equipos de transporte y maquinaria pesada. Durante estos años se participó activamente en la reconstrucción post fenómeno del niño; construcción de la marginal de la selva, así como en el servicio de transportes de yeso a Cementos Lima.



A finales de los ochenta, los hermanos deciden separarse, quedando la empresa Transportes Caravana, dedicada al movimiento de tierras y alquiler de maquinaria, en manos del accionista principal de la empresa. Se inicia negocios de explotación en el yacimiento Bayovar, se hace el transporte de chatarra desde Puerto Pejerrey-Pisco a la Fabrica Mepsa; se alquila maquinaria pesada (Tractores D8N, Excavadoras 325L, Volquetes Volvo NL12, Cargadores frontales 966C) para el proyecto de irrigación Chavimochic. En 1.988 se logra adjudicar las canteras de caliza de “Cemento Andino” para su explotación, con lo cual se incursiona en el negocio de perforación y voladura a tajo abierto.

El 7 de Noviembre de 1.990 después de muchos años de trabajo, dedicación, esfuerzo y apostar por el Perú, se decide fundar Compañía Minera San Martín S.A. posteriormente se cambió la razón social a SAN MARTIN CONTRATISTAS GENERALES S.A. en el año 2.008.

En esta época se inicia la consolidación de todos los negocios que se llevaron a cabo durante más de 20 años: se absorbe a las otras empresas del grupo, como Transporte Caravana, Considex, etc. y con una visión de largo plazo se apuesta por el desarrollo minero en el Perú y se consolidan negocios con la industria cementera, (Cementos Lima y Cemento Andino.). En esta década la empresa incursiona en otras áreas de negocio como la de exploraciones en perforación diamantina (Minera Barrick), minería subterránea (Iscaycruz), minería a tajo abierto, transportes de mineral, alquileres etc. Asimismo, se decide adquirir

algunas concesiones mineras metálicas y no metálicas con la finalidad de incursionar en el negocio minero.

A partir del 2.000 se inicia una nueva era en San Martín, con una visión empresarial de largo plazo y de continua consolidación del mismo.

La base de desarrollo de la empresa es su excelente grupo humano, aparato logístico y un eficiente soporte de maquinarias y equipos.

### **1.6.1 Visión de San Martín**

“Ser la empresa de servicios líder en los sectores de minería y construcción, reconocida en el ámbito nacional y latinoamericano y forjar en nuestros trabajadores una cultura de responsabilidad ambiental, social y familiar”

### **1.6.2 Misión de San Martín**

“Somos una empresa de servicios orientada a la minería y la construcción que basa su crecimiento en el mayor valor agregado que otorga a sus clientes, como consecuencia de la productividad y eficiencia con que se maneja el patrimonio de la compañía.”

### **1.6.3 Cultura organizacional**

#### **1.6.3.1 Cualidades**

a) **Calidad.-** No es sólo una meta sino la norma como métodos y fin que rige las acciones en San Martín. No se trata de hacer las cosas bien una sola vez sino

de lograr una continuidad que no permita la variación en perjuicio del resultado esperado. Significa, de acuerdo a su Política de Liderazgo, buscar mejoras para el mañana.

**b) Productividad.-** Se basa en que una adecuada planificación la lleva no solo a obtener resultados de la calidad esperada sino a obtenerlos de manera eficiente. Mantiene y extiende las relaciones comerciales con sus clientes asegurando así la permanencia en el mercado.

**c) Comunicación.-** Garantiza el funcionamiento del trabajo en Equipo. Busca una comunicación abierta, en todos los sentidos, que procure la obtención de mejores resultados para su trabajo. La comunicación en la organización es como el engranaje entre los piñones de un reloj. Si el engranaje es malo, el reloj se atrasa, adelanta o para. Si la comunicación es mala, el resultado las operaciones son de poca calidad y obtenido de forma ineficiente.

**d) Innovación.-** Basada en la búsqueda constante de la satisfacción del cliente y de la maximización de los resultados. Evita el estancamiento y el status quo. Se basa en el Sentido de Pertenencia y en el Trabajo en Equipo. Siempre quiere mejorar, porque al mejorar la empresa mejoran todos.

### **1.6.3.2 Valores Corporativos**

**a) Confianza.-** Fomenta la confianza en la organización delegando la responsabilidad sobre las decisiones que se deben tomar a aquellos que realizan las acciones en el lugar de los hechos, asegurando así la mayor certeza posible y la

oportunidad de las mismas. Se debe recordar que es preferible “decidir y equivocarse” que anular la acción por evitar la decisión. Siempre es posible crecer corrigiendo y mejorando en forma continua, mas nada se puede hacer si se anulan las posibilidades del principio.

**b) Integridad.-** La integridad es uno de los pilares de su filosofía sin la cual no sería posible generar la confianza entre su personal ni en sus clientes. Significa respetar los acuerdos que se hacen, ya sean laborales, comerciales o de cualquier otra índole. También ser honestos y leales. Y que serán capaces de afrontar responsabilidades sin temores causados por conductas incorrectas.

**c) Pertenencia.-** Se busca gente que sienta y defienda a la empresa como suya. El destino de la empresa en la actividad que desempeña y, por lo tanto, el de todas las familias vinculadas a ella es consecuencia de las acciones y decisiones de su gente; es así que en forma reciproca cada trabajador resulta ser el dueño de su propio destino. Cada uno de sus miembros aporta un valor importante a la empresa, al servicio y esta es capaz de brindar a sus clientes mejor servicio, continuidad en sus operaciones y éxito en el desempeño.

**d) Trabajo en equipo.-** La sinergia de sus pensamientos y la colaboración en sus acciones son fuente imprescindible para la calidad en el servicio que brinda. Todos se rigen en un denominador común “Satisfacer a sus clientes y maximizar sus resultados”.

## **CAPÍTULO II: GEOLOGÍA**

### **2.1 GEOLOGIA DEL YACIMIENTO**

El yacimiento Cerro Corona es de tipo porfirítico de cobre-oro, roca calcoalcalina, cuarzodiorita en un ambiente de margen continental. La intrusión porfirítica muestra la abundancia característica de magnetita hidrotermal.

### **2.2 GEOLOGIA REGIONAL**

Consideraciones metalogenéticas

- Corredor estructural Chicama – Yanacocha
- Alineamiento depósitos pórfidos de cobre paralelo a alineamiento andino.
- Cruce de alineamientos probabilidad de yacimientos
- Fallas de empuje (inversas) N315° buzamiento E 55°SW (Intrusión de stocks intrusivos), y Normales con 55°y buzamiento 70°NE (vetas mineralizadas).

### 2.2.1 Estructura Regional

La trama estructural de la región se caracteriza generalmente por fallas que empujan hacia el noroeste y a ejes plegados, indicativo de fuerzas compresivas a gran escala en orientación sur - oeste - noreste. Dentro del área de Hualgayoc, grandes pliegues abiertos en los sedimentos cretáceos caracterizan la estructura regional, con planos axiales que golpean nor - oeste y se buzcan empinadamente hacia el sur - oeste. La curvatura de Cajamarca produjo alineamientos con tendencia este-oeste que seccionan transversalmente la estructura regional. No hay fallas de empuje a gran escala en el distrito y las fallas se reducen principalmente a fracturas normales y desliz oblicuo con desplazamientos de pocos metros. Se ha identificado tres juegos de fracturas:  $315^\circ$  con buzamiento vertical a empinado NE;  $080^\circ$  con buzamiento de  $65^\circ$  NO; y  $45^\circ$  con buzamiento de  $65^\circ$  NO. Estas estructuras contienen mineralización de venas (filón) y corta ambos sedimentos y las intrusiones subsiguientes.

El cuerpo mineral consiste de pórfido mineralizado de cobre y oro alterado. La parte superior del cuerpo mineral es oxidado y contiene baja ley de cobre. Debajo del mineral oxidado, se encuentra presente mineralización de cobre secundaria en una zona supérgena. La mezcla y resolución pobre del óxido y las zonas supérgenas ha dado como resultado la definición de una zona de mineral mezclado o de transición entre las zonas de óxido y supérgenas.

Mineralogía de cobre primaria y oro se encuentran presentes debajo de la zona supérgena como mineral hipogénico. La pirita está presente en ambos, los minerales supergénicos e hipogénicos.

La alteración penetrante del pórfido ha conllevado a la formación de arcillas que afectan la minería y el procesamiento de mineral y el minado de los materiales de cubierta / de desbroce. Los aparentes “esponjamientos de arcilla” ubicados tienen potencialmente el mayor impacto.

La distribución de alteración en el cuerpo mineral está definida parcialmente. Los impactos en la minería varían con la intrusión oscilando entre material suave a mediano a duro. El grado de alteración así mismo impacta la estabilidad del talud así como el manejo del material a través del triturador y SAG y molinos de bola.

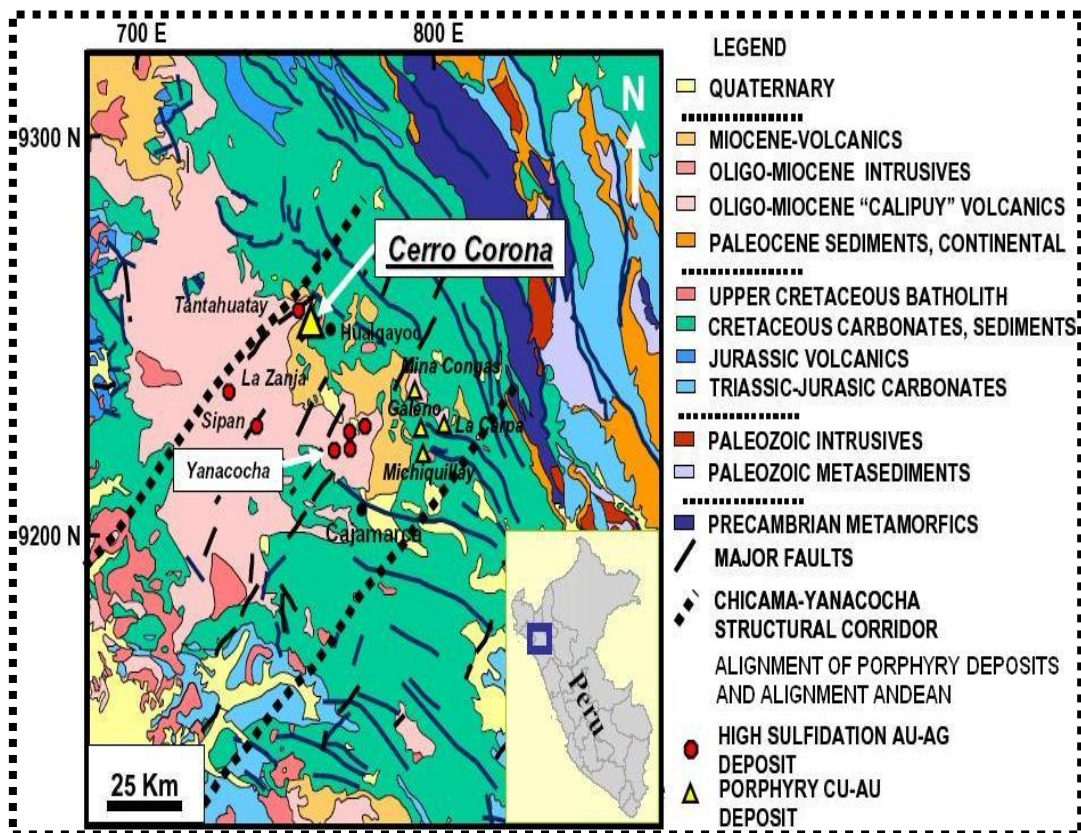
La expresión de la superficie del cuerpo mineral Cerro Corona es una colina cónica, de aproximadamente 800 m – 1.000 m de diámetro, que se eleva aproximadamente de 100 m a 150 m sobre el área circundante inmediata. La colina está tapada con afloraciones de silicio asociadas a la silicificación de la superficie del yacimiento fisural de la vena de cuarzo subyacente en el pórfido y por restos sedimentarios.

El cuerpo mineral es un yacimiento pórfido de cobre y oro dentro de varias intrusiones dioríticas en piedra caliza y fangosita del grupo Goyllarisquiza en el

distrito minero de Hualgayoc. El cuerpo pórfido tiene principalmente contactos verticales y ha sido ensayado en una profundidad de 400 m (RL3.500). La mineralización y alteración ocurre a lo largo de las intrusitas en las fracturas de las venas y diseminaciones en un pórfido diorítico y relacionado al yacimiento fisural.

La superficie del yacimiento ha sido lixiviado y enriquecido y consiste de una capa de óxido secundario sólo de oro sobre cobre enriquecido (con oro) zona supérgena y mezclada de hasta 70 m de grosor. Existe mineral hipógeno, conteniendo principalmente mineralización de cobre con oro, bajo la capa supérgena.

FIGURA 4: PLANO GEOLÓGICO REGIONAL



Fuente: Archivo Geología Gold Fields S.A.



## 2.3 GEOLOGIA LOCAL

Stock porfirítico sub - vertical de forma cilíndrica de 600 m - 700 m de diámetro, entre calizas de rumbo NW y buzamientos de SW en rocas sedimentarias.

Superficialmente se observa moderada a fuerte argilizado, con óxidos de fierro, así como afloramientos sicilificados con fuerte presencia de stockwork de qz y forma una altura topográfica resistente.

El cuerpo principal del depósito intruido en un solo episodio, con la posibilidad de una menor fase intrusiva (zona estéril).

### COLUMNA ESTRATIGRAFICA

Ubicación de los intrusivos **Corona** y

**Pan de Azúcar**. Dentro de la columna

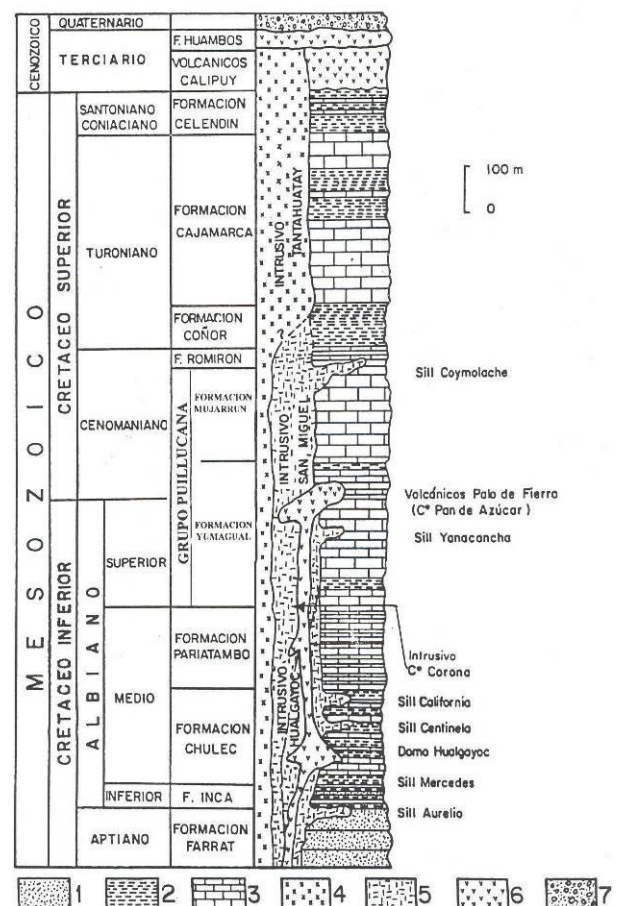
Estratigráfica (*SMC. 1995 modificado*

*De Canchaya. 1990*)

#### Leyenda

- 1 Sedimentos Clásticos.
- 2 Lutitas.
- 3 Calizas.
- 4 Intrusiones granodioríticas.
- 5 Intrusiones cuarzodioríticas.
- 6 Rocas Volcánicas.
- 7 Cuaternario.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA - DISTRITO HUALGAYOC



### **2.3.1 Estratigrafía**

#### **2.3.1.1 Formación Chulec**

- Margas y calizas nodulares grís claras a amarillentas
- Fauna abundante, bivalvos y restos de Exogiras
- Topográficamente suaves
- Contacto con formación Pariatambo concordante.

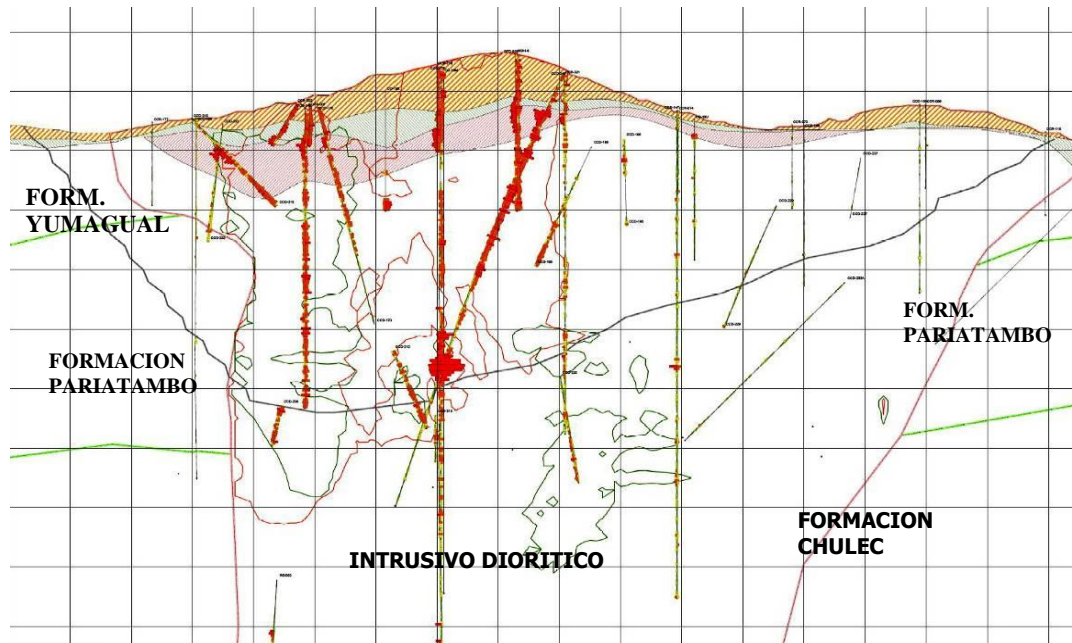
#### **2.3.1.2 Formación Pariatambo**

- Calizas con intercalaciones de lutitas negras
- Estratificación delgada y olor fétido
- Fauna de escasos amonites
- Contacto concordante con Grupo Puillucana

#### **Grupo Puillucana**

- Calizas claras, margas y lutitas color marrón
- Estratificación en bancos potentes
- Fauna de bivalvos y gasterópodos.
- Presenta escarpas poco pronunciadas a ondulatorias.

**FIGURA 5: FORMACIÓN CHULEC.**



Fuente: Archivo Geología Gold Fields S.A.

### 2.3.2 Tipos de alteración

#### 2.3.2.1 Alteración Propilítica

- Caracterizada por el desarrollo de clorita y epidota de los ferro-magnesianos y el desarrollo de calcita de los feldespatos.
- Py palida disseminada y cpy en orden de Tz a 1%.
- Py-cpy-hm ocurren a lo largo de fracturas, pero en menor grado.
- Menor mineralización en relación a otras alteraciones.

#### 2.3.2.2 Alteración Potásica

- Caracterizada por presencia de biotita >ortosa, de coloración marrón claro, pequeñas y destruidas en la matriz de grano fino, y ubicada en el centro del stock o a los márgenes.

- Venilleos de qz y mag (stockwork).
- La cpy ocurre en 1% en ambas rocas alteradas indicando la presencia cobre en el magma.

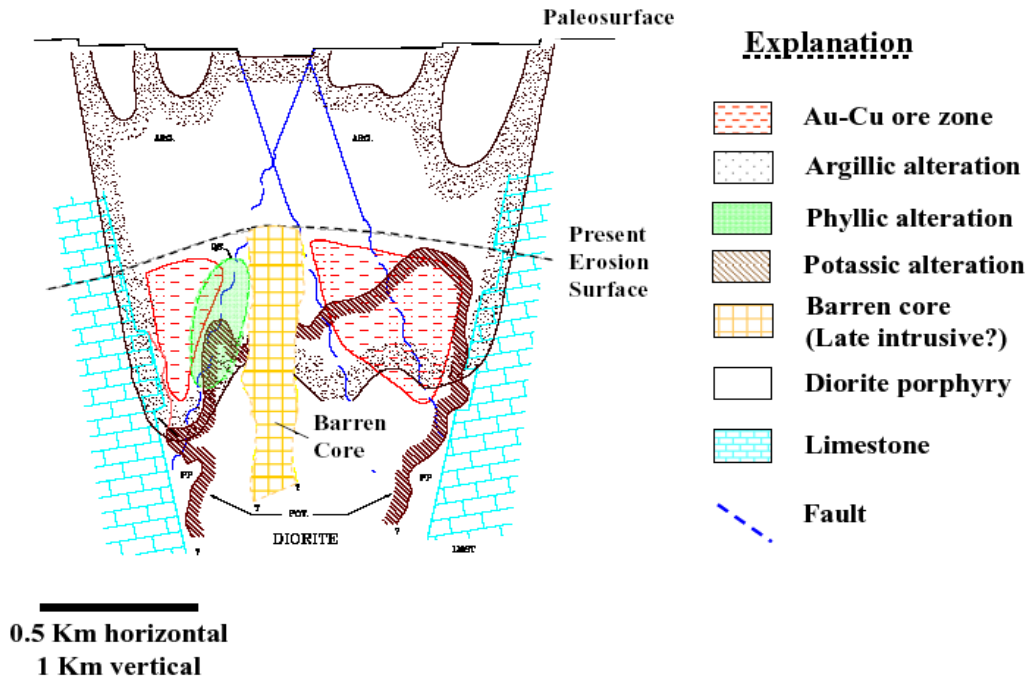
#### **2.3.2.3 Alteración Fílica**

- Caracterizada por qz-ser-py sobre impresa a anteriores.
- Texturalmente alteración muy destructiva.
- Restringida a fallamiento fracturamiento.
- Py grano fino y gris oscura en diseminaciones y venillas. Puede llegar a 6%, pero cpy muy baja.

#### **2.3.2.4 Alteración Argílica**

- Más común de las alteraciones sobre impresa a la propilitica y potasica.
- Argilización selectiva de los feldespatos (montmorillonita).
- Fuerte alteración puede destruir minerales constituyentes de roca, dejando matriz preservada.
- Biotita primaria puede sufrir débil destrucción en los bordes.

FIGURA 6: ALTERACIONES - SECCIÓN ESQUEMÁTICA.



Fuente: Archivo Geología Gold Fields S.A.

FIGURA 7: SECCIÓN PRELIMINAR ESQUEMÁTICA DEL STOCK CERRO CORONA

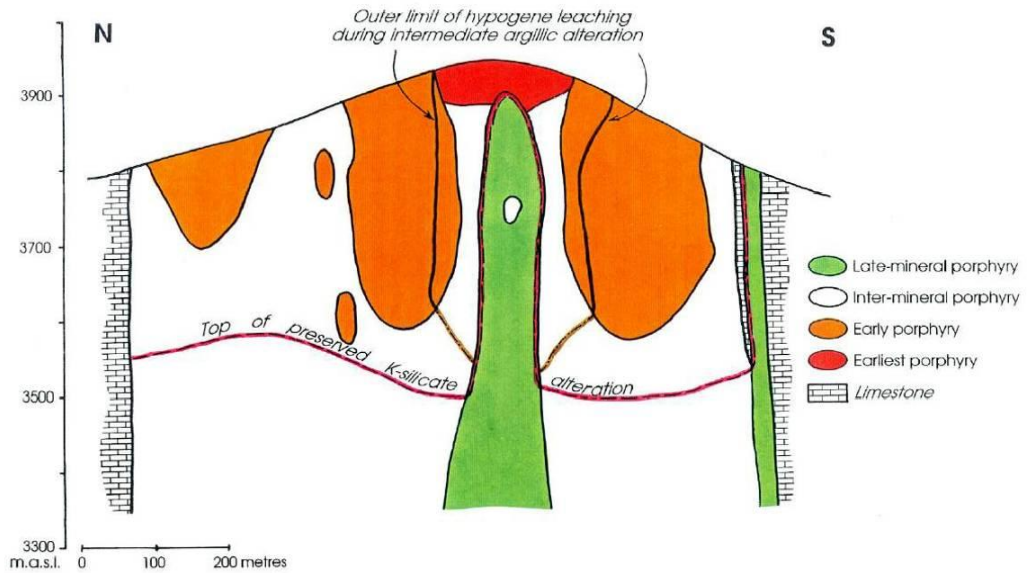


Figure 2. Preliminary schematic section of the Cerro Corona Stock

Fuente: Archivo Geología Gold Fields S.A.

### **2.3.3 Mineralización**

#### **2.3.3.1 Zona de Óxidos**

- Caracterizada por falta de sulfuros y casi la completa remoción de cobre hacia abajo.
- Stockwork de cuarzo pronunciado.

#### **2.3.3.2 Zona Mixta de Óxidos-Sulfuros**

- 0 m a 30 m
- Óxidos de fierro y minerales sulfurados, sulfatos y silicatos.
- Leyes erráticas de Cu (niveles altos a bajos).

#### **2.3.3.3 Zona de Enriquecimiento Súper génico**

- Esta desarrollada débil a moderadamente de 10 m a 50 m.
- Parcial a completo reemplazamiento de cpy, bn y localmente py por digenita, calcosita y covelita.
- Límite inferior marcado por deposición de sulfuros secundarios de cobre.

#### **2.3.3.4 Zona de Mineralización Hipógena**

- Desde base de enriquecimiento supergénico hacia abajo.
- Sulfuros primarios como calcopirita, pirita, pirrotita, marcasita y bornita, cantidades mínimas de molibdenita, esfalerita y galena.
- Remanentes de anhidrita en cantidades mínimas, removidas por aguas subterráneas durante la lixiviación supergena y eventos de enriquecimiento.

## **2.4 GEOLOGIA ECONÓMICA**

El Proyecto Cerro Corona considera la recuperación de cobre y oro a través del procesamiento de los minerales sulfurados considerando etapas de chancado, molienda y flotación, para producir un concentrado de cobre con cierto contenido de oro como producto final.

El depósito está contenido en una unidad de diorita intrusiva porfírica cuárstica que a su vez está contenida en intercalaciones de estratos gruesos de piedra caliza en roca madre.

Históricamente, en el área se ha minado a pequeña escala y se han dejado en el lugar socavones y pequeñas pilas de desmonte.

### **2.4.1 Minerales de mena**

Los estudios de factibilidad desarrollados para el proyecto han considerado reservas explotables aproximadas de 90,3 millones de toneladas de sulfuros con leyes de 0,52% de cobre y 0,98 g/t de oro. Se ha considerado una capacidad de procesamiento promedio en planta de 17.000 toneladas diarias.

Además se estima que se extraerán más de 7 millones de toneladas de óxido mineralizado con una ley de oro de 1,28 g/t y una ley de cobre de 0,06%, las

mismas que serán acopiadas para un futuro procesamiento. La relación de desbroce (desmonte: mineral) para todo el proyecto será de 0,8:1.

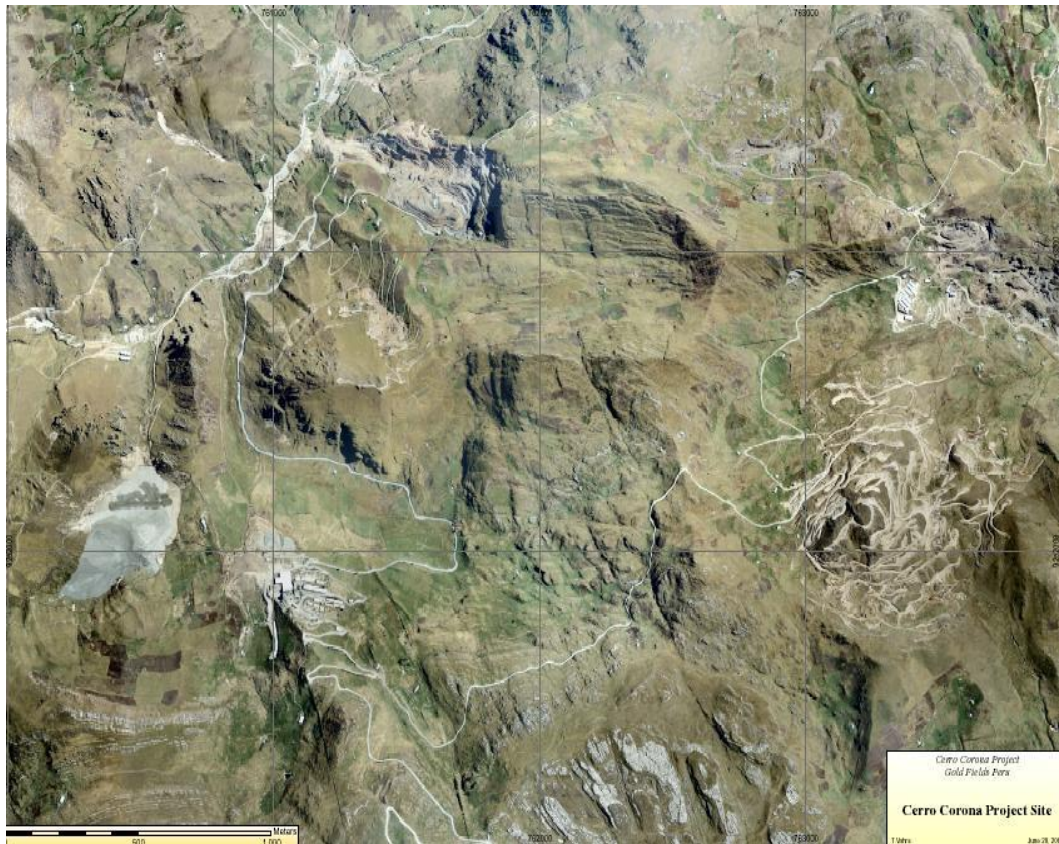


## **CAPITULO III: OBRAS PRELIMINARES Y CONSTRUCCION DE HAUL ROADS**

### **3.1 GENERALIDADES**

El Proyecto Mining Haulroad Construction de Cerro Corona consiste en la construcción de los caminos de servicio permanentes que serán utilizados para transportar los diversos tipos de materiales que se vayan extrayendo, durante la preparación y explotación de la mina, según la utilización que se tenga prevista para cada uno de ellos.

**FIGURA 8: VISTA SATELITAL DEL PROYECTO – REFERENCIA PARA LA GENERACIÓN DE HAUL ROADS**



**Fuente: Ingeniería Gold Fields.**

Los caminos por ejecutar son:

- Desde la Mina hacia el Botadero de Topsoil N° 4
- Desde la Mina hacia el Botadero de Óxidos Mineralizados
- Desde la Mina hacia el ROM Pad y Plant Site
- Desde la Mina hacia el Botadero Sur
- Desde la Mina hacia el Botadero Norte, este acceso pasa además por:
  - Cantera de Rocas N° 1
  - Cantera de Rocas N° 2
- Desde la Mina hacia la Presa, teniendo previsto llegar a tres niveles diferentes:

- Zona baja del Valle, Nivel 3.633 msnm.
- Zona Sur del Valle, Nivel 3.700 msnm.
- Zona Norte del Valle, Nivel 3.720 msnm.

Estos accesos, a nivel de presentación de ofertas, han sido definidos por el propietario tanto en sus trazos como en sus volúmenes de excavación y relleno, a los que incluso se les ha asignado letras en las zonas de intersecciones a fin de identificarlos más rápidamente.

En el caso de los accesos hacia el PIT (Tramo AP), hacia el Botadero de Óxidos Mineralizados (Tramo AZ) y hacia el Botadero de Topsoil N° 4 (Tramo RT), a partir de la información proporcionada por el cliente, nosotros hemos definido a nivel de Ingeniería Básica los trazos, longitudes y volúmenes de excavación y relleno (para una carretera similar: Plataforma = 30 m, Camión de 150 t), según el siguiente detalle:

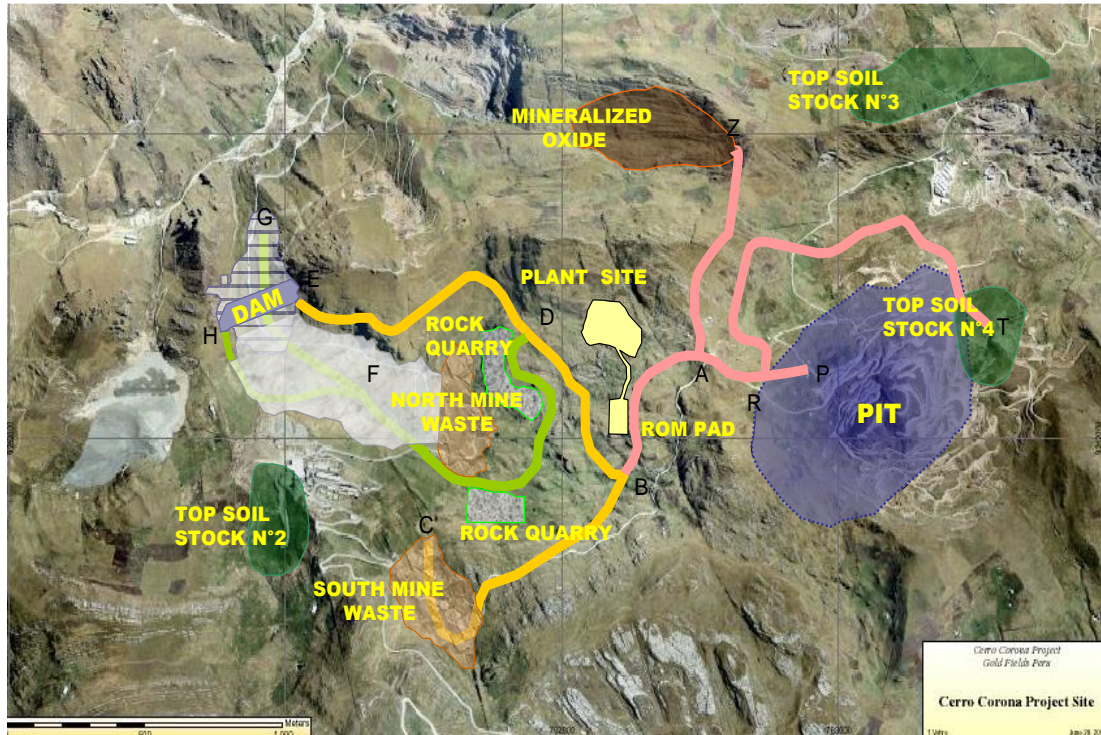
**CUADRO 4: DISTANCIAS, COTAS Y VOLUMEN DE LOS TRAMOS DEL HAUL ROAD.**

| TOTAL ROAD AND PLANT SITE: CUT AND FILL VOLUMES |                             |           |          |                 |          |                                 |               |
|---|-----------------------------|-----------|----------|-----------------|----------|---------------------------------|---------------|
|   | TRAMOS                      | COTAS     |          | DISTANCIAS (km) |          | VOLUMEN (1.000 m <sup>3</sup> ) |               |
|   |                             | C. Inicio | C. Final | Pendiente       | Longitud | Corte (bcm)                     | Relleno (bcm) |
| DATOS DE PROYECTISTA                            | A - B                       | 3.889     | 3.854    | -8,65%          | 0,6      | 276                             | 62            |
|   | B - C                       | 3.854     | 3.797    | -4,44%          | 1,3      | 73                              | 108           |
|   | B - D - E                   | 3.854     | 3.720    | -7,44%          | 1,8      | 337                             | 255           |
|   | D - F - G                   | 3.810     | 3.633    | -8,43%          | 2,1      | 257                             | 121           |
|   | F - H                       | 3.670     | 3.700    | 4,70%           | 0,6      | 137                             | 112           |
|   | ROM Pad                     | 3.865     | 3.865    |                 |          | 81                              | 103           |
|   | Plant Site                  | 3.685     | 3.685    |                 |          | 299                             | 278           |
|   | Parcial accesos             |           |          |                 | 6,4      | 1.080                           | 658           |
|   | Parcial Plataformas         |           |          |                 |          | 380                             | 381           |
|   | DATOS POSTOR                | A - P     | 3.889    | 3.895           | 1,10%    | 0,5                             | 2             |
| R - T   |                             | 3.869     | 3.785    | -5,08%          | 1,7      | 178                             | 84            |
| A - Z   |                             | 3.889     | 3.872    | -2,56%          | 0,7      | 112                             | 114           |
| Parcial   |                             |           |          |                 | 2,9      | 292                             | 447           |
|   | TOTAL Accesos               |           |          |                 | 9,3      | 1.372                           | 1.105         |
|   | TOTAL Accesos + Plataformas |           |          |                 |          | 1.752                           | 1.486         |

Fuente: Ingeniería San Martín.

En la figura siguiente mostramos un esquema de la Mina, Presa, ROM Pad, Plant Site, Canteras y Botaderos, así como los accesos previstos para interconectarlos.

**FIGURA 9: ESQUEMA DE MINA.**



Fuente: Ingeniería San Martín.

### 3.2 ALCANCE DEL PROYECTO

Los alcances previstos para esta etapa constructiva son los siguientes:

Obras preliminares:

- Elaboración de Ingeniería Definitiva.
- Oficinas.
- Talleres, Polvorín y estación de servicio.
- Movilización y desmovilización.
- Trazo y replanteo.

Construcción de Haul Roads:

- Limpieza y remoción del top soil.
- Corte (excavación de la vía).
- Relleno (Nivelación de material).
- Compactación de sub rasante.
- Colocación de Bermas de protección.
- Conformación de capa de rodadura.

Para la evaluación de la propuesta técnica y económica, se realizaron visitas a la zona del proyecto, con el fin de verificar las condiciones geográficas y topográficas, el estado y características de los caminos de acceso donde se ejecutarán los trabajos, la ubicación de los botaderos, así como los puntos de abastecimiento de agua y canteras para el aprovisionamiento del material de préstamo en caso se necesiten.

### **3.3 ALCANCE DE LOS TRABAJOS**

Para el desarrollo de la obra se agruparon las actividades en Procesos pre establecido, los mismos que se ejecutaron de manera secuencial.

Inicialmente nos proveímos de la mano de obra, instalaciones y equipos necesarios para el desarrollo de nuestras actividades. Luego desarrollamos las actividades específicas de cada Proceso (llevadas a cabo por frentes de trabajo predeterminados) los que comprenden desbroce y recuperación de Topsoil,

conformación de la plataforma (cortes y rellenos masivos), colocación de alcantarillas de drenaje, compactación de subrasante, colocación de bermas de protección, conformación de capa de rodadura (base y pavimento), habilitación de cunetas y culminarán con la colocación de señales informativas y preventivas.

Finalmente, se confeccionaron los planos “conforme a obra”, efectuándose la Memoria Valorizada de la Obra y la Liquidación Final de Obra.

### **3.4 OBRAS PRELIMINARES**

Comprende los trabajos relacionados con el inicio de obra: Construcción de oficinas, almacenes, talleres, polvorín y autoservicios de combustible y lubricantes, así como la movilización de equipos.

Se incluyó también en este rubro la elaboración de la Ingeniería Definitiva de los Haul Roads solicitados por el Cliente, así como el trazo y replanteo de los mismos.

#### **3.4.1 Ingeniería de Detalle**

Teniendo en cuenta que los planos y datos alcanzados por el Cliente para la elaboración de las ofertas tienen carácter referenciales, y de acuerdo a lo indicado en las bases de licitación, se desarrolló la Ingeniería de Detalle de los Haul Roads, así como la impresión de los respectivos planos, de manera anticipada al inicio de

las actividades, aprovechando el tiempo disponible que se tuvo entre la firma del Contrato y el inicio de los trabajos previstos.

En esta etapa, se trasladarían a la zona de trabajo el Gerente de Proyecto (de manera parcial), administrador de obra, el Jefe de Oficina Técnica, el Jefe de Operaciones, un Proyectista, un Cadista, el Jefe de Topografía junto con una brigada de Topografía.

### **3.4.2 Oficina de Obra**

Aprovechando la habilitación provisional de los campamentos existentes para la etapa de Ingeniería se construyeron las Oficinas de Obra, la cual sirvió como centro de operaciones y/o coordinaciones para el control y avance de la obra, así como de oficina de trámites administrativos, seguridad y centro de capacitación.

De manera simultánea y teniendo en cuenta las necesidades futuras para la etapa de explotación de la mina, se construyeron los almacenes de Obra.

Los Servicios de Agua, Saneamiento, Energía Eléctrica y Servicio de comunicación telefónica y fax fueron proporcionados por el Propietario Gold Fields, posteriormente se instaló un sistema de comunicación satelital para facilitar la interconexión de la Obra con nuestra Casa Matriz. La comunicación hacia y entre los diferentes frentes de trabajo será por medio de radios portátiles, además de dotar del mismo sistema a las camionetas de obra.

Adicionalmente, se instalaron “containers” en cada frente de trabajo, además de otros que se colocaron en lugares estratégicos de la obra, a fin de facilitar las coordinaciones de trabajo “al pie de obra”, así como de depósito de insumos, herramientas y equipos menores.

**FIGURA 10: PLATAFORMA DE ARMADO DE EQUIPOS MINEROS**



**Fuente: Registro fotográfico San Martín.**

### **3.4.3 Talleres, Polvorín y Estaciones de Servicio**

Minera San Martín S.A. también se encargó de instalar las facilidades necesarias para el mantenimiento de sus equipos, así como la construcción de un polvorín y estaciones de servicio para el abastecimiento de combustibles y lubricantes para los equipos y movildades que circulen por la zona de trabajo. Se adoptarán las medidas necesarias para el manejo y disposición final de material contaminante y prevención de derrames.



Todas estas instalaciones fueron presupuestadas al costo del cliente y el Campamento Principal (Vivienda y Alimentación) fueron suministrados por el Propietario, además se instalaron sistemas de seguridad necesario, como son: pararrayos, extintores, zonas de evacuación, zonas de tránsito restringido, manejo de desechos (en coordinación con el Propietario deberán establecerse botaderos para desechos orgánicos, desechos tóxicos y desechos comunes).

#### **3.4.4 Movilización de equipos y personal**

El personal movilizado estuvo conformado principalmente por aquellas personas que llegaron de nuestra Casa Matriz para hacerse cargo de la Dirección y Control de la Obra, así como por los técnicos de las diversas especialidades, maestros de obra, capataces, operadores de equipo pesado y mano de obra especializada; mientras que el personal no calificado fue tomado entre los residentes de la localidad.

Luego de realizado el trazo y replanteo se procedió a la movilización del personal y equipos de conformación de plataformas, explotación de canteras y control de calidad.

El resto del personal y equipos, se movilizó de acuerdo a la programación de la obra; inicialmente se enviaron lo correspondiente a maquinarias para ejecutar la excavación de plataformas con compresoras y perforadoras manuales, posteriormente lo necesario para la excavación y rellenos masivos, procesamiento

de las capas de base y pavimento y finalmente los programados para las obras de señalización.

### 3.4.5 Trazo y Replanteo

Antes del inicio de las actividades previstas en la ejecución de la obra, se efectuó un levantamiento topográfico de manera conjunta con el Propietario y el Supervisor de Obra, con la finalidad de definir las cantidades reales de obra.

**FIGURA 11: PERSONAL DE TOPOGRAFÍA REALIZANDO EL TRAZO DE LA FUTURA VÍA DE ACARREO.**



**Fuente: Registro fotográfico San Martín.**

Con la Aprobación de la Ingeniería Definitiva y los “Planos válidos para Construir”, se efectuaron los trabajos de trazo y replanteo en cada frente, según el avance previsto en cada caso.

Es necesario resaltar la importancia de la cuadrilla de topografía porque de ella depende la correcta ubicación de los accesos en cuanto al trazo, niveles a

considerar y ubicación de obras de drenaje, así como la cubicación de los cortes y rellenos que se deban ejecutar a fin de cuantificarlos para sus valorizaciones posteriores.

Se tuvo una cuadrilla de topografía permanente por frente de trabajo, con el soporte de un Proyectista en la Oficina Técnica quien procesaba la información de campo; actualizando y registrando todas las modificaciones al Proyecto.

### **3.5 CONSTRUCCIÓN DE HAUL ROADS**

La visita de inspección a la zona de trabajo, así como la absolución de consultas efectuada por el Propietario, nos permitió efectuar una evaluación más real de la cantidad de trabajo a efectuar y las actividades y equipos a considerar tanto en la planificación de los trabajos como en el presupuesto de los mismos. Es así que los trabajos correspondientes a la construcción de los Haul Roads se han dividido en:

1. Desbroce y recuperación de Top Soil.
2. Corte (Roca Fija: 80%, Material Suelto: 20%).
3. Relleno (con material del corte).
4. Compactación de la subrasante.
5. Colocación de bermas de protección.
6. Conformación de capa de rodadura (base y pavimento).

**FIGURA 12: TRABAJOS INICIALES DE CONSTRUCCIÓN DE HAUL ROADS.**

**Fuente: Registro fotográfico San Martín.**

### **3.5.1 Limpieza y remoción del Top Soil**

Comprende el conjunto de actividades que se deberán efectuar de manera previa a los trabajos de movimientos de tierra masivo, los mismos que consistirán en retirar de las zonas de trabajo los arbustos y vegetación mayor a 0,50 m mediante la tala y/o remoción de dichos elementos.

De manera secuencial según el avance de trabajos en cada frente, se retirará la capa de material orgánico que se vaya encontrando en la zona de trabajo, con la ayuda de un tractor y una excavadora sobre orugas (a fin de tratar de llegar a las zonas menos accesibles). Todo el material que se vaya recuperando, deberá ser acumulado en zonas estratégicas, para facilitar el carguío y traslado hacia los botaderos expresamente designados como Topsoil Stockpile más cercanos.

En esta etapa constructiva, se deberá tener especial cuidado de no perjudicar innecesariamente el Medio Ambiente, además de controlar, y en lo posible regular, el tránsito de personas y animales por la zona a fin de evitar accidentes, para lo cual se dispondrán estratégicamente señaleros y/o vigías que vayan advirtiendo de los peligros y zonas de precaución.

Equipos Utilizados:

- 01 Tractor sobre orugas de 140 HP tipo CAT D6-G
- 01 Excavadora CAT330 de 244 HP
- 02 Camiones Volquetes de 22 t.
- 01 Torre de Iluminación.

### **3.5.2 Corte (Excavación de la ruta)**

El trabajo consiste en excavar con la ayuda de explosivos, mediante el método de perforación y voladura, con la finalidad de remover los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación en las zonas de roca fija, para posteriormente transportar ese material hasta las zonas de relleno.

Para el corte en roca fija, y teniendo en cuenta los problemas de accesibilidad, se ha previsto empezar los trabajos con perforadoras manuales, las cuales serán subidas con gente y el apoyo de un tractor sobre orugas de 140 HP con la finalidad de acercar las compresoras tan cerca como sea posible; de esta manera se deberá ir preparando una primera plataforma, a manera de un acceso provisional dentro de la misma zona de corte, lo suficientemente estable y amplia como para

permitir la llegada de un track drill 3 ½” de diámetro de perforación, con el que se continuarán las perforaciones y voladuras hasta conformar una plataforma intermedia, donde se tiene previsto trasladar, en algunos frentes con condiciones favorables se incluyó un track drill de 5” de diámetro de perforación, con el que se terminó de excavar la parte inferior de la sección de corte correspondiente.

Se prepararon plataformas intermedias sucesivas perforadas y cargadas con Emulsión, debido a la humedad prevista en temporada de lluvias que impediría el uso de Anfo, para luego ser voladas usando cordón detonante y retardos. Se realizaron las coordinaciones con la Supervisión de la Obra y los representantes del Propietario para tomar todas las medidas de seguridad necesarias para evitar accidentes tanto de obreros como de vehículos en tránsito.

Removido la roca fija se levantó el material con equipos de carguío adecuados, con la finalidad de trasladarlos hasta las zonas de relleno de tal manera que se vaya conformando el terraplén, de manera simultánea.

Equipos usados (por frente de trabajo):

- 01 Tractor de 300 HP tipo CAT D8R.
- 01 Tractor de 140 HP tipo CAT D6G.
- 01 Excavadora de 244 HP.
- 01 Cargador Frontal de 220 HP.
- 01 Camión grúa de 5 t para transporte de material.
- 01 Torre de Iluminación.

- 01 Compresora 750 cfm con 04 Perforadoras Neumáticas.
- 01 Track Drill Hidráulico de 3 ½" - 5" de diámetro de perforación.

### **3.5.3 Relleno (nivelación de material)**

El trabajo consiste en remover y transportar los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación y colocarlos en las zonas de relleno para conformar la plataforma de la carretera según el trazo requerido.

Antes de iniciar los trabajos de relleno de la plataforma, se efectuaron los trabajos de desbroce y recuperación del topsoil correspondiente, se compactó la subrasante como una manera de preparar el terreno antes de colocar los materiales de relleno.

Para efectuar los trabajos de relleno con material proveniente de las excavaciones efectuadas en la zona, se realizó el replanteo topográfico, y preparadas las banquetas de apoyo del material de relleno donde fuesen necesarias, se transporta y coloca el material directamente sobre la plataforma y con la ayuda del Tractor, se empuja el material hacia la ladera y/o las zonas de relleno, de tal manera que se vaya conformando el terraplén. Se efectuaron rellenos en capas de 0,80 m. en promedio. La compactación se efectuó con el paso del tractor y con ayuda de un rodillo vibratorio de 10 toneladas.

Las indicaciones iniciales del cliente eran que los trabajos de relleno se ejecutarán mediante el uso de los materiales provenientes de las excavaciones de

los haul roads, sin embargo se emplearon materiales provenientes de mina (desmonte).

#### **3.5.4 Compactación de Subrasante**

Comprende los trabajos de preparación y acondicionamiento de la subrasante en las zonas de corte, en un ancho y nivel sobre el cual se colocará y constituirán las capas de rodadura, base y pavimento, según sus respectivos espesores de diseño.

En las zonas de corte de roca, y con la finalidad de garantizar una superficie de apoyo uniformemente perfilada, regada y compactada, se realizó una sobre excavación de no más de 0,20 m con la finalidad de remover cualquier saliente de roca y poder “batir” ese material y compactarlo, de tal manera que se logre la superficie uniforme.

En cuanto a las zonas donde hay material inestable a nivel de subrasante, que no es factible de compactar o que presentaba una capacidad de soporte menor al del diseño adoptado para el tramo en construcción, se removió y reemplazado, con adición de material adecuado. En estos casos, se reconoció para pago dentro de las partidas correspondientes los volúmenes de excavación y eliminación del material inestable, así como los volúmenes de suministro y transporte del material de préstamo.

#### **3.5.5 Colocación de Bermas de Protección**

Comprende la colocación de material propio producto del corte de la plataforma, para formar las bermas o defensas de tierras de acuerdo con las especificaciones y

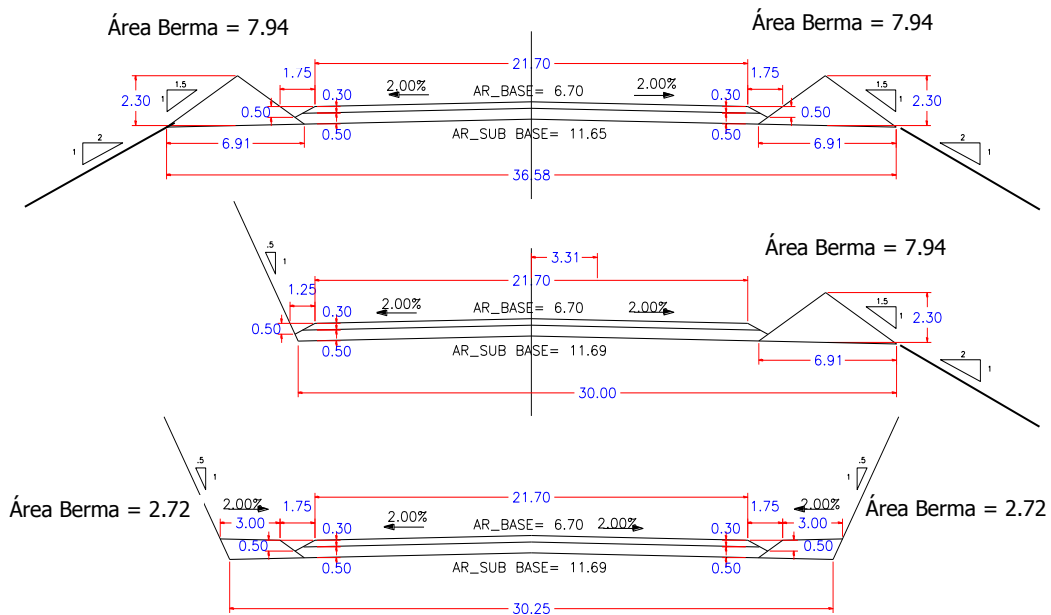


en conformidad con los alineamientos, rasantes, secciones y dimensiones indicadas en los planos aprobados para la construcción del plataformado.

El material para formar las bermas, será el proveniente de los cortes de la plataforma, de un tipo adecuado tal que no contenga escombros ni resto vegetal alguno, por lo que deberá estar exento de materia orgánica.

El Material para las bermas será colocado, conformado y compactado hasta obtener la sección típica de diseño o la forma que más se le asemeje, no deberá demostrar un grado determinado de compactación, pero se deberá tener cuidado que el material colocado no deberá ser fácilmente desmoronado o erosionado por las lluvias.

**FIGURA 13: SECCIONES PREVISTAS DE CONFORMACIÓN DE PLATAFORMAS Y BERMAS DE PROTECCIÓN. PLATAFORMA DE 30 m.**



**Fuente: Ingeniería San Martín.**

### **3.5.6 Conformación de Capa de Rodadura**

Con la subrasante nivelada y compactada, se iniciarán las actividades correspondientes a la colocación de las capas de rodadura con material clasificado.

La carpeta de rodadura diseñada, está conformada por dos capas sucesivas: La Base, con un espesor mínimo de 30 cm y el Pavimento con un espesor mínimo de 50 cm; ambos trabajos se ejecutarán haciendo que los volquetes vayan dejando a lo largo del tramo en avance montículos de material que luego serán esparcidos con la ayuda del tractor y una motoniveladora. Con el tractor se extenderá el material a lo largo de la plataforma y con la motoniveladora se bate el material con el agua regada por el camión cisterna, hasta obtener el contenido óptimo de humedad, para luego esparcirlo en capas y perfilarlo, dándole un espesor de capa aproximado al requerido y el bombeo indicado en planos. Luego se procederá a compactar dicha capa con un rodillo liso vibratorio de 10 t de acuerdo a lo indicado en las especificaciones técnicas y/o recomendaciones del laboratorio en base a los ensayos de Proctor y CBR que se efectúen con el material de préstamo autorizado.

Las características del material a ser utilizado como carpeta de rodadura deberán cumplir con las características y granulometría solicitada por el cliente.

Los frentes de trabajo serán los mismos que los de conformación de plataforma.

## CAPITULO IV: PLANEAMIENTO POR PERIODOS ANUALES

### PLAN GENERAL DE MINADO TAJO CERRO CORONA

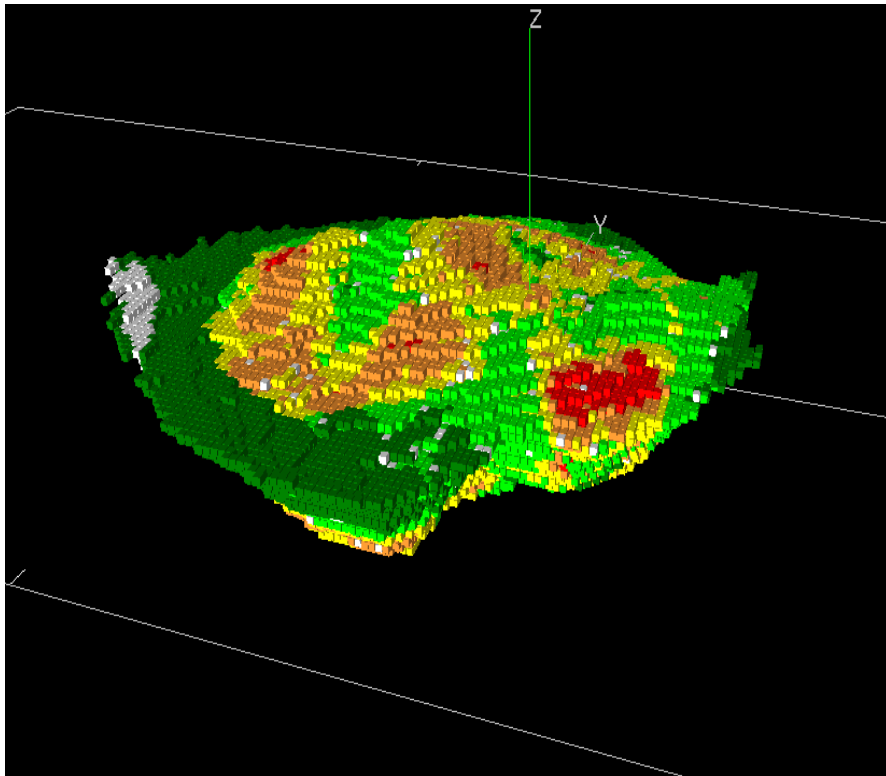
| Período<br>Tiempo<br>(Años) | Mineral                                     |  | Desmonte  |                                   |   | Total  |                            |
|-----------------------------|---|--|---|-----------------------------------|---|--|----------------------------|
|                             | Mineral<br>Total<br>(Millones<br>toneladas) | Óxidos<br>Mineraliza<br>dos<br>(Millones<br>toneladas) | Óxidos No<br>mineraliza<br>dos<br>(Millones<br>toneladas) | Caliza<br>(Millones<br>toneladas) | Diorita<br>Intrusita<br>(Millones<br>toneladas) | Material<br>Total<br>(Millones<br>toneladas) | Relación<br>de<br>Desbroce |
| PP                          | 1.051                                       | 4.052  | 2.860   | 0.545                             | 1.260   | 9.767  | 8,3                        |
| 1                           | 5.150                                       | 1.708  | 1.400   | 1.049                             | 2.708   | 12.015                                       | 1,3                        |
| 2                           | 6.200                                       | 0.671  | 0.291   | 2.609                             | 3.245   | 13.015                                       | 1,1                        |
| 3                           | 6.200                                       | 0.532  | 0.377   | 3.073                             | 2.833   | 13.015                                       | 1,1                        |
| 4                           | 6.200                                       | 0.205  | 0.207   | 2.445                             | 3.958   | 13.015                                       | 1,1                        |
| 5                           | 6.200                                       | 0  | 0.005   | 3.205                             | 3.605   | 13.015                                       | 1,1                        |
| 6                           | 6.200                                       | 0  | 0   | 2.182                             | 4.633   | 13.015                                       | 1,1                        |
| 7                           | 6.200                                       | 0  | 0   | 1.811                             | 3.819   | 11.830                                       | 0,9                        |
| 8                           | 6.200                                       | 0  | 0   | 1.170                             | 2.734   | 10.105                                       | 0,6                        |
| 9                           | 6.200                                       | 0  | 0   | 1.009                             | 1.881   | 9.090  | 0,5                        |
| 10                          | 6.200                                       | 0  | 0   | 1.230                             | 1.660   | 9.090  | 0,5                        |
| 11                          | 6.200                                       | 0  | 0   | 1.245                             | 1.634   | 9.079  | 0,5                        |
| 12                          | 6.200                                       | 0  | 0   | 1.144                             | 1.076   | 8.421  | 0,4                        |
| 13                          | 6.200                                       | 0  | 0   | 0.395                             | 0.656   | 7.252  | 0,2                        |
| 14                          | 6.200                                       | 0  | 0   | 0.021                             | 0.994   | 7.215  | 0,2                        |
| 15                          | 3.489                                       | 0  | 0   | 0                                 | 0   | 3.489  | 0,0                        |
| <b>Total</b>                | <b>90.293</b>                               | <b>7.166</b>   | <b>5.139</b>  | <b>23.131</b>                     | <b>36.697</b>                                   | <b>162.427</b>                               | <b>0,8</b>                 |

**FIGURA 14: FOTO INICIAL PROYECTO CERRO CORONA.**



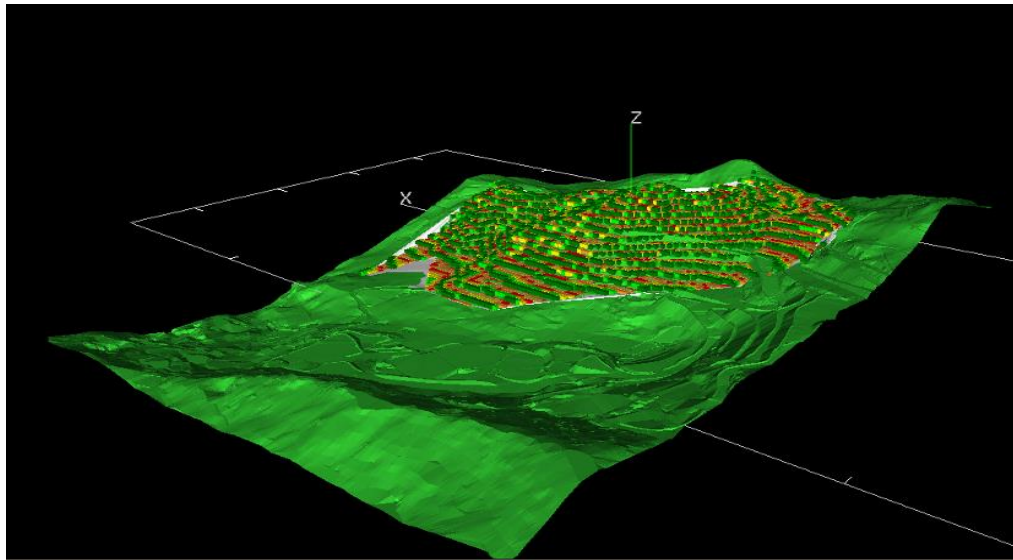
**Fuente: Registro fotográfico SM.**

**FIGURA 15: VISTA DIGITAL EN 3D DEL MODELO DE BLOQUES CERRO CORONA**



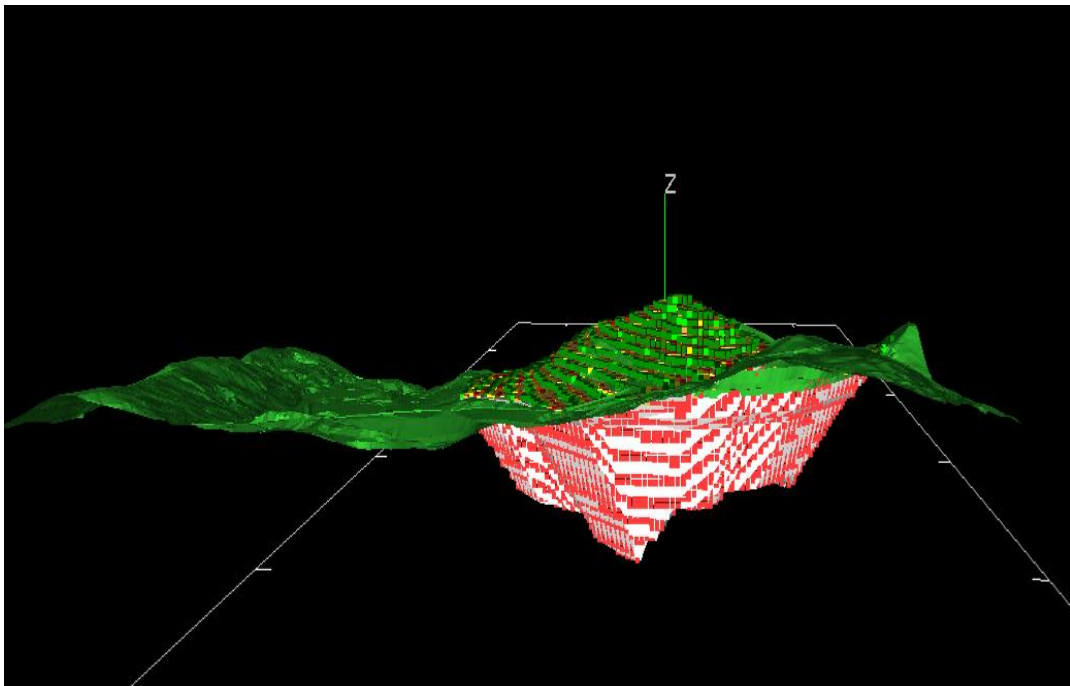
**Fuente: Ingeniería Gold Fields.**

**FIGURA 16: VISTA EN 3D DEL MODELO GEOLÓGICO DE BLOQUES CON LA TOPOGRAFÍA INICIAL DEL PROYECTO CERRO CORONA.**



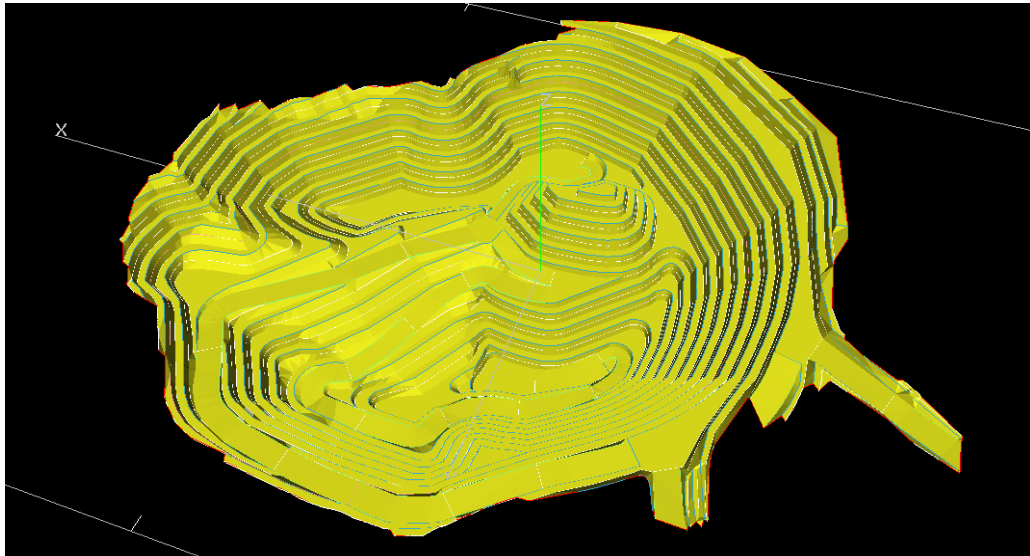
**Fuente: Ingeniería Gold Fields.**

**FIGURA 17: VISTA EN 3D DEL MODELO GEOLÓGICO DE BLOQUES CON LA TOPOGRAFÍA INICIAL DEL PROYECTO CERRO CORONA Y LA PROFUNDIZACIÓN PROYECTADA DE EXPLOTACIÓN.**



**Fuente: Ingeniería Gold Fields.**

**FIGURA 18: VISTA DEL PIT FINAL DEL PROYECTO CERRO CORONA.**



**Fuente: Ingeniería Gold Fields.**

El pit final tendrá un largo de 930 metros, ancho de 700 metros y la profundización del pit será de 340 metros.

El minado se realizará desde el nivel 3.960 - banco más alto – y el banco inferior será el nivel 3.620.

#### **4.1 CONSIDERACIONES GEOTECNICAS**

El informe contiene la designación de calidad de roca (RQD), clasificación de masa de roca (RMR) y los datos de fuerza (UCS) compresivos sobre la base de los taladros diamantinos de 30 de taladros de exploración.

Estos datos son resumidos en la tabla de abajo. Adicionalmente, el informe de Piteau contiene los datos de los taladros explorados indicando la severidad, RMR,

el contenido de arcilla y RQD para 6 taladros perforados a profundidades de 380 m. descendente.

**CUADRO 5: PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA ROCA CERRO CORONA SEGÚN PITEAU.**

| <b>RESUMEN DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA ROCA SEGUN PITEAU</b> |                            |                |            |                  |                                   |
|---|----------------------------|----------------|------------|------------------|-----------------------------------|
| <b>Material</b>   | <b>Longitud Registrada</b> | <b>RQD (%)</b> | <b>RMR</b> | <b>UCS (MPa)</b> | <b>Densidad (t/m<sup>3</sup>)</b> |
| Oxides  | 117,6                      | 13,6           | 32,6       | 36               | 2,10                              |
| Less competent intrusives (above RL 3700)                           | 1.030,5                    | 32,5           | 38         | 34,7             | 2,5                               |
| More competent intrusives (below RL3700)                            | 3.053,2                    | 65,1           | 57,8       | 64,2             | 2,5                               |
| Carbonates  | 1.571,3                    | 60             | 54,3       | 68,5             | 2,27                              |
| “Popcorn” zone  | 214,6                      | 9,3            | 24,8       | 28,3             | 2,27                              |

**Fuente: Contrato de minado Gold Fields – San Martín.**

Los datos demuestran la capacidad de roca / mineral creciente con la profundidad.

Se indican algunas recomendaciones de pared final de pit hechas por Piteau, estas recomendaciones han sido examinadas por Minera Gold Fields SA.

**CUADRO 6: PARÁMETROS DE DISEÑO DEL PIT FINAL.**

| <b>PARAMETROS DE LOS DISEÑOS DE PIT FINAL</b> |                     |                  |                   |
|---|---------------------|------------------|-------------------|
| <b>Design Parameters</b>                      | <b>General Zone</b> | <b>“Popcorn”</b> | <b>Oxide Zone</b> |
| Bench Height                                  | 10 m                | 10 m             | 10 m              |
| Catch Bench Interval (vertical distance.)     | 20 m                | 20 m             | 20 m              |
| Catch bench width (toe to crest)              | 10 m                | 8,0 m            | 8,2 m             |
| Road width (including ditch & safety berm)    | 30 m                | 30 m             | 30 m              |

|                         |             |             |             |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Máximum road gradient   | 10 %        | 10 %        | 10 %        |
| Mínimum push back width | 45 m - 50 m | 45 m - 50 m | 45 m - 50 m |
| Inter-ramp slope angle  | 52,5°       | 35,5°       | 40°         |
| Bench face angle        | 75°         | 45°         | 40°         |

**Fuente: Contrato de minado Gold Fields – San Martín.**

## **4.2 PLANTA CONCENTRADORA**

La Planta Concentradora, ha sido diseñada para tratar 17.000 toneladas por día, a un ritmo de 775 toneladas por hora, con una disponibilidad de 91,32 %.

### **4.2.1 Etapas del proceso**

Las principales etapas se dividen en: Chancado, donde se reduce el tamaño del mineral desde 1.000 mm hasta 150 mm; seguido por la etapa de Molienda y Clasificación, donde el objetivo es obtener una optima liberación del mineral (120 micrones) para lograr los mejores resultados en la etapa de Flotación, la cual mediante el uso de determinados reactivos químicos, específicos para nuestras operaciones, se obtiene un concentrado con contenido de cobre, posteriormente este producto se enviará a las etapas de Espesamiento y Filtrado para reducir y recircular el agua contenida, obteniéndose finalmente 14 toneladas por hora de un concentrado con 9 % de humedad. Los Relaves producidos en la etapa de flotación son derivados hacia la presa de relaves, mediante el uso de bombas, el agua es recuperada para ser reutilizada en el proceso optimizándose su uso.



## **CAPÍTULO V: PERFORACION Y VOLADURA EN MINA Y CANTERAS.**

Antes de la ejecución de la obra se solicitó al Contratista cumplir con los requerimientos del cliente y dar la debida importancia a las directrices siguientes:

El Contratista es responsable de todos los aspectos relacionados a las operaciones de perforación y voladuras sujetas a los requerimientos del Cliente GFLC.

Conducir y controlar las operaciones de perforación y voladuras de manera que minimice los daños a las paredes de la mina y logre una dislocación en el filón y movimiento uniforme de toda la voladura con el mínimo de desplazamiento del material de la zona mineral.

El Contratista debe estar al tanto de que, una vez dé inicio al minado, algunas áreas de depósito podrían no necesitar voladuras, y el material podrá ser excavado mediante “excavación libre”.

## **5.1 REQUERIMIENTOS PARA APLICAR PERFORACIÓN Y VOLADURA**

Para la actividad de Perforación y voladura SMCG debió cumplir los siguientes requerimientos del cliente:

- a) Toda vez que se requiera voladuras, el Contratista deberá presentarse los patrones de perforación y diseños de voladuras correspondientes dentro del mineral y del material de cubierta/desbroce para la aprobación del Superintendente. El diseño deberá tomar en consideración la necesidad de minimizar el exceso de rompimiento, minimizar la dilución, evitar ocasionar daños a las paredes definitivas, evitar rocas voladoras, minimizar los tamaños grandes, y cumplir con los tamaños de roca especificados en el contrato. Todos los puntos de perforación son ubicados por el Contratista a satisfacción del Superintendente utilizando pintura en spray u otro señalizador adecuado.
- b) Si el Superintendente GFLC considera que no es práctico utilizar el patrón de voladura en seco como resultado de posibles entradas de agua, deberá adoptarse un patrón adecuado para el uso de explosivos del tipo HeavyAnfo o emulsión.
- c) En ciertas áreas la napa freática no podrá ser mantenida por debajo del nivel del suelo propuesto, en consecuencia si se requiere el uso de explosivos impermeables en los taladros, el Contratista deberá notificar y obtener la

autorización del Superintendente antes de iniciar el procedimiento de carguío de taladros de perforación mojados y el Superintendente deberá mantenerse informado en base diaria cuando se utilice este tipo de procedimiento.

d) Los procedimientos de perforación y voladura contra las paredes de la mina siempre serán realizados de manera que se proteja la roca de los daños de las voladuras.

e) El Superintendente podrá indicar que los taladros de pre corte o del talud sean perforados a lo largo de las paredes de la mina.

f) La perforación y voladura de cortes *drop* para establecer nuevos bancos o pistas destinadas a vehículos de transporte se llevará a cabo de manera que se proteja las paredes de las minas cercanas de daños, se mantenga un mínimo posible de desplazamiento y de movimiento de material requiriendo minado selectivo y cumplir con los límites ambientales.

g) El Superintendente podrá indicar al Contratista en cualquier momento que no dispare voladura alguna si en su opinión:

- La infraestructura, las pistas y el área del tajo afectadas por la voladura no están claras.
- La voladura ocurrirá fuera de las horas permitidas.
- Las condiciones climáticas actuales podrían producir molestias inaceptables de polvo.

- La información de control de ley para la voladura está incompleto o no se ha llevado a cabo la señalización del control de ley.
  
- h) Los procedimientos de perforación y voladura cerca de las instalaciones permanentes siempre serán llevados a cabo de manera que se prevenga roca voladora (fly rock).
  
- i) Los procedimientos autorizados por el Superintendente serán verificadas para todas las voladuras.

## **5.2 PERFORACION**

El Contratista deberá preparar todas las áreas para la perforación. Esto incluye, sin limitar, toda la nivelación requerido para despejar el área y dejarla lista para el acceso a la perforación y la preparación de las áreas de perforación dentro o fuera del perímetro de la mina.

El Contratista será responsable de proteger todas las áreas de perforación incluyendo la edificación y mantenimiento de barricadas, avisos, iluminación y otros dispositivos de advertencia.

El Contratista deberá entregar de inmediato al Superintendente la ubicación de cada sondeo de perforación para recolectar los datos de control de ley.

El Contratista deberá facilitar un colector de polvo efectivo y unidades de recojo de muestras de todas sus máquinas de perforación utilizadas. En particular, el Contratista facilitará medios de recepción de muestras estadísticamente representativas de los cortes de perforación de todos los taladros o de aquellos taladros que indique el Superintendente.

Las unidades de colector de polvo y recojo de muestras serán instaladas, reajustadas y mantenidas de conformidad con las especificaciones del fabricante y serán utilizadas cada vez que se use una aparato de perforación. Deberá procurarse que los extractores de polvo y los muestreadores funcionen de manera eficiente cuando se perfore.

El Contratista deberá programar sus operaciones de perforación y voladuras de manera que se ajusten a los requerimientos generales de producción del Cliente y deberá permitir la menor utilización de su equipo de perforación debido a un ritmo disparejo de perforación y las capacidades de carga y acarreo.

A continuación presentamos las actividades de perforación en el proyecto Cerro Corona en la etapa de desbroce y producción en los diferentes frentes de minado y la tabla con los parámetros de perforación empleados.

En la etapa de desbroce, primero se realizó la evacuación del top soil que cubre al material (mineral o desmonte); posteriormente se buscaba generar plataformas de perforación tractoreando la zona.

El inicio de la perforación se daba con el envío de una cuadrilla de personal con perforadoras jackles para nivelar el área posteriormente ingresaba una track drill o similar (perforadora Ranger o Pantera), las cuales generaban plataformas más amplias para las perforadoras DM45. Este proceso se repetía cada vez que se ingresaba a un frente virgen. Se ilustra el procedimiento en las imágenes siguientes:

**FIGURA 19: JACKLES NIVELANDO.**



**Fuente: Registro fotográfico San Martín.**

**FIGURA 20: PERFORACION RANGER 500 EN PLATAFORMA SECUNDARIA.**



**Fuente: Registro fotográfico San Martín.**

**FIGURA 21: PERF. DM45 EN PERFORACIÓN PRIMARIA DE PRODUCCIÓN.**



**Fuente: Registro fotográfico San Martín.**

**CUADRO 7: TABLA DE PARÁMETROS DE PERFORACIÓN POR DIÁMETRO DE PERFORACIÓN Y DUREZA DEL MATERIAL.**

| DUREZA | Línea Trim                    |                                 | Espaciamento Trim            |                                 | Línea Buffer                   |                                 | Espaciamento Buffer           |                                 |
|--------|-------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
|        | Distancia de la cresta en (m) | Diámetro del taladro (pulgadas) | Distancia entre taladros (m) | Diámetro del taladro (pulgadas) | Distancia de la línea trim (m) | Diámetro del taladro (pulgadas) | Distancia entre taladros (m.) | Diámetro del taladro (pulgadas) |
| 1      | 2,7                           | 6 ¾                             | 3,0                          | 6 ¾                             | 4,5                            | 6 ¾                             | 5,5                           | 6 ¾                             |
| 2      | 2,7                           | 6 ¾                             | 3,0                          | 6 ¾                             | 4,5                            | 6 ¾                             | 5,5                           | 6 ¾                             |
| 3      | 2,7                           | 6 ¾                             | 2,5                          | 6 ¾                             | 4,0                            | 6 ¾                             | 5,0                           | 6 ¾                             |
| 4      | 0                             | 4 ½                             | 1,5                          | 4 ½                             | 3,5                            | 6 ¾                             | 4,0                           | 6 ¾                             |
| 5      | 0                             | 4 ½                             | 1,5                          | 4 ½                             | 3,5                            | 6 ¾                             | 4,0                           | 6 ¾                             |

| DUREZA | Producción (malla triangular) |                                 | Producción (malla triangular) |                                 | Producción (malla cuadrangular) |                                 |
|--------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
|        | (Espaciamento x Burden) m.    | Diámetro del taladro (pulgadas) | (Espaciamento x Burden) m.    | Diámetro del taladro (pulgadas) | (Espaciamento x Burden) m.      | Diámetro del taladro (pulgadas) |
| 1      | 7,2 x 6,3                     | 6 ¾                             | 8,0 x 6,9                     | 7 7/8                           | 4,0 x 4,0                       | 4 ½                             |
| 2      | 7,2 x 6,3                     | 6 ¾                             | 8,0 x 6,9                     | 7 7/8                           | 4,0 x 4,0                       | 4 ½                             |
| 3      | 6,1 x 5,3                     | 6 ¾                             | 7,2 x 6,3                     | 7 7/8                           | 3,5 x 3,5                       | 4 ½                             |
| 4      | 5,5 x 4,76                    | 6 ¾                             | 6,5 x 5,65                    | 7 7/8                           | 3,5 x 3,5                       | 4 ½                             |
| 5      | 5,0 x 4,35                    | 6 ¾                             | 6,1 x 5,3                     | 7 7/8                           | 3,0 x 3,0                       | 4 ½                             |

**Fuente: Archivos área de perforación y voladura San Martín.**

### 5.2.1 Generación de bancos y plataformas

Para la generación de las plataformas de perforación considerando los diseños de mallas de perforación, primero se genera en gabinete las mallas de perforación, considerando dureza, características geológicas, diámetro de taladro y RMR, banco a banco para el límite de la malla de perforación es considerado la línea media de los bancos.

En el proyecto Cerro Corona se tiene 03 zonas para perforación que son:

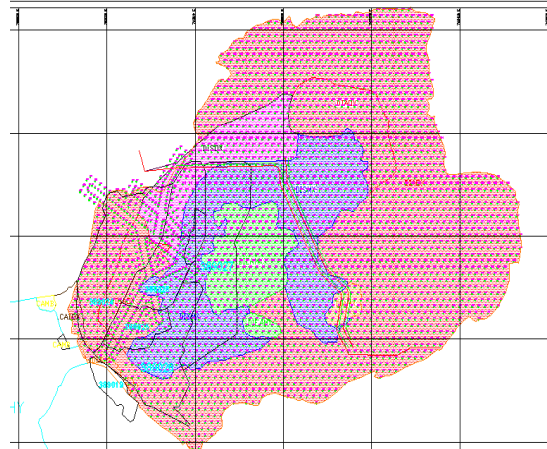
- **Mina Pit Este**, considerado como Dureza 01 – 02, Densidad 2,15 t/m<sup>3</sup>, velocidad de perforación promedio con equipo DM 45: 65 metros por hora máquina. Mayor presencia de óxidos mineralizados.

**FIGURA 22: VISTA DEL PIT ESTE.**



**Fuente: Registro fotográfico San Martín.**

**FIGURA 23: MALLAS PROPUESTAS DEL BANCO POR DUREZA – BANCO 3890.**



**Fuente: Ingeniería San Martín.**

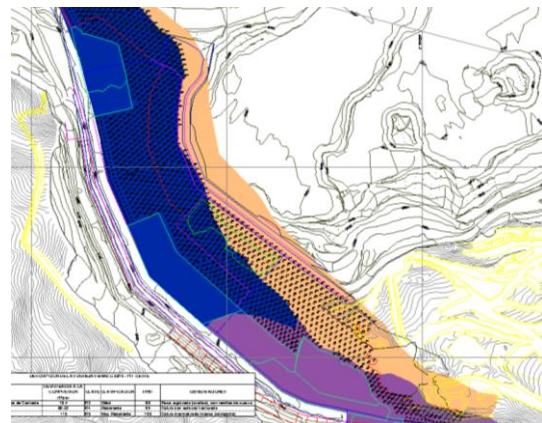
- **Mina Pit Oeste**, considerado como Dureza 04 – 05, Densidad  $2,7 \text{ t/m}^3$ , velocidad de perforación promedio con equipo DM 45: 14 metros por hora máquina. Mayor presencia de calizas marmolizadas, empleadas para la construcción de Haul roads y el lastre de vías.

**FIGURA 24: VISTA DEL PIT OESTE.**



**Fuente: Registro fotográfico San Martín.**

**FIGURA 25: MALLAS PROPUESTAS DEL BANCO POR DUREZAS – BANCO 3870**



**Fuente: Ingeniería San Martín.**



- **Cantera Facilidad de Operaciones Mina (F.O.M.),** considerado como Dureza 03 – 04, Densidad  $2,5 \text{ t/m}^3$ , velocidad de perforación promedio con equipo DM 45: 33 metros por hora máquina. Las canteras de calizas son usadas en el proceso constructivo de la presa.

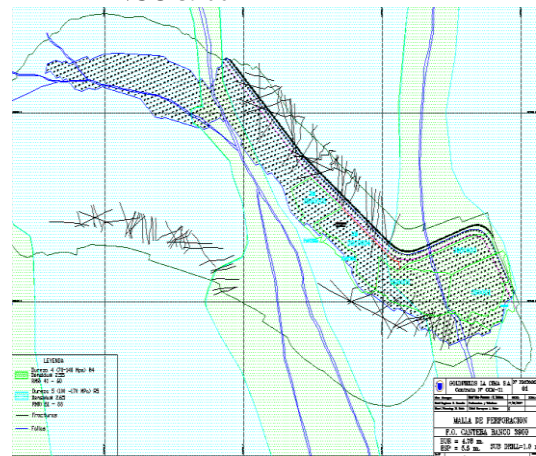
**FIGURA 26: VISTA CANTERA DE F.O.M.**



Fuente: Registro fotográfico San Martín.

**FIGURA 27: MALLAS PROPUESTAS**

**DEL BANCO 3900**



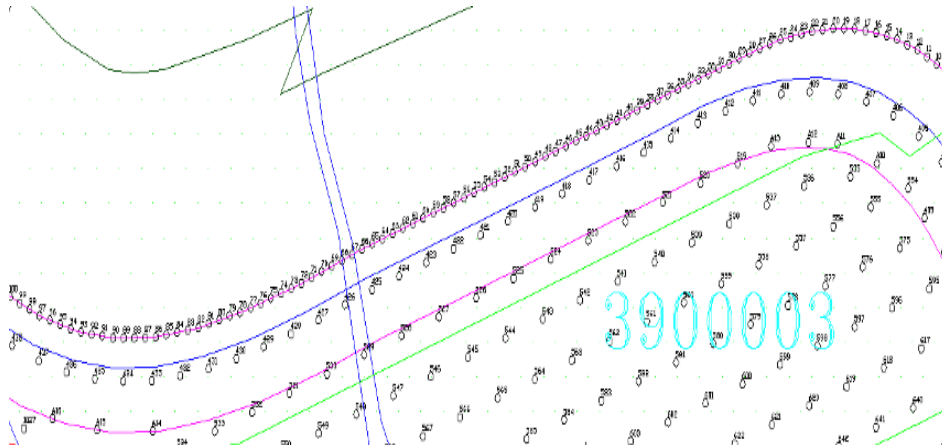
Fuente: Ingeniería San Martín.

**Perforaciones en Pre-corte,** el resultado deseado en una voladura de Pre-corte es el de desarrollar un plano de debilidad entre una serie de barrenos estrechamente espaciados, mientras controlando el nivel de extensión del daño producido por los barrenos en la roca circundante. Usualmente otro objetivo importante es de producir una superficie plana mostrando las “medias cañas” de todos los taladros del precorte, a lo largo completo de su longitud.

En el proyecto Cerro Corona estamos realizando el precorte considerando los siguientes parámetros de perforación: Espaciamiento entre taladros 1,50 m,

diámetro de taladro 4,5” y longitud del taladro 10,5 m; se considera una inclinación de 75° y se perfora en la misma línea de cresta.

**FIGURA 28: DISEÑO DE PRECORTE BANCO 3900 – F.O.M.**



**Fuente: Ingeniería San Martín.**

**FIGURA 29: VISTA DE LAS MEDIAS CAÑAS GENERADAS POR PRECORTE.**



**Fuente: Registro fotográfico San Martín.**

## 5.2.2 Muestras para el control de ley

La frecuencia de muestreo a ser asumida por el Contratista será por lo menos dos muestras de cada barreno de segunda producción cuando es perforado. El

Contratista deberá tomar especial precaución cuando perfore barrenos para efectos de control de ley de manera de asegurar que el sistema de recojo de ciclón sea previamente limpiado por inundación de los cortes y que el resultado de la muestra se establezca lo más pronto posible después que el orificio sea acordonado. Cualquier sondeo de perforación del cual el Superintendente requiera muestra y en el cual el resultado de la desembocadura del ciclón no haya sido establecido dentro de dos metros del cordón será vuelto a perforar de manera que produzca una muestra representativa del orificio.

En caso que alguna muestra de perforación se contamine con material incluyendo grasa o aceite/petróleo o se mezcle con otras muestras previo a que el Superintendente recoja la bolsa de la muestra, o la bolsa de la muestra de la perforación se encuentra en tal estado que imposibilite su manipuleo o transporte, el Superintendente pedirá al Contratista que vuelva a perforar el orificio respectivo para obtener una nueva muestra. La longitud de estos orificios vueltos a perforar no será incluida para medir las perforaciones de sondeo para efectos del pago.

Si el Contratista desea obtener acceso a algún área perforada o muestreada y las muestras no han sido recogidas, deberá notificar al Superintendente no menos de veinticuatro horas previo a la hora para la que solicita el acceso.

### **5.3 VOLADURA**

La voladura es un proceso tridimensional, en el cual las presiones generadas por explosivos confinadas dentro de los taladros perforados en la roca, origina una zona de alta concentración de energía que produce dos efectos dinámicos: fragmentación y desplazamiento. El primero se refiere al tamaño de los fragmentos producidos, a su distribución y porcentajes por tamaños, mientras que el segundo se refiere al movimiento de la masa no triturada.

#### **5.3.1 Voladura Master**

Como parte del cronograma de producción el Superintendente desarrollará un blast master para cada banco que identifica voladuras individuales. La forma y orientación de cada voladura estará determinada por la naturaleza y orientación del mineral en la voladura y las limitaciones de acceso y espacio libre que sean anticipadas debido a las consideraciones de desarrollo de minado. Estas voladuras master forman la base para el control de la perforación y voladuras en el tajo abierto.

Antes de dar inicio al minado en cualquier banco dado, el Superintendente entregará al Contratista una "voladura master" preliminar para el banco, que incluya:

- a) planos individuales de voladura por cada tiro en el banco;
- b) las coordenadas para las esquinas de cada voladura;
- c) tipo de material por cada voladura;

- d) el tipo de voladura;
- e) la dirección del disparo;
- f) requerimientos especiales de control de ley;
- g) limitación de las cantidades de explosivos para detonaciones simultáneas.

### **5.3.2 Planos de Voladura**

El Contratista presentará su "plano de voladura" de una voladura individual para ser aprobado por el Superintendente por lo menos un día antes que el Contratista tenga la intención de comenzar la perforación para esa voladura en particular. Este plano de voladura deberá incluir, sin limitar, lo siguiente:

- a) Plan de referencia de voladura, a partir de la voladura master;
- b) Las coordenadas de las esquinas de la voladura;
- c) Tipo de material en el plano basado en la voladura master y la información disponible de voladuras adyacentes;
- d) Detalles completos de la voladura propuesta incluyendo, sin limitar, sub-perforación, diámetro del orificio, tipo de explosivos, factor de carga, alturas del taco del orificio, sistemas de iniciación/salida de carga, enganche y secuencia de disparo;
- e) Localización estimada de obras antiguas y peligros;
- f) Detalles de cualquier precaución especial tomada para la perforación y voladuras, para proteger las rocas de la pared de la mina superficial, para prevenir roca voladora y molestias ambientales;
- g) Requerimiento de espacio libre para la voladura;
- h) Plazos/oportunidad para la perforación y voladuras.

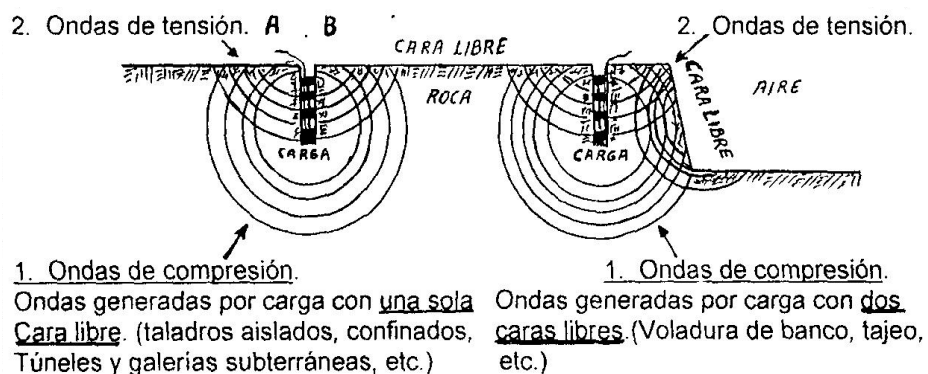
El Superintendente podrá rechazar el plan de voladura y pedir que se modifique, si en su opinión, éste no cumple con los requerimientos y las especificaciones.

### 5.3.3 Proceso de fracturación

**Mecánica de Fragmentación.** La onda de choque se transfiere a la roca y se difunde a través de ella en forma de fuerzas de compresión, que mayormente solo le causan deformación plástica, ya que las rocas son muy resistentes a la compresión, estas fuerzas al llegar a la cara libre del frente de voladura se reflejan al cambiar de medio en el aire y regresan a las rocas como fuerzas de tensión, que si afectan a la roca creando fisuras y grietas de tensión a partir de sus planos de debilidad, luego los gases calientes en expansión producen la rotura y desplazamiento de los fragmentos resultantes al introducirse por la grietas.

El trabajo de fragmentación será más eficiente en las rocas compactas y homogéneas, ya que en las naturalmente muy fisuradas los gases tienen la tendencia a escapar a través de ellas, disminuyendo su energía útil.

**FIGURA 30: PROCESO DE FRAGMENTACIÓN DEL MACIZO ROCOSO.**



Fuente: Manual EXSA.

### 5.3.4 Efectos de la voladura

Teóricamente la detonación tiene un efecto de expansión esférica donde en el punto central la presión y alta temperatura causan volatilización y trituración seguidas hacia fuera por deformación plástica, rompimiento y fisuramiento, que disminuye gradualmente hasta disiparse.

En un taladro de voladura la zona de volatilización creara un cráter donde el material original es roto y expulsado, rodeado de una zona radial de facturación intensa que va disminuyendo hasta un fisuramiento débil.

**FIGURA 31: EFECTOS DEL PROCESO DE VOLADURA.**



Fuente: Manual EXSA.

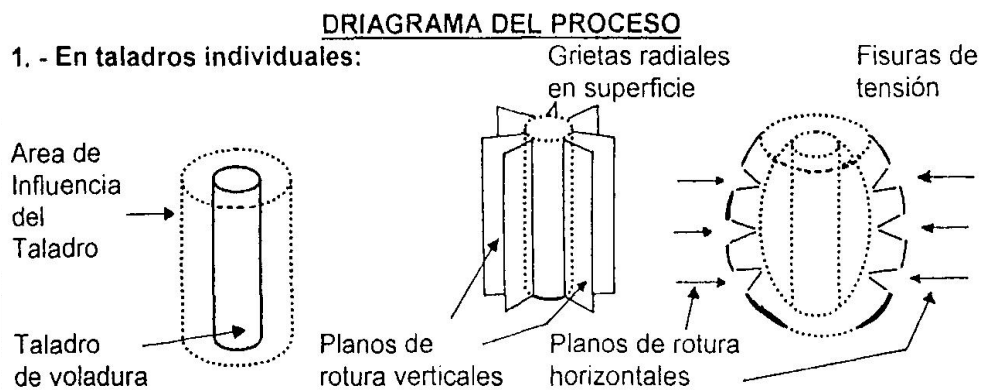
### 5.3.5 Proceso de fisuramiento y rotura

La rotura de rocas con explosivos comprende a dos procesos básicos:

**El Fisuramiento Radial** da lugar a la formación de planos de rotura vertical concordantes con el eje del taladro, por el efecto de presión ejercido por los gases en expansión.

**La Rotura Flexural** da lugar a la formación de planos de rotura horizontal a partir de la cara libre, como resultado de los esfuerzos de tensión producidos cuando la roca llega a su límite de deformación plástica, durante el proceso de dilatación o ensanche de las paredes del taladro (bending).

**FIGURA 32: PROCESO DE FISURA Y ROTURA DE ROCAS.**



**Fuente: Manual EXSA.**

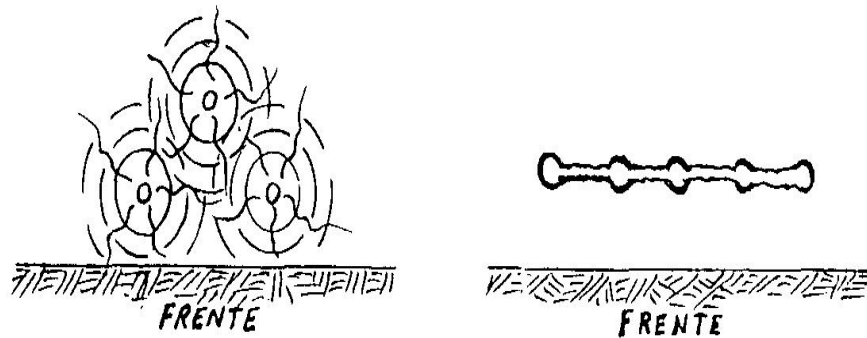
### 5.3.6 Proceso de agrietamiento

A) La interacción entre las grietas radiales creadas por taladros aledaños produce un fracturamiento masivo intenso y multidireccional de la roca, mayor cuanto distribución y cargados estén los taladros.

B) Un efecto diferente se creara con taladros alineados en una determinada dirección y muy junto entre si, al anularse la fracturación radial formándose únicamente en una grieta continua.



**FIGURA 33: PROCESO DE AGRIETAMIENTO DE ROCAS.**



Fuente: Manual EXSA.

### 5.3.7 Factores relevantes en el mecanismo de voladura

En la voladura de Tajo Abierto, y en general en todas las voladuras, todo el mecanismo de transferencia de la energía liberada por el explosivo a la roca, y por tanto su eficacia en la fragmentación conseguida, está influenciado de una forma práctica por una serie de factores que puedan agruparse en tres categorías:

- Factores relacionados con el macizo rocoso.
- Factores relacionados con las características del explosivo.
- Factores relacionados con la distribución de la carga explosiva.

#### 5.3.7.1 Factores relacionados con el macizo rocoso

Las propiedades del macizo rocoso tienen gran importancia, tanto en el diseño de una voladura, como los resultados de esta. Los factores se indican a continuación:

- Densidad.
- Propiedades resistente:

- Resistencia a la compresión.
- Resistencia a la tracción.
- Velocidad a la propagación de las ondas sísmicas.
- Absorción de energía o capacidad de formación plástica.
- Impedancia característica de la roca.
- Estructuras:
  - Frecuencia de fallas y estructuras.
- Índice de RQD

A continuación se analiza brevemente la incidencia de cada una de estas propiedades en los resultados de una voladura.

**Densidad.** La densidad constituye un indicador acerca del grado de dificultad que se puede esperar para fragmentar la roca. Así materiales más densos requieren una mayor cantidad de energía para ser quebrados y desplazados en forma satisfactoria, lo que indica que deben utilizarse explosivos más potentes, o bien aumentar el factor de carga [Cantidad de explosivo (kg) por unidad de masa o volumen de roca].

**Propiedades Resistentes.** Estas propiedades intrínsecas a la roca deben determinarse a partir de exámenes de laboratorio. De este modo, deben de evaluarse la resistencia a la compresión, tracción y corte.

**Velocidad de Propagación de las Ondas Sísmicas.** La velocidad con la que se propaga una onda de tensión o choque a través del macizo rocoso, es importante, en primer lugar porque afecta la distribución de tensiones en el interior del sólido rocoso, y segundo porque es una medida de elasticidad de la roca.

**Estructura.** Las características estructurales del macizo rocoso, tales como: Fallas, grietas, diaclasas, etc. Juegan un rol muy importante sobre la fragmentación obtenida por la voladura, por ello previo al diseño de la voladura, debe tratar de establecer la orientación preferencial de estos accidentes estructurales, a objeto de disponer en forma adecuada la malla de perforación, así como la secuencia de salida del disparo.

**Dureza.** Tenemos seis clases

- **0** → **Extremadamente suave:** se encuentra en zonas de intensa argilización (AQ, AS) zonas de panizo.
- **1** → **Muy suave:** Se encuentran en las zonas de Arcillas muy friables y de textura sacaroidea.
- **2** → **Suave:** Se encuentra en las zonas de Cuarzo – Alunita.
- **3** → **Medianamente Dura:** Son de transición de Alunita – Arcilla y Zonas de Cuarzo Alunita.
- **4** → **Dura:** Se encuentra en zonas de cuarzo alunita.
- **5** → **Muy Dura:** Se encuentra en zonas de Vuggy Silica.
- **6** → **Extremadamente Dura:** Son zonas de Vuggy Silica en la que se observa un proceso de silicificación.

Si en un taladro existe mas de un tipo de roca se estimara un promedio de dureza con respecto a estos tipos de roca presente, pero se debe tener en cuenta la abundancia relativa de estos.

### 5.3.7.2 Factores del explosivo

Las propiedades de los explosivos tienen mayor relevancia sobre los resultados de la voladura son:

- Densidad
- Velocidad de detonación
- Presión de detonación
- Impedancia de detonación
- Volumen específico de gases

**Densidad.-** Depende de las materias primas empleadas en su fabricación y se expresa en términos de la gravedad específica, que es la razón entre la densidad del explosivo y la densidad del agua bajo las condiciones estándar.

**Velocidad de Detonación.-** Se define como la velocidad con la que la onda de detonación u onda de choque viaja a través de un medio. Entre los factores más importantes que afectan la velocidad de detonación se pueden señalar lo siguiente:

- Diámetro del Producto: en general, a mayor diámetro, mayor será la velocidad de detonación. Por otro lado, cada explosivo tiene un diámetro crítico, el cual corresponde al diámetro mínimo en el que el proceso de detonación una

vez que se ha iniciado se mantendrá por sí mismo en la columna. En diámetros más pequeños que el crítico de detonación de los explosivos no se mantendrá y se extinguirá.

- Grado de Confinamiento: cuanto más grande sea el confinamiento de un explosivo, mayor será su velocidad de detonación.
- Energía de iniciación (Cebo), un cebado adecuado hace que el explosivo alcance su velocidad máxima tan rápidamente como le sea posible bajo condiciones de uso.

**Presión de Detonación y Volumen específico de Gases.-** Durante el proceso de detonación de un explosivo se genera una onda de choque. La cual es portadora de una presión característica que se transmite al medio que lo rodea y que se denomina presión de detonación.

Este parámetro está relacionado con la velocidad de detonación y con la densidad del explosivo, mediante la siguiente expresión:

$$P = \frac{KxDxV^2}{1 + 0.8xD}$$

Donde: K= constante característica del explosivo.

V= velocidad de detonación, m/s

D= densidad del explosivo, g/cm<sup>3</sup>

P= presión de detonación, kg/cm<sup>3</sup>

### 5.3.7.3 Factor de carga

Los factores de carga más relevantes en el proceso de voladura son:

- Diámetro del taladro
- Taco
- Acoplamiento y grado de confinamiento.
- Secuencia de iniciación.

**Diámetro del Taladro.-** La selección del diámetro de perforación, está relacionado con: especificación del equipo de perforación, burden, espaciamiento, distribución del explosivo en el taladro y generalmente con la eficiencia y economía del proceso de excavación, por ello la elección del diámetro de perforación no debe restringirse sólo a consideraciones de mínimo costo de perforación y voladura.

Las consideraciones más importantes para la determinación del diámetro óptimo de perforación son:

- Parámetro de roca
- Taco
- Acoplamiento y grado de confinamiento
- Factores de producción, relacionados con: Equipos de carguio, transporte chancado etc.

**Taco.-** El taco es un material inerte que se coloca entre la parte superior de la columna de explosivos y el collar de perforación, o entre cargas explosivas que se desea actúen independientemente.

Su función es la de confinar o retardar el escape de los gases producto de la detonación por el collar de tiro, con lo cual la eficiencia del explosivo se ve mejorada.

A su vez, un incremento en la eficiencia del explosivo se traduce en menor cantidad requerida de él. Por el contrario, es un déficit en el confinamiento de los gases puede traer como resultante, proyecciones de rocas a grandes distancias, aumento de vibraciones y golpe de aire, lo cual indicara una disminución de la eficiencia del explosivo, y por consiguiente, una pobre fragmentación (exceso de sobre tamaño).

### **5.3.8 Carguío de los taladros**

En Cerro Corona se realiza el Carguío con un camión Fabrica de capacidad de 6 t, que tiene las siguientes características: capacidad de carga para el Nitrato de Amonio 4 t, capacidad de para carga de emulsión en 2 t y 500 gl de petróleo, el sistema de carguío del camión es dependiente en época de Lluvia el Carguío de Explosivo es de manera bombeable y en tiempo de sequía el sistema de carguío de vaciable.

**FIGURA 34: CAMIÓN FÁBRICA PARA CARGA DE EXPLOSIVOS; SISTEMA VACIABLE Y BOMBEABLE.**



**Fuente: Registro fotográfico San Martín.**

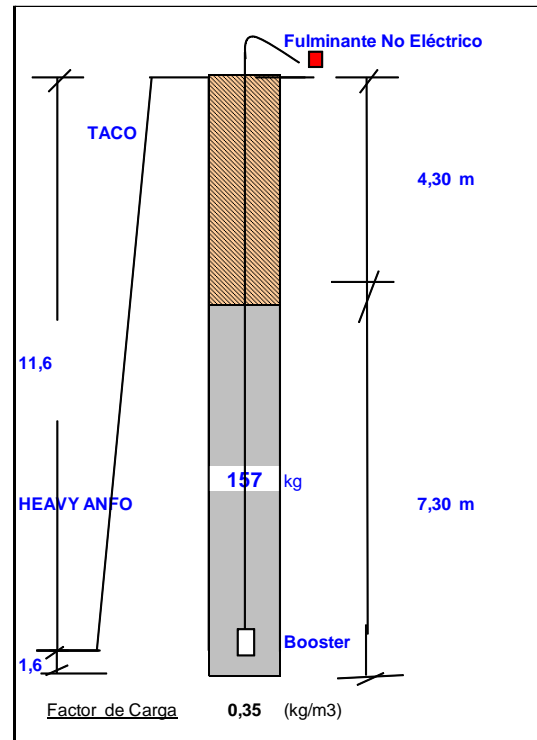
En el Proyecto Cerro Corona tenemos actualmente tres zonas donde se viene realizando la voladura, cada zona posee propias particularidades, como propiedades físicas, mecánicas y Geológicas, a continuación indicamos las Zonas:

- **MINA PIT ESTE**, presenta óxidos mineralizados y sulfuros de Cobre, densidad promedio de material  $2,15 \text{ t/m}^3$ , dureza considerada 01 – 02, teniendo en cuenta estas propiedades y parámetros geológicos, presentamos el siguiente diseño de columna de carga de explosivos en los taladros para diámetro de  $6 \frac{3}{4}$ " y diámetro de  $7 \frac{7}{8}$ ".



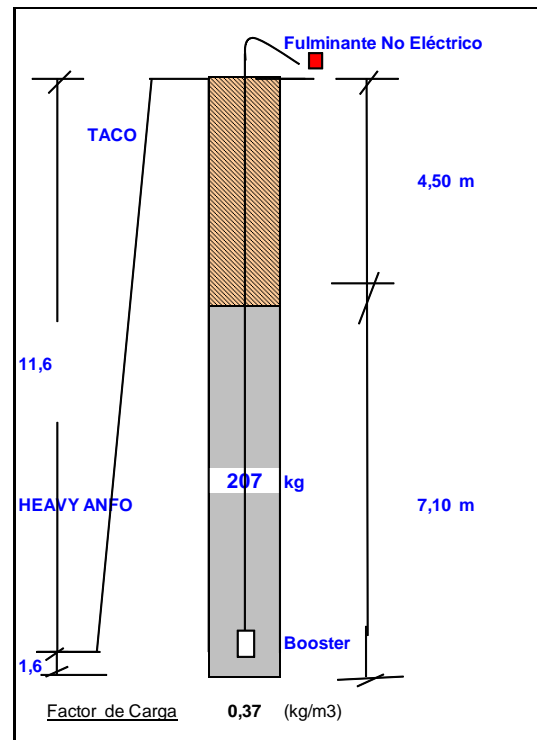
## 1. Diseño de Columna de Carga para Taladros de Diámetro 6 3/4".

| Parámetros de la malla   | Unidad               |              |
|--------------------------|----------------------|--------------|
| Altura del banco         | (m)                  | 10,00        |
| Sub drill                | (m)                  | 1,60         |
| Longitud total           | (m)                  | 11,60        |
| Longitud de carga        | (m)                  | 7,30         |
| Longitud de taco         | (m)                  | 4,30         |
| Diámetro taladro         | (Pulgadas)           | <b>6 3/4</b> |
| Espaciamiento            | (m)                  | 7,20         |
| Burden                   | (m)                  | 6,24         |
| <b>Tipo de explosivo</b> |                      | <b>HA 28</b> |
| Densidad de explosivo    | (g/cm <sup>3</sup> ) | 0,930        |
| Cantidad de explosivo    | (kg/ml)              | <b>21,5</b>  |
| Carga total por taladro  | (kg)                 | <b>157</b>   |
| Volumen total            | (bcm)                | <b>449</b>   |
| Densidad roca            | (t/m <sup>3</sup> )  | 2,15         |
| Factor de potencia       | (kg/t)               | <b>0,16</b>  |
|                          | (kg/m <sup>3</sup> ) | <b>0,35</b>  |



## 2. Diseño de Columna de Carga para Taladros de Diámetro 7 7/8".

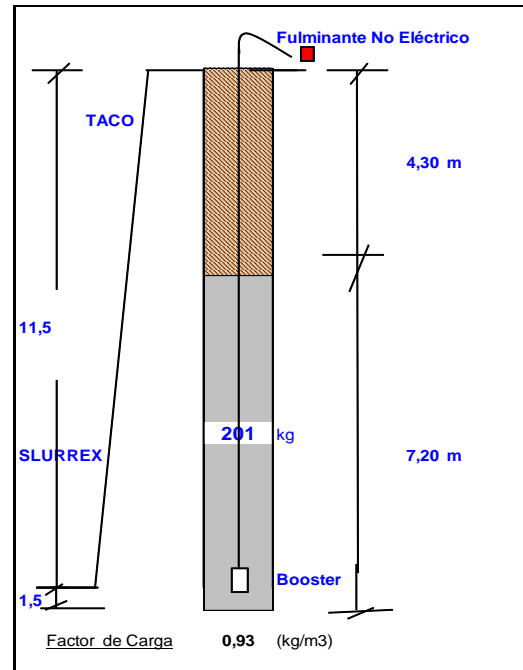
| Parámetros de la malla   | Unidad               |              |
|--------------------------|----------------------|--------------|
| Altura del banco         | (m)                  | 10,00        |
| Sub drill                | (m)                  | 1,60         |
| Longitud total           | (m)                  | 11,60        |
| Longitud de carga        | (m)                  | 7,10         |
| Longitud de taco         | (m)                  | 4,50         |
| Diámetro taladro         | (Pulgadas)           | <b>7 7/8</b> |
| Espaciamiento            | (m)                  | 8,00         |
| Burden                   | (m)                  | 6,93         |
| <b>Tipo de explosivo</b> |                      | <b>HA 28</b> |
| Densidad de explosivo    | (g/cm <sup>3</sup> ) | 0,930        |
| Cantidad de explosivo    | (kg/ml)              | <b>29,2</b>  |
| Carga total por taladro  | (kg)                 | <b>207</b>   |
| Volumen total            | (bcm)                | <b>554</b>   |
| Densidad roca            | (t/m <sup>3</sup> )  | 2,15         |
| Factor de potencia       | (kg/t)               | <b>0,17</b>  |
|                          | (kg/m <sup>3</sup> ) | <b>0,37</b>  |



- **MINA PIT OESTE**, con presencia de caliza marmolizada y calizas con sulfuros, densidad promedio de material 2,9 t/m<sup>3</sup>, dureza considerada 05 – 06, los diseños a emplear considerando diámetros de 6 3/4” y 7 7/8”:

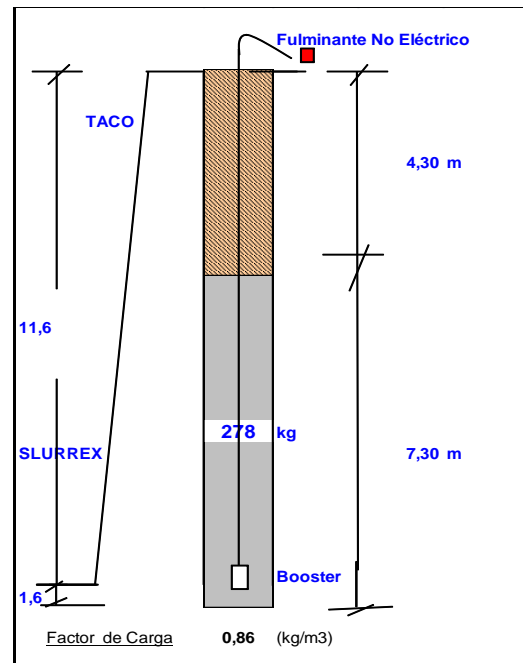
**1. Diseño de Columna de Carga para Taladros de Diámetro 6 3/4”**

| Parámetros de la malla   | Unidad               |                |
|--------------------------|----------------------|----------------|
| Altura del banco         | (m)                  | 10,00          |
| Sub drill                | (m)                  | 1,50           |
| Longitud total           | (m)                  | 11,50          |
| Longitud de carga        | (m)                  | 7,20           |
| Longitud de taco         | (m)                  | 4,30           |
| Diámetro taladro         | (Pulgadas)           | 6 3/4          |
| Espaciamiento            | (m)                  | 5,00           |
| Burden                   | (m)                  | 4,33           |
| <b>Tipo de explosivo</b> |                      | <b>SLURREX</b> |
| Densidad de explosivo    | (g/cm <sup>3</sup> ) | 1,210          |
| Cantidad de explosivo    | (kg/ml)              | 27,9           |
| Carga total por taladro  | (kg)                 | 201            |
| Volumen total            | (bcm)                | 217            |
| Densidad roca            | (t/m <sup>3</sup> )  | 2,9            |
| Factor de potencia       | (kg/t)               | 0,32           |
|                          | (kg/m <sup>3</sup> ) | 0,93           |



**2. Diseño de Columna de Carga para Taladros de Diámetro 7 7/8”**

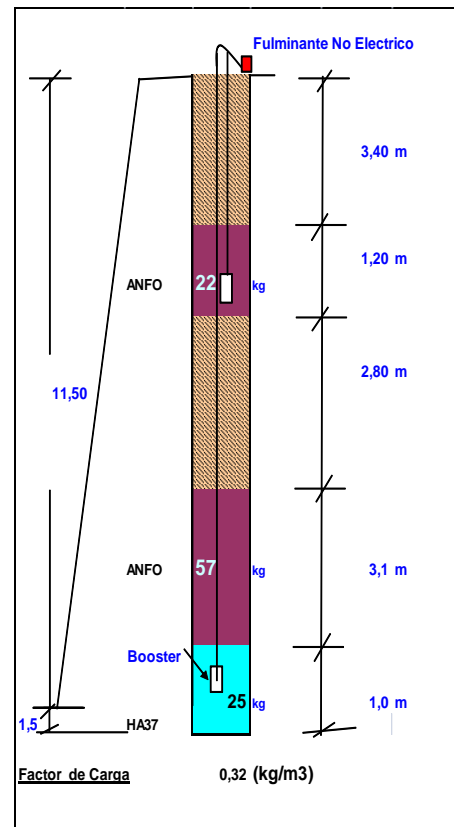
| Parámetros de la malla   | Unidad               |                |
|--------------------------|----------------------|----------------|
| Altura del banco         | (m)                  | 10,00          |
| Sub drill                | (m)                  | 1,60           |
| Longitud total           | (m)                  | 11,60          |
| Longitud de carga        | (m)                  | 7,30           |
| Longitud de taco         | (m)                  | 4,30           |
| Diámetro taladro         | (Pulgadas)           | 7 7/8          |
| Espaciamiento            | (m)                  | 6,10           |
| Burden                   | (m)                  | 5,28           |
| <b>Tipo de explosivo</b> |                      | <b>SLURREX</b> |
| Densidad de explosivo    | (g/cm <sup>3</sup> ) | 1,210          |
| Cantidad de explosivo    | (kg/ml)              | 38,0           |
| Carga total por taladro  | (kg)                 | 278            |
| Volumen total            | (bcm)                | 322            |
| Densidad roca            | (t/m <sup>3</sup> )  | 2,9            |
| Factor de potencia       | (kg/t)               | 0,30           |
|                          | (kg/m <sup>3</sup> ) | 0,86           |



- **CANTERA DE FACILIDADES DE OPERACIONES MINA**, presenta caliza limpia y caliza con presencia de Óxidos producto de las fallas existentes, densidad promedio de material  $2,5 \text{ t/m}^3$ , dureza considerada 03 – 04, en esta zona se tiene que lograr en material roto con fragmentación de 50 cm a 80 cm de diámetro, este material roto será para la construcción del dique para la presa de relaves. Presentamos el siguiente diseño de columna de carga de explosivos en los taladros según calidad de la roca y diámetros de perforación:

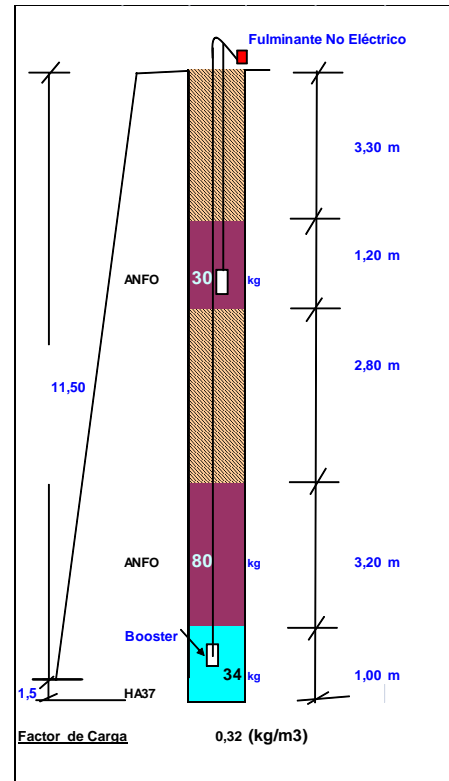
### 1. Diseño de Columna de Carga para Taladros de Diámetro 6 3/4”

| Parámetros de la malla                              | Unidad               |               |
|---|----------------------|---------------|
| Altura del banco                                    | (m)                  | 10,00         |
| Sub drill   | (m)                  | 1,50          |
| Longitud total                                      | (m)                  | 11,50         |
| Longitud de carga de fondo - base                   | (m)                  | 1,00          |
| Longitud de carga de fondo                          | (m)                  | 3,10          |
| Longitud de taco intermedio - Deck                  | (m)                  | 2,80          |
| Longitud de carga intermedia                        | (m)                  | 1,20          |
| Longitud de taco                                    | (m)                  | 3,40          |
| Diámetro taladro                                    | (Pulgadas)           | 6 3/4         |
| Espaciamiento                                       | (m)                  | 6,10          |
| Burden  | (m)                  | 5,28          |
| <b>Tipo de explosivo carga (intermedia + fondo)</b> |                      | <b>ANFO</b>   |
| Densidad de explosivo (intermedio + fondo)          | (g/cm <sup>3</sup> ) | 0,800         |
| Cantidad de explosivo (intermedio + fondo)          | (kg/ml)              | 18,47         |
| Carga total por taladro (intermedio + fondo)        | (kg)                 | 79,42         |
| <b>Tipo de explosivo carga (base)</b>               |                      | <b>HA37</b>   |
| Densidad de explosivo (base)                        | (g/cm <sup>3</sup> ) | 1,090         |
| Cantidad de explosivo (base)                        | (kg/ml)              | 25,16         |
| Carga total por taladro (base)                      | (kg)                 | 25,16         |
| <b>Carga total por taladro</b>                      |                      | <b>104,58</b> |
| Volumen total                                       | (bcm)                | 322           |
| Densidad roca                                       | (t/m <sup>3</sup> )  | 2,5           |
| Factor de potencia                                  | (kg/t)               | 0,13          |
|   | (kg/m <sup>3</sup> ) | 0,32          |



## 2. Diseño de Columna de Carga para Taladros de Diámetro 7 7/8”

| Parámetros de la malla                              | Unidad               |               |
|---|----------------------|---------------|
| Altura del banco                                    | (m)                  | 10,00         |
| Sub drill   | (m)                  | 1,50          |
| Longitud total                                      | (m)                  | 11,50         |
| Longitud de carga de fondo - base                   | (m)                  | 1,00          |
| Longitud de carga de fondo                          | (m)                  | 3,20          |
| Longitud de taco intermedio - Deck                  | (m)                  | 2,80          |
| Longitud de carga intermedia                        | (m)                  | 1,20          |
| Longitud de taco                                    | (m)                  | 3,30          |
| Diámetro taladro                                    | (Pulgadas)           | 7 7/8         |
| Espaciamiento                                       | (m)                  | 7,20          |
| Burden  | (m)                  | 6,24          |
| <b>Tipo de explosivo carga (intermedia + fondo)</b> |                      | <b>ANFO</b>   |
| Densidad de explosivo (intermedio + fondo)          | (g/cm <sup>3</sup> ) | 0,800         |
| Cantidad de explosivo (intermedio + fondo)          | (kg/ml)              | 25,14         |
| Carga total por taladro (intermedio + fondo)        | (kg)                 | 110,61        |
| <b>Tipo de explosivo carga (base)</b>               |                      | <b>HA37</b>   |
| Densidad de explosivo (base)                        | (g/cm <sup>3</sup> ) | 1,090         |
| Cantidad de explosivo (base)                        | (kg/ml)              | 34,25         |
| Carga total por taladro (base)                      | (kg)                 | 34,25         |
| <b>Carga total por taladro</b>                      | (kg)                 | <b>144,86</b> |
| Volumen total                                       | (bcm)                | 449           |
| Densidad roca                                       | (t/m <sup>3</sup> )  | 2,5           |
| Factor de potencia                                  | (kg/t)               | 0,13          |
|   | (kg/m <sup>3</sup> ) | 0,32          |



## **CAPÍTULO VI: CONTROL DE COSTOS: RESULTADO OPERATIVO.**

El resultado operativo llamado en adelante RO es un sistema de control que permite en base a la información de campo por procesos o fases de producción tener la certeza de que el proyectado de una obra para la cual se es contratado se cumpla y se obtenga la rentabilidad calculada. El RO basa su calidad en los reportes diarios de rendimientos, de horas, de disponibilidad mecánica, etc.

La calidad de información tomada en campo debe asegurarse, de manera que se obtengan ratios de producción confiables para que con estos los proyectados se corrijan de acuerdo a cómo se vaya conociendo más el proyecto. El margen o la rentabilidad de la obra dependerán de lo obtenido en el acumulado histórico y de lo que se proyecta, por eso es importante contar con los controles específicos los que darán una medida exacta.

El registro del RO y sus controles específicos de rendimientos sirven además para obtener los precios unitarios por procesos los cuales son usados al presentar una propuesta económica.

En este capítulo se harán los cálculos de los precios unitarios de las fases de producción tales como perforación, voladura, carguío, acarreo y mantenimiento de vías de una operación de la cual se tiene como información los planes de minado y de producción. Se debe dimensionar el equipo para dicho trabajo basado en esta información y en la disponibilidad de equipo en el mercado. El proceso más importante es quizás el cálculo de precios para la oferta pues en caso de no considerar alguna condición podemos presentar un precio que nos provoque pérdidas durante el periodo de trabajo.

Un mal cálculo de precio puede darse por varios motivos pero principalmente por no considerar la realidad que va a enfrentar, ninguna experiencia es igual a la anterior.

## **6.1 CONTROL DE PRODUCCION Y COSTOS EN EL RESULTADO OPERATIVO**

El control de una obra en el contexto minero o de movimiento de tierras se da en 02 grandes grupos de control

- Control de operaciones
- Control de equipos.

### **6.1.1 Control de operaciones**

Incluye controles operativos de las fases directas de producción como perforación, voladura, carguío, acarreo y mantenimiento de vías. Las fases

indirectas de producción tales como gastos generales también se controlan. En esta fase la venta es la que se obtiene de las valorizaciones del cliente y los costos son todos aquellos en los que incurra la operación para poder producir.

Pueden distinguirse reportes básicos y reportes consolidados.

#### **6.1.1.1 Controles básicos**

Son reportes diarios que muestran si estamos cumpliendo o no con los objetivos de producción y de costos con respecto a un previsto.

Podemos mencionar los siguientes reportes:

- Reportes diario de producción
- Reportes de margen diario

##### **6.1.1.1.1 Reporte diario de producción**

Contiene la siguiente información:

#### **a. Reporte de producción al día**

Informa acerca de los cubos o tonelaje movido respecto a un proyectado. El periodo de medición es un mes en el caso que expongo. El formato usado se muestra en **ANEXO 1**.

#### **b. Reporte de horas trabajadas**

Informa sobre las horas en operación de los distintos equipos diferenciándolos por las fases de producción. Es importante recalcar que si por ejemplo un equipo de carguío ha realizado labores de acomodo de bermas (lo cual no es una tarea de carguío propiamente dicha) las horas son cargadas igualmente a la fase de carguío.

Cada equipo ya sea de perforación, carguío o acarreo debe ser usado en la tarea para la cual se planificó su uso. Si por razones operativas es conveniente usarlo en una tarea aparte pues la fase para donde pertenece el equipo debe cargar con los costos.

Las horas de equipo usadas por el personal de mantenimiento para efectos de mantenimientos preventivos o correctivos no son consideradas en este cuadro de control sin embargo si se considera la diferencia de horómetros como parte del costo de la fase al cierre de cada mes valorizado.

Las horas de equipo por efectos de las operaciones que no tengan que ver directamente con la producción como traslados por voladura, cambios de frente, traslados por refrigerio, etc. deben ser consideradas en este cuadro de control. La contratista asume el costo de estas horas improductivas por lo tanto debe consignarse en el costo de operaciones y el operador minero (en este caso el jefe de mina de la contratista) debe ser responsable de mantenerlas en un rango que no involucre pérdidas en el costo general. Podemos manejar la siguiente fórmula:

Horas trabajadas = Horómetro de equipo – Horómetro en mantenimiento

Horas trabajadas = Horómetro en operación propiamente dicha + Horómetro en pérdidas operativas

El formato usado se ve en el **ANEXO 2** para el caso de una operación de 1'500.000 toneladas.



- Los equipos para el ejemplo son los siguientes:
- Dos perforadoras DM45E de diámetro: 7 7/8" con compresores de 1.100 cfm de alta y baja presión.
  - Un cargador CAT 994 de 19 metros cúbicos.
  - Una pala hidráulica RH120E de 17 metros cúbicos.
  - Seis camiones CAT 785C de 150 toneladas.
  - Dos moto niveladoras CAT modelo 140H.
  - Un tractor D9T
  - Un tractor D8R
  - Tres cargadores 988H de uso en alimentación de planta.
  - Una excavadora CAT modelo 330CL
  - Una cisterna VOLVO de 5.000 galones para regadío de vías.
  - Una cisterna VOLVO de 4.500 galones para despacho de combustible.

### **c. Reporte de disponibilidad Mecánica y Uso**

El reporte informa acerca de la performance del área de mantenimiento y del área de operaciones.

Para la medición de estos dos ratios se toma como universo 30 o 31 días, según tenga el mes en curso con 24 horas por día, es decir, meses de 720 o 744 horas respectivamente.

#### **Disponibilidad mecánica**

Se entiende como las horas que el equipo estuvo disponible para su uso por parte de operaciones. La fórmula es como sigue:

(744 o 720 horas – horas no disponibles mecánicamente) x 100

Disp. Mecánica = -----

(744 o 720 horas)

### **Uso del equipo**

Son las horas que el equipo ha estado en tareas de producción directa o indirectamente. Estas horas entran al costo del área de operaciones y a la venta del área de equipos. El uso se mide sobre el total de horas del mes pues para la contratista es importante leer cuánto del total de horas del mes el equipo ha sido trabajado. Bajo el sistema tradicional que mide el uso a partir de las horas que entrega mantenimiento podemos tener una idea inexacta del éxito de la operación, es decir, podríamos tener un uso altísimo de un equipo que tiene una disponibilidad pésima.

Horas de uso del equipo en operaciones x 100

Uso = -----

744 o 720 horas

### **d. Reporte de rendimientos**

Informa acerca de los ratios de la perforación, carguío y acarreo. Es importante controlar estos ratios ya que en estas fases se consigue mayor margen reduciendo las horas máquina y produciendo más por hora.

Se generan los siguientes reportes:

- Reporte de rendimiento de carguío (Anexo 3).
- Reporte de rendimiento de acarreo (Anexo 4).

- Reporte de rendimiento de perforación (Anexo 5).

El éxito de una obra con un contrato por PU sobre la producción radica en la maximización del uso del equipo con ratios de rendimiento que le permitan ser rentables, los responsables de campo deben considerar estos ratios, mejorarlos y maximizar el uso de los equipos que los hagan rentables.

Los rendimientos de estos reportes consideran la diferencia de horómetros sin separar las horas reales de producción y las horas usadas en traslados u otras demoras operativas; las horas que no estén realizando tareas de producción afectan el rendimiento, parte de la gestión es identificarlos y minimizar estos tiempos improductivos.

#### **e. Registro de paradas**

En la búsqueda de maximizar el uso de los equipos, un reporte de paradas es útil. Dos razones principales justifican que este registro se lleve:

- Permite que el supervisor de mina esté enterado de los principales problemas que debe resolver para tener mayor tiempo operando los equipos. Tales como el tiempo de traslados por voladuras, demoras en abastecimiento de combustible, stand by por falta de frentes alternos, etc.
- Contractualmente es un registro útil, si el cliente no cumple con dar las condiciones de un trabajo continuo, debemos tomar el registro desde un inicio. En

un determinado momento en donde sea inmanejable la situación o perjudique seriamente los intereses de la contratista, estos registros pueden tener una importancia vital a la hora de un arbitraje considerando los costos indirectos que no están relacionados a la producción.

#### **6.1.1.1.2 Reporte de margen diario**

Es un reporte de seguimiento, que nos informa diariamente cuánto se está ganando o perdiendo en obra. Para lo cual se recolecta la data más confiable que se disponga.

Para obtener esta información se requiere lo siguiente:

- Recolectar la información al día de las horas trabajadas procedentes de la información de campo así como el tonelaje movido.
  
- Recolectar las salidas de almacén para obtener sin error las salidas de los principales materiales que influyen en el costo tales como explosivos, aceros y diesel; estos reportes son actualizados diariamente en almacén a través de un sistema en línea (oracle).
  
- En cuanto a los costos fijos de la obra tales como Mano de obra, supervisión, sub-contratos, y gastos generales tomar en consideración el último mes y crear un ratio por día para incluirlo en el mes analizado, salvo que se haya previsto un gasto adicional como por ejemplo movilización o desmovilización de equipos, inspecciones o recargas de sistemas AFEX de equipos, etc.

Cuando analizamos el margen de la obra día a día controlamos al detalle cómo van nuestros costos conforme a un previsto pero no podemos perder de vista el objetivo de más largo plazo.

Este control permite analizar la fase que está presentando problemas y verificar ratios de consumo de aceros y combustible, en este último punto se debe considerar la distorsión aparente en los ratios de consumo del diesel despachado si tenemos un día en donde se llena el tanque de un determinado equipo y no hemos usado el equipo o se ha usado pocas horas el ratio del día se mostrará distorsionado y en valores que no corresponden al manual del fabricante.

Un error típico en una gestión de obra que busca el día a día es atacar objetivos de producción más fáciles sin preparar lo que necesita desarrollo, esto conlleva a tener objetivos a corto plazo pero no logra desarrollos sostenibles.

El reporte de margen diario se aprecia en el **ANEXO 6**.

#### **6.1.1.2 Controles consolidados**

El consolidado mensual es el Resumen del Resultado Operativo denominado RO que contiene el detalle de todas las fases de producción.

##### **6.1.1.2.1 Resumen del Resultado operativo (RO)**

Consta de los siguientes resúmenes:

- a. Resumen por tipo de costo codificado como RO 1.

b. Resumen por fases de producción codificada como RO 2.

**a. Resumen por tipo de costo. RO 1**

Es la matriz básica que contiene el detalle de costos divididos por fases de producción, en la siguiente clasificación:

**Materiales.-** Son los consumibles necesarios para la operación tales como diesel, explosivos, aceros etc.

**Mano de obra.-** Costo del personal obrero y auxiliar cuyo pago se rige por jornales diarios. Están incluidos los aportes. El costo de mano de obra considera:

- Planilla
- Beneficios sociales.
- Alimentación.
- Implementos de seguridad.
- Alojamiento.
- Transporte

**Equipos.-** Costo del equipo propio y alquilado. Este puede ser directo tales como camiones de acarreo o cargadores frontales o indirectos como camionetas para supervisión y buses para el transporte de personal.

**Fletes.-** Costo del transporte de materiales o equipos que se internan a obra. Por ejemplo el explosivo y el combustible pagan fletes de internamiento a obra. Para

equipos que ingresan a obra para algún trabajo en particular, el costo de transporte se considera como fletes.

**Supervisión.-** Costo que incluye la plana gerencial, administrativa y de supervisión de la obra.

**Sub contratos.-** Costo de trabajos necesarios que están bajo el régimen de un contrato con terceros. En esta fase se incluyen la custodia policial para traslado de explosivos, el servicio de vigilancia de oficinas, preparación o modificación de algunos elementos de los equipos como aceros de perforación.

**Gastos generales.-** Definidos como gastos de movilización inicial, desmovilización final, campamentos y estancia.

En el Anexo 7 se presenta el formato del RO 1.

Sobre este anexo tener presente los sgtes. puntos:

- La hoja de resumen de obra es el consolidado final, si queremos tener una vista general de la obra la hoja a consultar es el TOTAL DE OBRA.

- La información del mes se observa en las columnas 'presente mes' tanto en el previsto como el real.

- La información del acumulado de obra incluyendo el mes actual se presenta en la columna Acumulado, en el anexo se ha considerado Abril 09.

- En las columnas tituladas 'PROYECCIONES' figura la estimación tanto en costos como venta de los siguientes meses.

- Las columnas tituladas 'PREVISION TOTAL' contienen las siguientes columnas:

- Previsto original, consiste en el previsto del total de la obra cuando se inició el proyecto, este no debería cambiar manteniéndose en todo el proyecto.
- Previsto anterior, consiste en el proyectado total de la obra calculado el mes anterior, este proyectado comprendía el real acumulado hasta dicho mes sumado con el proyectado de los meses restantes.
- Previsto actual, calculado el mes en curso. Este valor comprende el resultado acumulado real hasta el mes en curso inclusive más la proyección de los meses restantes.

Estos tres parámetros en la previsión total miden el cambio de condiciones en el trabajo a través de los meses, en comparación con el pasado inmediato (previsto anterior) y de lo que se pensaba al iniciar el proyecto (previsto original).

El margen que se muestra en el acumulado de obra y en el proyectado proviene directamente del obtenido en la columna del previsto actual, esto quiere decir que el margen de la obra que se espera actualmente es una suma de lo hecho hasta la fecha más lo proyectado en los meses que restan.



El resultado pendiente cuando es positivo señala un costo que debemos reducir y cuando es negativo indica que el costo real acumulado es más bajo que el que se debiera tener para mantener el margen proyectado de obra. En este segundo caso es necesario revisar lo proyectado y tratar de quitar ‘colchones’ que disfracen el margen.

La contingencia se le conoce a la resta del resultado pendiente menos los activos y provisiones. La contingencia es la porción del costo real que positiva o negativamente difiere del costo esperado.

Esta hoja de resumen titulada TOTAL DE OBRA se apoya en los resúmenes por fases. Por ejemplo si deseamos saber la descomposición de materiales que aparece en el TOTAL DE OBRA basta con sumar la misma celda en las hojas de apoyo por fases.

#### **b. Resumen por Fase de producción. RO2**

La distribución general para este resumen es como sigue:

##### **Fase 10.-** Nominación para fases de instalación y movilización

10.10 Movilización y desmovilización

10.20 Campamentos y talleres

**Fase 50.-** Nominación para fases de producción según la característica del contrato. Para una tarea en el rubro minero sería como sigue:

50.10 Perforación

50.20 Voladura

50.30 Carguío

50.40 Acarreo o transporte.

50.50 Re manejo en general (trabajos en planta o stock pile)

50.60 Mantenimiento de vías

**Fase 80.-** Nominación para indirectos de minado.

En el RO 2 se observa el detalle por cada una de las fases de producción y el resumen general de ellas. La distribución de información en cada una de las fases es como sigue:

Venta

- Contractual
- Venta adicional
- Regularización de valorización

Costo

- Costo materiales
- Costo mano de obra
- Costo subcontratos
- Costo Equipos
- Costo fletes
- Supervisión
- Costo de materiales en stock

El formato del RO 2 se observa en el **ANEXO 8**.

### **6.1.2 Control de equipos**

La fase operaciones mediante una tarifa interna “alquila” los equipos a una fase Equipos dentro de la misma empresa. La fase equipos a su vez obtiene como venta esta tarifa según el número de horas que ha trabajado cada uno y tiene como costo todo aquello que involucre el mantenimiento ya sea correctivo o preventivo de estos. Se rigen por un programa anual de mantenimiento y evalúa mes a mes si el equipo en obra está siendo convenientemente usado por la Fase Operaciones.

## **6.2 RESULTADO OPERATIVO EN APERTURA DE OPERACIONES**

Este proyecto minero implica empezar las operaciones desde el inicio, paralelamente se deben construir los Haul road para acceder a los botaderos y a la planta. Parte del material que se extrae como desmonte se usará para la construcción de estas vías.

El precio a presentar debe considerar los siguientes rubros:

- Movilización.
- Instalación.
- Perforación.
- Voladura.
- Carguío.
- Acarreo.

- Mantenimiento de vías.
- Desmovilización.

Para elaborar el cuadro de precios finales es necesario contar con información del cliente acerca del plan de minado. De acuerdo a la línea y política del cliente, este nos pide que los precios finales sean presentados en las siguientes unidades:

- Movilización, monto en US \$ a todo costo.
- Instalación, monto en US \$ a todo costo
- Perforación, precios en US \$ / bcm
- Voladura precios en US \$ / bcm
- Carguío precios en US \$ / bcm
- Acarreo precios en US \$ / bcm.km
- Mantenimiento de vías monto fijo en US \$ por mes de contrato.

El cliente entregó la siguiente información:

- Tareas preliminares tales como construcción de Haul road e instalaciones de planta serán construidas de manera paralela.
- El nivel de producción durante los cinco años es de alrededor de 1'100.000 toneladas por mes.
- El primer año llamado año de PRE producción se hará desbroce de mina moviendo desmonte en un ratio de 7 a 1 con respecto del mineral. En este año el

mineral a ser tratado conocido como sulfuro de cobre con contenido de oro será stockeado y el mineral de oro presente en óxidos será stockeado temporalmente con el objeto de ser vendido a minas que lixivien. En un inicio no se piensa lixiviar pues se espera que la cantidad de oro en óxidos no representa un tonelaje representativo.

- Del segundo al quinto año se moverá desmonte en un ratio de 1,3 con respecto al mineral. Supuestamente la planta debe estar construida para finales el año de preproducción. Al inicio del segundo año la planta produciría con el sulfuro de cobre con contenido de oro stockeado previamente.

- Se debe determinar de acuerdo a la producción ofrecida el pool de equipos con el cual se va a ofertar. De acuerdo al plan de minado entregado por el cliente tenemos las siguientes cantidades en los cinco años.

|                        |                      |
|------------------------|----------------------|
| AÑO 1(PRE PRODUCCION): | 11'900.000 Toneladas |
| AÑO 2:                 | 13'500.000 Toneladas |
| AÑO 3:                 | 12'500.000 Toneladas |
| AÑO 4:                 | 13'300.000 Toneladas |
| AÑO 5:                 | 11'900.000 Toneladas |

- El material de desmonte según datos del cliente está con una resistencia a la compresión entre 120 y 210 MPa.

- Las distancias ponderadas de acarreo son de 2,5 kilómetros para los 5 años aproximadamente.
  
- Las vías de acarreo serán proporcionadas por el cliente, construidas con la capa de rodadura y el sistema de drenaje que corresponde. El mantenimiento de vías que efectuará el contratista será sobre una vía construida. Este es un punto importante a considerar pues en caso de que el cliente por diversas razones no encuentre material para culminar las vías tendrá como consecuencia un sobre costo que deberá ser considerado al momento de calcular el precio para el acarreo y obviamente en la propia fase de mantenimiento de vías.
  
- El explosivo será proporcionado por el cliente. Los permisos y el COM será de responsabilidad del cliente.
  
- La vía de acarreo o Haul Road es de 26,5 metros de ancho consta de una capa de rodadura de 0,3 metros de material seleccionado provisto por el cliente.
  
- La lluvia se presenta durante 5 meses de los 12 del año. En época de invierno se presentan tormentas eléctricas

### **6.2.1 Elección de los equipos de acarreo**

Según el programa de producción entregado por el cliente hacemos el siguiente cálculo:

Producción promedio mensual = 63'100.000 t / 60 meses

Producción promedio mensual = 1'051.000 t / mes

El cliente sugiere que se tome en cuenta una flota de seis (06) camiones 785C de 150 t para responder a este nivel de producción. Para corroborar el cálculo del cliente realizamos la siguiente comprobación:

Prod. mes 785C: 1'051.000 t / 06 camiones 785C = 176.000 t / mes

Esto significa que un camión que trabaja con disponibilidad mecánica de 90% y factor de uso de 85% sobre las horas disponibles mecánicamente tenemos:

Disponibilidad mecánica = 0,9 (720 horas / mes) = 648 horas / mes

Factor de uso = 0,85 (648 horas / mes) = 550 horas / mes

Necesitaríamos una cierta cantidad de horas por camión para cumplir la cuota mensual:

Producción horaria necesaria = 176.000 (t / mes) / 550 (h / mes)

Producción horaria necesaria = 320 t / h

Considerando que un camión 785C lleva aproximadamente 144 toneladas por viaje tenemos que para una distancia promedio de 2,5 kilómetros el camión debería hacer:

Número de viajes necesarios por hora = 320 (t / h) / 144 (t / viaje) = 2,22 viajes / h.

Esto quiere decir que la velocidad promedio conocida como la velocidad que considera ruta, carga y descarga será de:

$$\text{Velocidad promedio} = (2,22 \text{ viajes / h}) (2) (2,5 \text{ km / viaje}) = 11,1 \text{ km / h}$$

Esta velocidad se encuentra en el rango histórico de obras similares (presencia de lluvia y condiciones climáticas) en donde se ha desarrollado velocidades promedio para 785C de 14 a 15 kilómetro por hora.

Nos decidimos a elegir este tipo de camión por las siguientes razones:

- Cubre las necesidades de producción.
  
- Es el camión que menos siente la escasez de llantas al poseer una medida de aro comercial en el momento que comenzó la crisis. Por ejemplo en aro 49 de camiones de 90 toneladas es más difícil conseguir neumáticos.
  
- El cliente manifiesta que la producción subirá pues los tonelajes colocados en la propuesta son lo más mesurados.
  
- En caso de no ganar el contrato se tenía opciones de transferir estas unidades a otras obras de SMCG.



- Se adquiriría un tipo de flota que era homogénea a la que ya se tenía lo cual conlleva a un ahorro en el costo de mantenimiento pues los mecánicos tienen mayor conocimiento del equipo.

### 6.2.2 Elección de los equipos de carguío

Sobre la capacidad del carguío se eligió un 994F y una pala hidráulica RH120. Básicamente la decisión pasó por el equipo de acarreo que se iba a tener y por ser el equipo que estaba disponible en ese momento en el mercado.

El 994F es un cargador de 19 metros cúbicos de capacidad de cuchara, consume 42 galones por hora y usa llantas en aro 57.

La pala hidráulica RH120 de marca O&K tiene 17 metros cúbicos de capacidad de cuchara, consume 37 galones por hora y posee dos motores que le dan la potencia necesaria y que en ausencia de uno puede seguir trabajando.

El análisis de capacidad es como sigue:

El rendimiento de catálogo del 994F en condiciones ideales = 2.000 t / h

Para una producción mensual de 1'051.000 t se necesita:

Horas necesarias al mes de 994F =  $(1'051.000 \text{ t}) / (2.000 \text{ t / h}) = 525 \text{ horas / mes}$

El rendimiento de la pala hidráulica en catálogo = 1.900 t / h

Para una producción mensual de 1'051.000 t se necesita:

Horas necesarias al mes de RH120 =  $(1'051.000 \text{ t}) / (1.900 \text{ t/h}) = 553 \text{ horas / mes}$

Considerando la evaluación previa del factor de uso (550 horas/mes) se determina que el carguío está sobredimensionado; un solo equipo puede cumplir con la producción requerida; sin embargo fue un requerimiento del cliente asegurar la fase de carguío y que se incluyera en el costo. Por tanto se decidió mantener los dos equipos.

### **6.2.3 Elección de los equipos de perforación**

La producción mensual de 1'051.000 t en un material medio y duro según la información del cliente exige mallas entre 4 metros por 5 metros y 5 metros por 6 metros.

Por el nivel de producción requerido y por la experiencia en otras obras de similar tonelaje mensual optamos por 02 DM45E de INGERSOLL RAND.

Debido a que posiblemente tenemos presencia de materiales duros en mayor proporción a los suaves es que preferimos dotar la flota de perforadoras de una con sistema DTH y otra con el sistema ROTARY.

La DM45E es una perforadora con compresor de 1.050 cfm y provee 42.000 libras efectivas de pull down.

En el sistema DTH puede perforar hasta un diámetro de 7 pulgadas usando martillo de 6 pulgadas. En este sistema se aprovecha terrenos consolidados y duros.

En el sistema ROTARY puede perforar hasta un diámetro de 7 7/8 pulgadas. En este sistema puede enfrentarse mejor los terrenos medios o suaves y a diferencia del martillo DTH ante un terreno poco consolidado o fracturado se tiene mejores resultados.

En el momento de la elección sólo se conocía el sistema DTH por su aplicación en otras obras por lo que fue una decisión difícil optar por el ROTARY. Sin embargo el mercado cada vez más carecía de opciones en el campo del DTH haciéndose más difícil conseguir soluciones debido a que muy pocas minas usan este sistema. Al haber pocos proveedores el precio y las facilidades de pago de accesorios para el sistema DTH se complicaban.

En cambio, en el ROTARY se tiene mayores opciones de mejora, mayores facilidades de pago, esto debido a que la mayoría de minas lo usa. Otra ventaja es el manejo de un solo elemento principal que es el tricono frente al sistema DTH que maneja dos elementos como son el martillo y la broca; y dentro del martillo componentes adicionales como el cilindro (case), culata, pistón, portabit, arandelas de media luna, etc. lo que hace más complicado el manejo.

El diámetro de trabajo es  $6 \frac{3}{4}$  pulgadas pudiendo usarse  $7 \frac{7}{8}$  pulgadas. Con el primero haremos la prueba de capacidad de producción:

Asumiendo que el 100 % de terreno es duro tendremos que perforar mallas de 4 metros por 5 metros con una sobre perforación de 1 metro. La altura de banco en el diseño de la mina es 10 metros.

En un terreno duro la velocidad de perforación bruta que considera todos los tiempos de perforación es de 20 metros por hora en un terreno de 200 MPa así que es aplicable para esta demostración.

$$\text{Toneladas / hora} = \{(20 \text{ m / h}) (4 \text{ m}) (5 \text{ m}) (10 \text{ m}) (2.5 \text{ t / m}^3)\} / 11 \text{ m}$$

$$\text{Toneladas / hora} = 909 \text{ t / h}$$

Para cubrir las 1'051.000 toneladas necesitamos:

$$\text{Horas de perforación por mes} = (1'051.000 \text{ t}) / (909 \text{ t / hora})$$

$$\text{Horas de perforación por mes} = 1.156 \text{ horas}$$

Aunque suponer que todo el material sea duro es un extremo de las posibilidades es recomendable incluir en el costo una máquina que soporte a las principales en este caso.

Lo importante es asegurar el cumplimiento de la producción y que este pool de equipos que se necesite para hacerlo sea costado.

#### 6.2.4 Elección de los equipos auxiliares

Se estima las siguientes tareas para el equipo de apoyo:

- Al abrirse la mina se va a encontrar la necesidad de abrir accesos y generar plataformas (áreas) para la perforación.
  
- Los primeros bancos no serán de fácil acceso para el equipo de carguío por lo que seguramente requerirán apoyo de tractores.
  
- Las faldas de cerro que se encontrarán al inicio requerirán perforación con máquina pequeña pues las DM45E proyectadas no serán adecuadas para este trabajo.
  
- El trabajo rutinario de mantenimiento de vías exige motos y rodillos, como sabemos más de 1'000.000 de toneladas al mes transitarán por una vía promedio de 2,5 kilómetros.

En conclusión proyectamos los siguientes equipos sujetos a variación de acuerdo al costeo que se obtenga:

- 02 motoniveladoras CAT 140H de acuerdo a experiencia en otras obras en donde se mueve similar bcm.km.
  
- 01 Cargador CAT 988 H para usarlo en el botadero y para apoyo en limpieza de frente de la pala.

- 01 tractor CAT D9T que en principio apoyará a las diversas labores de apertura mina.

Calculamos que tras el segundo año luego de la apertura de mina concluida procederemos a reducir el equipo auxiliar de acuerdo a las tareas que queden restringidas a las de operación.

Un precio rígido para una condición dada en el presupuesto lleva a un fracaso para el contratista en caso de que las condiciones varíen levemente. Normalmente los clientes que no tienen certeza de los objetivos planteados colocan cláusulas como determinar porcentajes de + o – con respecto a la venta esperada de manera que tienen un margen de error y de esa manera evitan un posterior reclamo del contratista. Cuanto más grande sea este margen menor será la seguridad que tenga el cliente a la hora de firmar el contrato. El contratista por su parte se cuida calculando sus costos fijos para una venta esperada considerando el porcentaje de variación.

Una vez definido el equipo la lista queda como sigue:

- 01 perforadora DM45E LP con sistema ROTARY con compresor de 1.050 cfm – 110 psi y 45.000 libras de pull down instalado
- 01 perforadora DM45E HP con sistema dual aplicable a DTH y ROTARY de 1.100 cfm – 350 psi y 45.000 libras de pull down instalado.
- 01 Cargador CAT 994F de 19 metros cúbicos de cuchara.
- 01 Pala hidráulica marca O&K con 17 metros cúbicos de cuchara.

- 06 Camiones 785C de tolva ligera con capacidad para 99 cubos de carga y 156 toneladas de peso.
- 02 Moto niveladoras marca CAT modelo 140H
- 01 Cargador marca CAT modelo 988H de 6,1 cubos de cuchara.
- 01 Tractor D9T.

### **6.3 CALCULO DE COSTOS UNITARIOS POR FASE**

Comenzaremos a calcular el precio a presentar en la propuesta de acuerdo a los datos tomados en campo y alcanzados por el cliente. Se presenta en el ANEXO 9 el plan de minado propuesto, el cual tomaremos como base para evaluar los costos de los procesos.

#### **6.3.1 Perforación**

El cliente solicita dos precios para este rubro expresados en US\$/bcm; un precio para material suave por debajo de los 160 MPa y un precio para materiales duros superiores a los 160 MPa. Un trabajo paralelo al cálculo consiste en realizar un muestreo en la zona de trabajo y enviarlo a las pruebas mecánicas correspondientes.

De acuerdo al plan se tiene un determinado bcm o tonelaje para un material. En el contrato tenemos 27'983.000 de bcm para perforar. La composición de materiales influirá en la perforación pues para una caliza marmolizada o para una riolita tendremos mayor consumo de aceros, horas máquina y diesel que para un

óxido, por lo tanto para cada material se debe hacer el cálculo, cada material tendrá distinto precio para perforación:

El material más duro es una caliza marmolizada que posee cerca de 220 MPa de resistencia a la compresión. Luego tenemos óxidos y sulfuros de cobre cuya resistencia a la compresión no supera los 150 MPa.

En una perforación de muestreo se determinó que con broca de 4 pulgadas se podía perforar 18 metros / hora en una caliza marmolizada y con 25 metros / hora para un óxido o un sulfuro.

En base a estos datos se decidió considerar como rendimientos de una DM45E los siguientes rendimientos:

- Caliza marmolizada – 16 metros / hora
- Óxidos o sulfuros – 22 metros / hora

### **Cálculo de precio unitario.**

Para materiales duros y suaves tenemos los siguientes datos:

|                       |                   | DURO  | SUAVE |
|-----------------------|-------------------|-------|-------|
| Diámetro              | pulgadas          | 6 ¾   | 6 ¾   |
| Espaciamiento         | metros            | 5     | 6     |
| Burden                | metros            | 4     | 5     |
| Sobre perforación     | metros            | 1     | 1     |
| Velocidad Perforación | metros / hora     | 16    | 22    |
| Altura del banco      | metros            | 10    | 10    |
| Influencia            | bcm/m perforación | 18,2  | 27,3  |
| Influencia            | bcm/hora          | 290,9 | 600,0 |



De esta manera hallamos la producción por hora de bcm en ambos tipos de material.

La perforadora posee una tarifa con la que se aplica el costo que depende de cómo la empresa considera que debe usarse o depreciarse el equipo. A continuación un detalle de la tarifa de una DM45E.

| Equipo      | Marca    | DEP   | VR | MP    | MC    | ED | LL | CA   | RM    | SEG  | STANDARD     |
|-------------|----------|-------|----|-------|-------|----|----|------|-------|------|--------------|
| Perforadora | DRILTECH | 27,89 | -  | 12,63 | 35,00 | -  | -  | 1,87 | 20,00 | 1,44 | <b>98,84</b> |

La tarifa de la perforadora comprende:

Depreciación de equipo considerando las horas máquinas previas al OH, los mantenimientos programados y correctivos (MP y MC), Carrilería, Reparación Mayor (RM) y seguros.

Consideramos un consumo de 19 galones de diesel por hora y agregamos el costo del consumo:

Tarifa Equipo: 98,84 US\$ / hora máquina

Diesel: 53,20 US\$ / hora máquina

152,04 US\$ / hora máquina

Para introducir al costo los aceros de perforación se toma como base su vida útil en metros perforados y relacionados con la velocidad de perforación de la máquina se tiene un US\$ / hora máquina de los aceros.

| <b>Materiales</b> | <b>Vida útil (m)</b> | <b>Costo en: US\$</b> | <b>Costo unitario en: US\$ / m</b> | <b>Velocidad Perforación (m/h)</b> | <b>Costo unitario US\$ / h</b> |
|-------------------|----------------------|-----------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Barra 1           | 25.000               | 4.500                 | 0,18                               | 21                                 | 3,78                           |
| Barra 2           | 30.000               | 4.500                 | 0,15                               | 21                                 | 3,15                           |
| Top sub           | 15.000               | 1.200                 | 0,08                               | 21                                 | 1,68                           |
| Bit sub           | 15.000               | 2.600                 | 0,17                               | 21                                 | 3,64                           |
| Triconos          | 1.300                | 2.300                 | 1,77                               | 21                                 | 37,15                          |
| Centralizadores   | 10.000               | 900                   | 0,09                               | 21                                 | 1,89                           |

Costo unitario total de aceros de perforación: US\$ / hora máquina: 51,29

La mano de obra e indirectos de la fase perforación son considerados como un costo conocido mensual (costo flat) que no depende de las horas máquinas del equipo.

Podemos resumir que tenemos como costo directo en relación a la producción:

| <b>Detalle de costo</b>                  | <b>Material duro</b>                    | <b>Material suave</b>                   |
|--|---|---|
|  | <b>Costo unitario US\$/hora máquina</b> | <b>Costo unitario US\$/hora máquina</b> |
| Influencia taladro (bcm/hora máquina)    | 209,9                                   | 600,0                                   |
| Tarifa                                   | 98,84                                   | 98,84                                   |
| Diesel                                   | 53,20                                   | 53,20                                   |
| Aceros                                   | 51,29                                   | 51,29                                   |
|  | <b>203,33</b>                           | <b>203,33</b>                           |
| <b>Costo directo sin M.O. (US\$/bcm)</b> |   |   |
|  | <b>0,699</b>                            | <b>0,339</b>                            |

El planeamiento preliminar del cliente indica que el 60% de material será suave y el 40% duro. Las densidades a considerar son: 2,5 t/m<sup>3</sup> para el material duro y 2,35 t/m<sup>3</sup> para el material suave, obteniéndose la siguiente relación de materiales en bcm a partir de la producción mensual de 1'051.000 t:

$$\text{Material duro (bcm)} = (1'051.000 \text{ t}) (0,4) / (2,5 \text{ t/m}^3) = 168.160 \text{ bcm.}$$

$$\text{Material suave (bcm)} = (1'051.000 \text{ t}) (0,6) / (2,35 \text{ t/m}^3) = 268.340 \text{ bcm.}$$

$$\text{Material duro y suave} = 168.160 + 268.340 = 436.500 \text{ bcm.}$$

Dentro de los costos fijos se considera la mano de obra, los indirectos y la utilidad; estos costos se deben asumir independientemente de la cantidad de horas que trabaje el equipo para cumplir la producción.

En las consideraciones de mano de obra se proyecta 24 horas de trabajo al día en un régimen 2x1 (14 días en obra x 7 descansando) para lo cual se requieren tres guardias (día y noche y la tercera descansando para relevar a la saliente), cada perforadora necesitará 3 operadores y 3 ayudantes y un capataz por guardia.

Con lo anterior descrito tenemos:

| Descripción                           | Capataz          | operador         | Ayudante         |
|---------------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Cantidad                              | 3,00             | 6,00             | 3,00             |
| Horas                                 | 240,00           | 240,00           | 240,00           |
| Horas 25%                             | 40,00            | 40,00            | 40,00            |
| Horas 35%                             | 40,00            | 40,00            | 40,00            |
| Horas dominical                       | 24,00            | 24,00            | 24,00            |
| Jornal                                | 60,00            | 55,00            | 40,00            |
| Asignación familiar                   | 50,00            | 50,00            | 50,00            |
| Asignación transporte                 | 300,00           | 300,00           | 300,00           |
| jornal S/                             | 1.800,00         | 1.650,00         | 1.200,00         |
| Horas 25% (S/)                        | 375,00           | 343,75           | 250,00           |
| Horas 35% (S/)                        | 405,00           | 371,25           | 270,00           |
| Horas dominical (S/)                  | 180,00           | 165,00           | 120,00           |
| <b>Total Ingresos</b>                 | <b>3.110,00</b>  | <b>2.880,00</b>  | <b>2.190,00</b>  |
| Essalud                               | 216,00           | 198,00           | 144,00           |
| SCTR                                  | 27,00            | 24,75            | 18,00            |
| SCTP                                  | 27,00            | 24,75            | 18,00            |
| <b>Total aportes</b>                  | <b>270,00</b>    | <b>247,50</b>    | <b>180,00</b>    |
| CTS                                   | 149,40           | 136,95           | 99,60            |
| Vacaciones                            | 149,40           | 136,95           | 99,60            |
| Gratificaciones                       | 300,60           | 275,55           | 200,40           |
| <b>Total Provisiones</b>              | <b>599,40</b>    | <b>549,45</b>    | <b>399,60</b>    |
| EPP                                   | 250,00           | 250,00           | 250,00           |
| Alimentación                          | 900,00           | 900,00           | 900,00           |
| <b>Costos generales MO</b>            | <b>1.150,00</b>  | <b>1.150,00</b>  | <b>1.150,00</b>  |
| <b>Total Costo MO - SMCg</b>          | <b>15.388,20</b> | <b>28.961,70</b> | <b>11.758,80</b> |
| <b>Total Costo MO Personal (S/)</b>   | <b>56.108,70</b> |                  |                  |
| <b>Total Costo MO Personal (US\$)</b> | <b>17.533,97</b> |                  |                  |

Considerando el tipo de cambio 3,2 tenemos que la mano de obra asciende a US\$ 17.533,97: la producción es: 436.500 bcm por lo que el costo por mano de obra es de:

$17.533,97 \text{ US\$} / 436.500 \text{ bcm} = 0,04 \text{ US\$} / \text{bcm}$ ; de acuerdo al tipo de material tenemos el sgte. Costo directo:

| <b>Detalle de costo</b>             | <b>Material duro</b>               | <b>Material Suave</b>              |
|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
|                                     | <b>Costo unitario<br/>US\$/bcm</b> | <b>Costo unitario<br/>US\$/bcm</b> |
| Costo (Tarifa + D2 + Aceros + M.O.) | 0,739                              | 0,379                              |

El costo indirecto se considera 15% del costo directo y la utilidad considerada es 10% del costo total.

Como precios a presentar tenemos:

| <b>Costo unitario US\$/bcm</b>               | <b>Material duro</b> | <b>Material Suave</b> |
|--|----------------------|-----------------------|
| Costo total (Directo + Indirecto + Utilidad) | <b>0,935</b>         | <b>0,480</b>          |

### 6.3.2 Voladura

El cliente también solicitó para la fase de perforación dos precios considerando la dureza del material.

De acuerdo al cálculo realizado tenemos 268.340 bcm de material suave y 168.160 bcm de material duro mensual; para el cálculo del precio unitario se consideran seis combinaciones de mezclas explosivas considerando la dureza del material y/o presencia de agua en los taladros.



La dureza y presencia de agua predispone el uso de determinada mezcla, si el material es suave y sin agua la mezcla sería sin presencia de emulsión pero si la roca es dura y con agua entonces se debe usar la mezcla con mayor concentración de emulsión (HA64).

En el cálculo del PU se consideró usar una mezcla HA28 para terreno suave y mezcla HA64 para terreno duro:

| Mezcla explosiva          | ANFO   | HA 28   | HA 37   | HA 46   | HA 55   | HA 64   |
|---------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Costo mes material (US\$) | 96.215 | 108.579 | 124.550 | 140.259 | 141.284 | 142.277 |
| Costo (US\$/bcm)          | 0,220  | 0,249   | 0,285   | 0,321   | 0,324   | 0,326   |

El equipo designado para esta fase es un camión fábrica subcontratado, el alquiler es de US\$ 10.000 incluye el operador y mantenimientos preventivos; además del apoyo de asistencia técnica cuando sea necesario.

$$\text{Costo del camión fábrica} = 10.000 \text{ US\$} / 436.500 \text{ bcm} = 0,023 \text{ US\$} / \text{bcm}$$

En las consideraciones de mano de obra se proyecta 14 días en obra x 7 descansando para lo cual se tiene 9 ayudantes y 3 capataces; en obra se considera siempre 6 ayudantes y 2 capataces y descansando 3 ayudantes y 1 capataz.

Con lo anterior descrito tenemos:

| Descripción                           | Capataz          | Ayudante         |
|---------------------------------------|------------------|------------------|
| Cantidad                              | 3,00             | 9,00             |
| Horas                                 | 240,00           | 240,00           |
| Horas 25%                             | 40,00            | 40,00            |
| Horas 35%                             | 40,00            | 40,00            |
| Horas dominical                       | 24,00            | 24,00            |
| Jornal                                | 60,00            | 40,00            |
| Asignación familiar                   | 50,00            | 50,00            |
| Asignación transporte                 | 300,00           | 300,00           |
| jornal S/                             | 1.800,00         | 1.200,00         |
| Horas 25% (S/)                        | 375,00           | 250,00           |
| Horas 35% (S/)                        | 405,00           | 270,00           |
| Horas dominical (S/)                  | 180,00           | 120,00           |
| <b>Total Ingresos</b>                 | <b>3.110,00</b>  | <b>2.190,00</b>  |
| Essalud                               | 216,00           | 144,00           |
| SCTR                                  | 27,00            | 18,00            |
| SCTP                                  | 27,00            | 18,00            |
| <b>Total aportes</b>                  | <b>270,00</b>    | <b>180,00</b>    |
| CTS                                   | 149,40           | 99,60            |
| Vacaciones                            | 149,40           | 99,60            |
| Gratificaciones                       | 300,60           | 200,40           |
| <b>Total Provisiones</b>              | <b>599,40</b>    | <b>399,60</b>    |
| EPP                                   | 250,00           | 250,00           |
| Alimentación                          | 900,00           | 900,00           |
| <b>Costos generales MO</b>            | <b>1.150,00</b>  | <b>1.150,00</b>  |
| <b>Total Costo MO - SMCG</b>          | <b>15.388,20</b> | <b>35.276,40</b> |
| <b>Total Costo MO Personal (S/)</b>   | <b>50.664,60</b> |                  |
| <b>Total Costo MO Personal (US\$)</b> | <b>15.832,69</b> |                  |

El costo del personal de voladura es US\$ 15.832,69 considerando 436.500 bcm tenemos:

$$15.832,69 \text{ US\$} / 436.500 \text{ bcm} = 0,0363 \text{ US\$} / \text{bcm}$$

Considerando los explosivos, accesorios, mano de obra y camión fábrica tenemos el siguiente costo por voladura según los materiales:



| Detalle de costo                | Material duro              | Material suave             |
|---------------------------------|----------------------------|----------------------------|
|                                 | Costo unitario<br>US\$/bcm | Costo unitario<br>US\$/bcm |
| Costo camión fábrica            | 0,023                      | 0,023                      |
| Costo explosivos y accesorios   | 0,326                      | 0,249                      |
| Costo M.O.                      | 0,036                      | 0,036                      |
| <b>Costo directo (US\$/bcm)</b> | <b>0,385</b>               | <b>0,308</b>               |

El costo indirecto se considera 15% del costo directo y la utilidad considerada es 10% del costo total.

Como precios a presentar tenemos:

| Costo unitario US\$/bcm                      | Material duro | Material Suave |
|--|---------------|----------------|
| Costo total (Directo + Indirecto + Utilidad) | <b>0,487</b>  | <b>0,390</b>   |

### 6.3.3 Carguío

La unidad para el cálculo del PU solicitado por el cliente es US\$ / bcm.

Para la fase de carguío se considera un cargador CAT 994F y una pala hidráulica O&K RH 120E; la tarifa de estos equipos considera la depreciación del equipo, mantenimientos preventivos y correctivos, elementos de desgaste, llantas, carrilería, reparación mayor y seguros:

| Equipo             | DEP   | VR | MP    | MC    | ED    | LL    | CA    | RM    | SEG  | STANDARD      |
|--------------------|-------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|---------------|
| CAT 994F           | 71,86 | -  | 20,00 | 69,10 | 20,86 | 48,00 | -     | 50,00 | 5,10 | <b>284,92</b> |
| PALA O&K<br>RH120E | 42,46 | -  | 26,00 | 80,00 | 23,00 | -     | 12,50 | 45,00 | 3,01 | <b>231,98</b> |

Para el cálculo del precio unitario debemos considerar la capacidad instalada de producción de los equipos de carguío:

| <b>Características</b>              | <b>CAT 994F</b> | <b>RH 120E</b> |
|-------------------------------------|-----------------|----------------|
| Capacidad cuchara (m <sup>3</sup> ) | 19              | 17             |
| Factor llenado                      | 0,8             | 0,8            |
| Esponjamiento material (%)          | 60              | 60             |
| Capacidad pase (bcm)                | 9,5             | 8,5            |
| Tiempo/pase (s)                     | 45              | 45             |
| Capacidad bcm/h                     | 760             | 680            |

Se realiza las consultas del consumo horario de diesel promedio teniendo como costo horario:

|                              | <b>CAT 994F</b> | <b>RH 120E</b> |
|------------------------------|-----------------|----------------|
| Consumo diesel (gl/h)        | 47              | 40             |
| Precio diesel (US\$/gl)      | 2,8             | 2,8            |
| <b>Costo diesel (US\$/h)</b> | <b>131,6</b>    | <b>112,0</b>   |

El costo de un bcm cargado por el 994F o por la RH120 es como sigue:

|                                | <b>CAT 994F</b> | <b>RH 120E</b> |
|--------------------------------|-----------------|----------------|
| Capacidad bcm/h                | 760             | 680            |
| Costo equipo (US\$/h)          | 284,9           | 232,0          |
| Costo diesel (US\$/h)          | 131,6           | 112,0          |
| <b>Costo en bcm (US\$/bcm)</b> | <b>0,548</b>    | <b>0,506</b>   |

Ambos equipos deben estar disponibles, la mano de obra debe ser cubierta bajo el sistema 14 x 7, para lo cual se necesitará 3 turnos; es decir se requiere 6 operadores.

Considerando esta estructura tenemos:

| <b>Descripción</b>                    | <b>operador</b>  |
|---------------------------------------|------------------|
| Cantidad                              | 6,00             |
| Horas                                 | 240,00           |
| Horas 25%                             | 40,00            |
| Horas 35%                             | 40,00            |
| Horas dominical                       | 24,00            |
| Jornal                                | 40,00            |
| Asignación familiar                   | 50,00            |
| Asignación transporte                 | 300,00           |
| jornal S/                             | 1.200,00         |
| Horas 25% (S/)                        | 250,00           |
| Horas 35% (S/)                        | 270,00           |
| Horas dominical (S/)                  | 120,00           |
| <b>Total Ingresos</b>                 | <b>2.190,00</b>  |
| Essalud                               | 144,00           |
| SCTR                                  | 18,00            |
| SCTP                                  | 18,00            |
| <b>Total aportes</b>                  | <b>180,00</b>    |
| CTS                                   | 99,60            |
| Vacaciones                            | 99,60            |
| Gratificaciones                       | 200,40           |
| <b>Total Provisiones</b>              | <b>399,60</b>    |
| EPP                                   | 250,00           |
| Alimentación                          | 900,00           |
| <b>Costos generales MO</b>            | <b>1.150,00</b>  |
| <b>Total Costo MO - SMCG</b>          | <b>23.517,60</b> |
| <b>Total Costo MO Personal (S/)</b>   | <b>23.517,60</b> |
| <b>Total Costo MO Personal (US\$)</b> | <b>7.349,25</b>  |

La mano de obra sería US\$ 7.349,25 mensual considerando un T.C. 3,2

Se considera 436.500 bcm / mes; por lo que el costo de mano de obra es de 0,017 US\$ / bcm.

Considerando equipos, combustible y mano de obra se obtiene:

| <b>Detalle de costo</b>        | <b>CAT 994F</b>                    | <b>RH 120E</b>                     |
|--------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
|                                | <b>Costo unitario<br/>US\$/bcm</b> | <b>Costo unitario<br/>US\$/bcm</b> |
| Costo (Tarifa + diesel + M.O.) | 0,565                              | 0,523                              |

Se usa el costo mayor de la fase, es decir el CAT994F.

El costo indirecto se considera 15% del costo directo y la utilidad prevista es 10% del costo total.

Como precios a presentar tenemos:

| <b>Costo unitario US\$/bcm</b>               | <b>CAT 994F</b> | <b>RH 120E</b> |
|--|-----------------|----------------|
| Costo total (Directo + Indirecto + Utilidad) | 0,715           | 0,661          |

#### **6.3.4 Acarreo**

La unidad para el cálculo del PU solicitado por el cliente es US\$ / bcm.km es decir se debe controlar la distancia en relación al nivel de producción mensual.

La información del cliente prevé que la distancia promedio es de 2,5 km; la flota presupuestada por requerimiento del cliente son 6 camiones CAT785C.

La tarifa de estos equipos considera la depreciación del equipo, mantenimientos preventivos y correctivos, llantas, reparación mayor y seguros:

| Equipo           | DEP   | VR | MP   | MC    | ED | LL    | CA | RM    | SEG  | STANDARD |
|------------------|-------|----|------|-------|----|-------|----|-------|------|----------|
| CATERPILLAR 785C | 37,29 | -  | 7,09 | 13,79 | -  | 60,96 | -  | 15,00 | 2,65 | 136,78   |

De los datos históricos se tiene el consumo de diesel:

|                          |             |
|--------------------------|-------------|
| Consumo diesel (gl/h):   | 19          |
| Precio diesel (US\$/gl): | 2,8         |
| Costo diesel (US\$/h):   | <b>53,2</b> |

El cliente informó que la distancia será 2,5 km en promedio, sin embargo es necesario analizar el impacto de realizar acarreo a distancias menores o mayores a este promedio. Este análisis se puede determinar con los siguientes cuadros:

| Distancia (km)      | 0,2           | 0,5           | 0,8           | 1,1           | 1,4           | 1,7           | 2             | 2,3           | 2,6           | 2,9           | 3,2           |
|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Ciclo (minutos)     | 9,9           | 13,1          | 14,7          | 16,2          | 18,4          | 20,1          | 21,6          | 23,2          | 25,0          | 27,0          | 27,8          |
| viajes/h            | 6,0           | 4,6           | 4,1           | 3,7           | 3,3           | 3,0           | 2,8           | 2,6           | 2,4           | 2,2           | 2,2           |
| km / h              | 2,4           | 4,6           | 6,5           | 8,1           | 9,1           | 10,1          | 11,1          | 11,9          | 12,5          | 12,9          | 13,8          |
| Capacidad CAT (bcm) | 58            | 58            | 58            | 58            | 58            | 58            | 58            | 58            | 58            | 58            | 58            |
| bcm / h             | 351           | 265           | 237           | 215           | 189           | 173           | 161           | 150           | 139           | 129           | 125           |
| bcm.km / h          | 70            | 132           | 189           | 236           | 265           | 294           | 322           | 344           | 362           | 374           | 400           |
| h / bcm.km          | <b>0,0143</b> | <b>0,0076</b> | <b>0,0053</b> | <b>0,0042</b> | <b>0,0038</b> | <b>0,0034</b> | <b>0,0031</b> | <b>0,0029</b> | <b>0,0028</b> | <b>0,0027</b> | <b>0,0025</b> |

| bcm mes | Dist (km) | bcm.km    | h / bcm.km | Horas |
|---------|-----------|-----------|------------|-------|
| 436.500 | 0,2       | 87.300    | 0,0143     | 1.245 |
| 436.500 | 0,5       | 218.250   | 0,0076     | 1.649 |
| 436.500 | 0,8       | 349.200   | 0,0053     | 1.843 |
| 436.500 | 1,1       | 480.150   | 0,0042     | 2.034 |
| 436.500 | 1,4       | 611.100   | 0,0038     | 2.306 |
| 436.500 | 1,7       | 742.050   | 0,0034     | 2.522 |
| 436.500 | 2,0       | 873.000   | 0,0031     | 2.715 |
| 436.500 | 2,3       | 1'003.950 | 0,0029     | 2.914 |
| 436.500 | 2,6       | 1'134.900 | 0,0028     | 3.138 |
| 436.500 | 2,9       | 1'265.850 | 0,0027     | 3.383 |
| 436.500 | 3,2       | 1'396.800 | 0,0025     | 3.493 |

De los cuadros anteriores se puede determinar que a menor distancia de acarreo los rendimientos (viajes/h) serán mayores lo cual implica usar menor cantidad de horas del equipo; es decir la cantidad de horas a una distancia de 1,4 km es menor que a una distancia de 2,6 km considerando el mismo bcm mensual. Se realizará precios variables para diferentes distancias y podamos observar el impacto del bcm.km con respecto a los precios fijos.

Las consideraciones de mano de obra indican que los equipos deben estar disponibles y debe ser cubierta bajo el sistema 14 x 7, para lo cual se necesitará 3 turnos; es decir se requieren 18 operadores, 3 capataces y 3 personas (punteros) para la descarga del material.

Considerando esta estructura tenemos:

| Descripción                           | Capataz           | operador         | Ayudante         |
|---------------------------------------|-------------------|------------------|------------------|
| Cantidad                              | 3,00              | 18,00            | 3,00             |
| Horas                                 | 240,00            | 240,00           | 240,00           |
| Horas 25%                             | 40,00             | 40,00            | 40,00            |
| Horas 35%                             | 40,00             | 40,00            | 40,00            |
| Horas dominical                       | 24,00             | 24,00            | 24,00            |
| Jornal                                | 60,00             | 55,00            | 40,00            |
| Asignación familiar                   | 50,00             | 50,00            | 50,00            |
| Asignación transporte                 | 300,00            | 300,00           | 300,00           |
| jornal S/                             | 1.800,00          | 1.650,00         | 1.200,00         |
| Horas 25% (S/)                        | 375,00            | 343,75           | 250,00           |
| Horas 35% (S/)                        | 405,00            | 371,25           | 270,00           |
| Horas dominical (S/)                  | 180,00            | 165,00           | 120,00           |
| <b>Total Ingresos</b>                 | <b>3.110,00</b>   | <b>2.880,00</b>  | <b>2.190,00</b>  |
| Essalud                               | 216,00            | 198,00           | 144,00           |
| SCTR                                  | 27,00             | 24,75            | 18,00            |
| SCTP                                  | 27,00             | 24,75            | 18,00            |
| <b>Total aportes</b>                  | <b>270,00</b>     | <b>247,50</b>    | <b>180,00</b>    |
| CTS                                   | 149,40            | 136,95           | 99,60            |
| Vacaciones                            | 149,40            | 136,95           | 99,60            |
| Gratificaciones                       | 300,60            | 275,55           | 200,40           |
| <b>Total Provisiones</b>              | <b>599,40</b>     | <b>549,45</b>    | <b>399,60</b>    |
| EPP                                   | 250,00            | 250,00           | 250,00           |
| Alimentación                          | 900,00            | 900,00           | 900,00           |
| <b>Costos generales MO</b>            | <b>1.150,00</b>   | <b>1.150,00</b>  | <b>1.150,00</b>  |
| <b>Total Costo MO - SMCG</b>          | <b>15.388,20</b>  | <b>86.885,10</b> | <b>11.758,80</b> |
| <b>Total Costo MO Personal (S/)</b>   | <b>114.032,10</b> |                  |                  |
| <b>Total Costo MO Personal (US\$)</b> | <b>35.635,03</b>  |                  |                  |

La mano de obra sería US\$ 35.635,03 mensual considerando un T.C. 3,2

Se agrega los costos de MO y dependiendo la cantidad de horas se asigna el costo del uso del equipo (tarifa) y consumo diesel.

A estos costos se agrega el 15% del costo directo considerado costo indirecto y 10% de utilidad.

| bcm mes | Distancia (km) | C. Directo (US\$/bcm.km) | C. Indirecto (US\$/bcm.km) | Utilidad (US\$/bcm.km) | <b>P.U. (US\$/bcm.km)</b> |
|---------|----------------|--------------------------|----------------------------|------------------------|---------------------------|
| 436.500 | 0,2            | 3,117                    | 0,467                      | 0,358                  | <b>3,943</b>              |
| 436.500 | 0,5            | 1,598                    | 0,240                      | 0,184                  | <b>2,022</b>              |
| 436.500 | 0,8            | 1,105                    | 0,166                      | 0,127                  | <b>1,398</b>              |
| 436.500 | 1,1            | 0,879                    | 0,132                      | 0,101                  | <b>1,112</b>              |
| 436.500 | 1,4            | 0,775                    | 0,116                      | 0,089                  | <b>0,980</b>              |
| 436.500 | 1,7            | 0,694                    | 0,104                      | 0,080                  | <b>0,878</b>              |
| 436.500 | 2,0            | 0,632                    | 0,095                      | 0,073                  | <b>0,799</b>              |
| 436.500 | 2,3            | 0,587                    | 0,088                      | 0,068                  | <b>0,743</b>              |
| 436.500 | 2,6            | 0,557                    | 0,083                      | 0,064                  | <b>0,704</b>              |
| 436.500 | 2,9            | 0,536                    | 0,080                      | 0,062                  | <b>0,678</b>              |
| 436.500 | 3,2            | 0,501                    | 0,075                      | 0,058                  | <b>0,633</b>              |

De este cuadro de precios variables podemos observar que la presencia de los costos fijos hace que el costo unitario por bcm.km aumenta si la distancia disminuye.

### **6.3.5 Mantenimiento de vías**

La unidad de cálculo solicitado por el cliente es US\$ / mes, es decir se presentará un precio fijo por la flota de equipos de la fase. Los equipos presupuestados son:

02 Motoniveladoras CAT modelo 140H

01 Cargador CAT modelo 988H.

01 Tractor CAT modelo D9T.

La tarifa de estos equipos considera la depreciación del equipo, mantenimientos preventivos y correctivos, elementos de desgaste, llantas, reparación mayor y seguros:

| Equipo   | DEP   | VR | MP   | MC    | ED   | LL   | CA    | RM    | SEG  | STANDARD      |
|----------|-------|----|------|-------|------|------|-------|-------|------|---------------|
| CAT 988H | 16,06 | -  | 5,20 | 14,90 | 6,76 | 4,40 | -     | 12,80 | 1,14 | <b>61,26</b>  |
| CAT 140H | 21,05 | -  | 3,23 | 9,18  | 1,53 | 2,50 | -     | -     | 0,62 | <b>38,11</b>  |
| CAT D9T  | 33,62 | -  | 7,00 | 20,50 | 9,91 | -    | 15,00 | 15,00 | 1,49 | <b>102,52</b> |

Los datos de consumo de diesel en base a datos históricos y considerando que las 02 motoniveladoras apoyarán en la labores de acarreo a razón de 15 horas día cada una de ellas, el cargador 988H se usará principalmente en botaderos, como apoyo del tractor D9T para lo cual se considera 12 horas diarias de uso y el tractor D9T usará 400 horas como apoyo en frentes de carguío, botaderos, pisos, etc.

Tenemos como costo de diesel:

| Características           | CAT 988       | CAT 140H | CAT D9T |
|---------------------------|---------------|----------|---------|
| Consumo diesel (gl/h)     | 15            | 4        | 14      |
| Precio diesel (US\$/gl)   | 2,8           | 2,8      | 2,8     |
| Costo diesel (US\$/h)     | 42,0          | 11,2     | 39,2    |
| Horas de uso              | 12x30         | 2x15x30  | 400     |
| Costo Diesel mensual US\$ | 15.120        | 10.080   | 15.680  |
| <b>US\$ / mes</b>         | <b>40.880</b> |          |         |



El costo de mano de obra considera 3 operadores por cada equipo:

| Descripción                           | operador         |
|---------------------------------------|------------------|
| Cantidad                              | 12,00            |
| Horas                                 | 240,00           |
| Horas 25%                             | 40,00            |
| Horas 35%                             | 40,00            |
| Horas dominical                       | 24,00            |
| Jornal                                | 55,00            |
| Asignación familiar                   | 50,00            |
| Asignación transporte                 | 300,00           |
| jornal S/                             | 1.650,00         |
| Horas 25% (S/)                        | 343,75           |
| Horas 35% (S/)                        | 371,25           |
| Horas dominical (S/)                  | 165,00           |
| <b>Total Ingresos</b>                 | <b>2.880,00</b>  |
| Essalud                               | 198,00           |
| SCTR                                  | 24,75            |
| SCTP                                  | 24,75            |
| <b>Total aportes</b>                  | <b>247,50</b>    |
| CTS                                   | 136,95           |
| Vacaciones                            | 136,95           |
| Gratificaciones                       | 275,55           |
| <b>Total Provisiones</b>              | <b>549,45</b>    |
| EPP                                   | 250,00           |
| Alimentación                          | 900,00           |
| <b>Costos generales MO</b>            | <b>1.150,00</b>  |
| <b>Total Costo MO - SMCG</b>          | <b>57.923,40</b> |
| <b>Total Costo MO Personal (S/)</b>   | <b>57.923,40</b> |
| <b>Total Costo MO Personal (US\$)</b> | <b>18.101,06</b> |

Los costos directos mensuales (Equipo, diesel y mano de obra) serían:

| Características           | CAT 988        | CAT 140H | CAT D9T |
|---------------------------|----------------|----------|---------|
| Costo tarifa (US\$/mes)   | 22.055         | 34.298   | 41.008  |
| Costo diesel (US\$/mes)   | 15.120         | 10.080   | 15.680  |
| Costo M.O. (US\$/mes)     | 18.101         |          |         |
| <b>Total (US\$ / mes)</b> | <b>156.342</b> |          |         |

El costo indirecto se considera 15% del costo directo y la utilidad prevista es 10% del costo total. Como precios a presentar tenemos:

| <b>Costo unitario US\$/mes</b>               |                |
|--|----------------|
| Costo total (Directo + Indirecto + Utilidad) | <b>197.772</b> |

#### 6.4 FORMULA POLINOMICA Y COMPONENTES

Conocido como el rise and fall. Los ratios unitarios que están sometidos al ajuste del factor rise and fall son:

- Mantenimiento de vías de minado.
- Minado de calizas y riolitas.
- Perforación de producción y precorte.
- Voladura de producción y precorte.
- Carguío.
- Acarreo.
- Remanejo de material en chancadora.
- Tarifas de alquiler.

El factor (R) usado se determina de la siguiente ecuación:

$$R = f+l(Li/Lb)+t(Ti/Tb)+s(Si/Sb)+d(Di/Db)+e(Ei/Eb)$$

|   |           |            |
|---|-----------|------------|
| <b>f: fixed proportion</b>                | <b>f</b>  | <b>43%</b> |
| <b>l: labour proportion</b>               | <b>l</b>  | <b>12%</b> |
| Li: current labour index                  | <b>Li</b> |            |
| Lb: base labour index                     | <b>Lb</b> |            |
| <b>t: tyre proportion</b>                 | <b>t</b>  | <b>5%</b>  |
| Ti: current tyre index                    | <b>Ti</b> |            |
| Tb: base tyre index                       | <b>Tb</b> |            |
| <b>s: spare proportion</b>                | <b>s</b>  | <b>7%</b>  |
| Si: current spare index                   | <b>Si</b> |            |
| Sb: base spare index                      | <b>Sb</b> |            |
| <b>d: fuels and lubricants proportion</b> | <b>d</b>  | <b>25%</b> |
| Di: current fuels and lubricants ind      | <b>Di</b> |            |
| Db: base diesel index                     | <b>Db</b> |            |
| <b>e: explosive proportion</b>            | <b>e</b>  | <b>8%</b>  |
| Ei: current explosive index               | <b>Ei</b> |            |
| Eb: base explosive index                  | <b>Eb</b> |            |

#### **6.4.1 Fijos**

Contractualmente se estableció que el 43% de los costos totales son fijos, por lo cual en la fórmula polinómica se considera este ratio para determinar el factor de corrección a los precios unitarios.

#### **6.4.2 Mano de obra.**

Este factor tiene una incidencia del 12% en la estructura de la fórmula polinómica y se considera el índice mensual de precios al consumidor publicado en el INEI (instituto Nacional de Estadística e Informática) accediendo a su página web: [www.inei.gob.pe](http://www.inei.gob.pe)

Este índice es dividido por el tipo de cambio del cierre de valorización obtenido en la Superintendencia de Banca y Seguros (SBS) publicado diariamente en su página web: [www.sbs.gob.pe](http://www.sbs.gob.pe)

#### **6.4.3 Llantas**

Se considera dos proformas de los mayores proveedores mundiales de llantas (Bridgestone y Michelin), se presupuesta en esta cotización a las llantas de los seis camiones CAT 785C, cargador CAT994F y tres cargadores CAT988, las características de los elementos son:

36 llantas de CAT785C: 33.00R51

4 llantas de CAT994F: 55/80R57

12 llantas de CAT988: 35/65R33

Su incidencia es del 5% y se considera el promedio aritmético de ambas cotizaciones.

#### **6.4.4 Repuestos importados**

Este índice se obtiene del Instituto Nacional de Estadística e Informática ([www.inei.gob.pe](http://www.inei.gob.pe)) en su publicación mensual del índice de maquinaria y equipo importado; su incidencia es de 7%.

Este índice es dividido por el tipo de cambio del cierre de valorización obtenido en la Superintendencia de Banca y Seguros (SBS) publicado diariamente en su página web: [www.sbs.gob.pe](http://www.sbs.gob.pe)

#### **6.4.5 Combustible y lubricantes**

Se determinó que el punto de abastecimiento de diesel es la planta ubicada en la ciudad de Eten, distrito del departamento Lambayeque.

Petróleos del Perú – PETROPERU- en su publicación periódica establece los precios del combustible ajustados en cada ciudad. Esta publicación se descarga de su página web: [www.petroperu.com](http://www.petroperu.com).

Su incidencia es del 25% en la estructura de la fórmula polinómica.

Este precio es dividido por el tipo de cambio del cierre de valorización obtenido en Superintendencia de Banca y Seguros (SBS) publicado diariamente en su página web: [www.sbs.gob.pe](http://www.sbs.gob.pe)

#### **6.4.6 Explosivos**

El principal componente en la generación del ANFO es el amoníaco para lo cual se usa el precio internacional publicado semanalmente en el Green Markets; esta información se puede acceder en su página web: [www.greenmarkets.pf.com](http://www.greenmarkets.pf.com) previa suscripción. Su incidencia es del 8%.

#### **6.4.7 Tipo de cambio**

El tipo de cambio actúa directamente en cada proporción de la fórmula polinómica cuyos índices están en soles como: la mano de obra, repuestos importada y combustible.

Se obtiene en la Superintendencia de Banca y Seguros publicado en su página web: [www.sbs.gob.pe](http://www.sbs.gob.pe) considerando la fecha del cierre de valorización mensual.

## CONCLUSIONES

- El inicio o apertura de operaciones mineras involucra tener experiencias previas similares o solicitar el juicio de expertos, San Martín tenía experiencia en realizar todas las fases de operaciones mineras como perforación, voladura, carguío, acarreo, mantenimiento de vías, etc. pero no conocía de apertura de operaciones superficiales mineras en la sierra, teniendo pérdidas iniciales pues adicionalmente no se contaba con un administrador de contrato que informara oportunamente a los supervisores y/o jefes de área los alcances, obligaciones y restricciones al contrato.
  
- El establecimiento de un área de planeamiento y control es de vital importancia para el contratista, en este tipo de minería a gran escala no se puede esperar finalizar un mes ni siquiera una semana para evaluar si la línea base (alcance, tiempo, costo y calidad) está dentro de lo proyectado.
  
- La apertura de operaciones mineras requiere el uso de equipos de menor capacidad debido al proceso constructivo. Los equipos designados estaban

sobredimensionados para este desarrollo inicial, por ejemplo el tratamiento de top soil debido a la naturaleza del material se tuvo que realizar con excavadoras del tipo CAT330 y volquetes FM12 (17m<sup>3</sup>); este material debe ser stripeado y acumulado en plataformas; posteriormente transportado en volquetes pues el peso de los camiones CAT785 de 250 toneladas desestabilizaba el piso de descarga.

- La ubicación de los polvorines superficiales para cumplir con los requisitos legales (distancias mínimas necesarias a edificios y centros poblados como campamentos, oficinas, etc) se diseñó en la parte alta de un cerro con una sola vía de ingreso sin embargo se necesitaban realizar cortes a la roca para lograr las plataformas de accesorios, nitrato y silo de emulsión; inicialmente se indicó cortar con martillo hidráulico pero debido al cronograma ajustado y costo se decidió implementar un polvorín subterráneo usando parte de una antigua labor de la mina Carolina y desde ahí abastecer para la construcción del polvorín definitivo superficial; esta decisión aceleró los permisos de C.O.M. (Certificación de Operación minera) y licencias de uso de explosivos.

- Las obras preliminares y construcción de Haul Roads estuvieron a cargo del área civil de S.M.C.G. con sus respectivos precios unitarios debido al proceso constructivo que se requería y el proceso de minado a cargo del área de operaciones mineras. Sin embargo el cliente modificó y fusionó algunos de sus planes para minimizar el impacto de sus costos, tal es así que paralizó la construcción de los Haul Roads por el área civil y solicitó que el material de relleno sea abastecido con el desmonte de mina acarreado por los camiones CAT

785 y compactado con su peso de 250 toneladas, esto perjudicó al área de operaciones mineras de San Martín pues los precios unitarios diseñados para mina estaban realizados para una operación masiva y no para procesos constructivos, la descarga del material de relleno de estos camiones gigantes superaban al rendimiento de los tractores designados para el empuje paralizando constantemente la operación y reiniciándola cada cierto tiempo generando pérdidas iniciales.

- Se determinaron problemas operativos que estaban fuera del alcance contractual que incrementaban nuestro costo como por ejemplo la presencia de equipos menores en los Haul roads de camiones gigantes en la etapa constructiva, para lo cual se debió demostrar la responsabilidad y tomar decisiones oportunas y conciliadas con el cliente.



## RECOMENDACIONES

- Las vías de acceso y estudio de puentes en base al reglamento del MTC deben ser considerados como parte de la propuesta de movilización e incluido en el contrato. Debido a esta falta de información la llegada de equipos mineros se vio atrasada.
- Debido a la morfología del área muchos requerimientos no fueron cubiertos al 100% como la plataforma de armado de equipos, modificando el cronograma de llegada y armado de camiones; elevando el costo de almacenaje en el puerto de Callao, costo informado al cliente.
- No se consideró en la propuesta económica la presencia de galerías (túneles), chimeneas y construcciones similares usadas en la minería subterránea anterior (Ex mina Carolina) para lo cual se tuvo que diseñar procedimientos especiales para evitar accidentes (hundimiento de equipos mineros como: camiones, pala, perforadoras, etc) y establecer con el cliente la designación de una partida para estas actividades.

- Debemos tener en cuenta que cualquier contrato por más complejo y abundante que sea no podrá prever cambios políticos o legales durante la ejecución de los trabajos, por ejemplo el ministerio de energía y minas estableció que la compra y uso de explosivos a través del COM debe ser ejecutado por el titular, por lo cual SMCG y GFLC dejaron sin efecto la parte de la fórmula polinómica que involucraba explosivos, y el Factor de carga de los proyectos fue controlado por el cliente, considerando que el costo de los materiales sería asumido por el titular; lógicamente se solicitó el compromiso del cliente en asegurar un mínimo de toneladas a volar y poder cubrir los costos indirectos de la fase de voladura.

- El contrato indicaba que el contratista SMCG era responsable del drenaje interno que se conectaba a un sistema principal entregado por el cliente; este drenaje principal demoró en entregarse generando problemas en el acarreo, la presencia de lluvias destruía las vías constantemente generando ondulaciones y pérdida de rendimiento. Se concilió con el cliente para evacuar los “lodos” generados con tarifas de alquiler debido a la imposibilidad de cubicar este material.

- Las ondulaciones pronunciadas en las vías generó costos altos no previstos en el contratista en el corto plazo como el patinaje de llantas y a largo plazo en el sistema de suspensión que disminuyó su tiempo de vida.

- El material empleado para relleno de los Haul roads fue disparado en banco y colocado sin tamizar; debió excluirse los tamaños mayores de 6" – 8"; asimismo debió controlarse la humedad para obtener una buena compactación.

## BIBLIOGRAFIA

- Coya, A. y Loayza, L. *Plan de trabajo para la construcción de accesos Proyecto Cerro Corona*. Lima, Publicación de Presupuestos de SMCG, 2006. 22 pág.
- Graeme, R. *Contract N° CCM – 01. Contract document for surface mining operations at Cerro Corona Project*. Lima, Publicación Sociedad Minera La Cima, 2006. 415 pág.
- Knight Piésold Consulting. *Estudio de impacto ambiental Proyecto Cerro Corona Sociedad Minera La Cima S.A.* Lima, Publicación Sociedad Minera La Cima, 2005. 51 pág.
- Meier, A. *Manual práctico de voladura*. 4ta. ed. Lima, Ediciones EXSA, 2008. 333 pág.
- Siucho, J. y Silva, N. *Políticas de San Martín; reglamento interno de seguridad, salud y ambiente; reglamento interno de trabajo y código de conducta*. Lima, Publicación de RRHH de SMCG, 2009. 110 pág.

## ANEXOS

## ANEXO 1 – Reporte de Producción al día.

| PRODUCCIÓN ACUMULADA |                   |                  |                     |                  | PROD. POR TURNOS  |                   |
|----------------------|-------------------|------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| FECHA                | TMS               | KM RUTA PROMEDIO | TM.KM               | VIAJES           | DIA               | NOCHE             |
| 24/05/2008           | 35.647,80         | 2,41             | 86.017,31           | 461              | 23.256,00         | 12.391,80         |
| 25/05/2008           | 42.109,70         | 2,15             | 90.528,88           | 548              | 13.363,65         | 28.746,05         |
| 26/05/2008           | 35.346,65         | 2,53             | 89.427,82           | 475              | 15.696,85         | 19.649,80         |
| 27/05/2008           | 44.609,15         | 1,97             | 88.089,02           | 490              | 21.185,95         | 23.423,20         |
| 28/05/2008           | 29.019,65         | 2,25             | 65.353,70           | 377              | 13.742,70         | 15.276,95         |
| 29/05/2008           | 32.123,30         | 2,30             | 73.969,94           | 465              | 17.307,10         | 14.816,20         |
| 30/05/2008           | 20.226,45         | 1,86             | 37.700,57           | 253              | 8.732,40          | 11.494,05         |
| 31/05/2008           | 20.272,05         | 2,64             | 53.443,07           | 250              | 11.735,35         | 8.536,70          |
| 01/06/2008           | 42.243,65         | 2,17             | 91.476,92           | 526              | 21.524,15         | 20.719,50         |
| 02/06/2008           | 18.625,70         | 2,67             | 49.685,68           | 273              | 6.720,30          | 11.905,40         |
| 03/06/2008           | 37.936,35         | 2,32             | 87.936,20           | 455              | 22.503,60         | 15.432,75         |
| 04/06/2008           | 36.291,90         | 2,03             | 73.556,00           | 345              | 19.376,20         | 16.915,70         |
| 05/06/2008           | 32.807,30         | 1,82             | 59.852,36           | 392              | 17.189,30         | 15.618,00         |
| 06/06/2008           | 25.756,40         | 2,17             | 55.968,94           | 366              | 10.848,05         | 14.908,35         |
| 07/06/2008           | 29.117,50         | 2,46             | 71.662,24           | 468              | 15.811,80         | 13.305,70         |
| 08/06/2008           | 21.095,70         | 2,56             | 54.004,99           | 361              | 12.241,70         | 8.854,00          |
| 09/06/2008           | 36.516,10         | 2,39             | 87.433,95           | 527              | 17.769,75         | 18.746,35         |
| 10/06/2008           | 32.913,70         | 2,46             | 81.059,66           | 431              | 18.102,25         | 14.811,45         |
| 11/06/2008           | 10.213,45         | 2,47             | 25.218,06           | 137              | 10.213,45         | 0,00              |
| 12/06/2008           | 22.250,90         | 2,68             | 59.523,89           | 279              | 4.130,60          | 18.120,30         |
| 13/06/2008           | 34.366,25         | 1,82             | 62.388,57           | 412              | 17.903,70         | 16.462,55         |
| 14/06/2008           | 33.850,40         | 2,70             | 91.296,02           | 357              | 16.089,20         | 17.761,20         |
| 15/06/2008           | 41.797,15         | 2,60             | 108.485,23          | 581              | 20.387,00         | 21.410,15         |
| 16/06/2008           | 31.388,95         | 2,35             | 73.667,42           | 373              | 12.511,50         | 18.877,45         |
| 17/06/2008           | 31.911,45         | 2,83             | 90.309,40           | 408              | 12.202,75         | 19.708,70         |
| 18/06/2008           | 33.839,00         | 2,56             | 86.627,84           | 445              | 17.639,60         | 16.199,40         |
| 19/06/2008           | 32.418,75         | 2,53             | 82.019,44           | 455              | 12.791,75         | 19.627,00         |
| 20/06/2008           | 37.214,35         | 2,70             | 100.478,75          | 545              | 19.969,95         | 17.244,40         |
| 21/06/2008           | 39.021,25         | 2,64             | 103.016,10          | 531              | 19.256,50         | 19.764,75         |
| 22/06/2008           | 27.972,75         | 2,45             | 68.533,24           | 422              | 15.657,90         | 12.314,85         |
| 23/06/2008           | 28.926,55         | 2,71             | 78.390,95           | 390              | 13.601,15         | 15.325,40         |
| <b>Total general</b> | <b>977.830,25</b> | <b>2,38</b>      | <b>2.327.122,16</b> | <b>12.798,00</b> | <b>479.462,15</b> | <b>498.368,10</b> |

| Fecha        | Producción Día | Producción Noche | Avance Diario  | Avance Diario Acumulado | Avance Prog.   | Avance Prog. Acumulado | % Avance Diario Acumulado | % Avance Prog. Acumulado |
|--------------|----------------|------------------|----------------|-------------------------|----------------|------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 24/05/08     | 23.256         | 12.392           | 35.648         | 35.648                  | 32.069         | 32.069                 | 3,59%                     | 3,23%                    |
| 25/05/08     | 13.364         | 28.746           | 42.110         | 77.758                  | 32.069         | 64.138                 | 7,82%                     | 6,45%                    |
| 26/05/08     | 15.697         | 19.650           | 35.347         | 113.104                 | 32.069         | 96.207                 | 11,38%                    | 9,68%                    |
| 27/05/08     | 21.186         | 23.423           | 44.609         | 157.713                 | 32.069         | 128.276                | 15,86%                    | 12,90%                   |
| 28/05/08     | 13.743         | 15.277           | 29.020         | 186.733                 | 32.069         | 160.345                | 18,78%                    | 16,13%                   |
| 29/05/08     | 17.307         | 14.816           | 32.123         | 218.856                 | 32.069         | 192.414                | 22,01%                    | 19,35%                   |
| 30/05/08     | 8.732          | 11.494           | 20.226         | 239.083                 | 32.069         | 224.483                | 24,05%                    | 22,58%                   |
| 31/05/08     | 11.735         | 8.537            | 20.272         | 259.355                 | 32.069         | 256.552                | 26,09%                    | 25,81%                   |
| 01/06/08     | 21.524         | 20.720           | 42.244         | 301.598                 | 32.069         | 288.621                | 30,34%                    | 29,03%                   |
| 02/06/08     | 6.720          | 11.905           | 18.626         | 320.224                 | 32.069         | 320.690                | 32,21%                    | 32,26%                   |
| 03/06/08     | 22.504         | 15.433           | 37.936         | 358.160                 | 32.069         | 352.759                | 36,03%                    | 35,48%                   |
| 04/06/08     | 19.376         | 16.916           | 36.292         | 394.452                 | 32.069         | 384.828                | 39,68%                    | 38,71%                   |
| 05/06/08     | 17.189         | 15.618           | 32.807         | 427.260                 | 32.069         | 416.897                | 42,98%                    | 41,94%                   |
| 06/06/08     | 10.848         | 14.908           | 25.756         | 453.016                 | 32.069         | 448.966                | 45,57%                    | 45,16%                   |
| 07/06/08     | 15.812         | 13.306           | 29.118         | 482.134                 | 32.069         | 481.034                | 48,50%                    | 48,39%                   |
| 08/06/08     | 12.242         | 8.854            | 21.096         | 503.229                 | 32.069         | 513.103                | 50,62%                    | 51,61%                   |
| 09/06/08     | 17.770         | 18.746           | 36.516         | 539.745                 | 32.069         | 545.172                | 54,29%                    | 54,84%                   |
| 10/06/08     | 18.102         | 14.811           | 32.914         | 572.659                 | 32.069         | 577.241                | 57,60%                    | 58,06%                   |
| 11/06/08     | 10.213         |                  | 10.213         | 582.873                 | 32.069         | 609.310                | 58,63%                    | 61,29%                   |
| 12/06/08     | 4.131          | 18.120           | 22.251         | 605.123                 | 32.069         | 641.379                | 60,87%                    | 64,52%                   |
| 13/06/08     | 17.904         | 16.463           | 34.366         | 639.490                 | 32.069         | 673.448                | 64,33%                    | 67,74%                   |
| 14/06/08     | 16.089         | 17.761           | 33.850         | 673.340                 | 32.069         | 705.517                | 67,73%                    | 70,97%                   |
| 15/06/08     | 20.387         | 21.410           | 41.797         | 715.137                 | 32.069         | 737.586                | 71,94%                    | 74,19%                   |
| 16/06/08     | 12.512         | 18.877           | 31.389         | 746.526                 | 32.069         | 769.655                | 75,09%                    | 77,42%                   |
| 17/06/08     | 12.203         | 19.709           | 31.911         | 778.438                 | 32.069         | 801.724                | 78,30%                    | 80,65%                   |
| 18/06/08     | 17.640         | 16.199           | 33.839         | 812.277                 | 32.069         | 833.793                | 81,71%                    | 83,87%                   |
| 19/06/08     | 12.792         | 19.627           | 32.419         | 844.695                 | 32.069         | 865.862                | 84,97%                    | 87,10%                   |
| 20/06/08     | 19.970         | 17.244           | 37.214         | 881.910                 | 32.069         | 897.931                | 88,71%                    | 90,32%                   |
| 21/06/08     | 19.257         | 19.765           | 39.021         | 920.931                 | 32.069         | 930.000                | 92,64%                    | 93,55%                   |
| 22/06/08     | 15.658         | 12.315           | 27.973         | 948.904                 | 32.069         | 962.069                | 95,45%                    | 96,77%                   |
| 23/06/08     | 13.601         | 15.325           | 28.927         | 977.830                 | 32.069         | 994.138                | 98,36%                    | 100,00%                  |
| <b>TOTAL</b> | <b>479.462</b> | <b>498.368</b>   | <b>977.830</b> | <b>977.830</b>          | <b>994.138</b> |                        | <b>98,36%</b>             | <b>100,00%</b>           |

ANEXO 2 – Reporte de horas trabajadas

| FECHA     | Perforacion |       |       | Carguio MSM |       |       | Carguio Auxiliares |       |         |         |       |       | ACARRO HALLPACK |       |       |       |       |       | Acarreo Familia CAT 785 |       |      |       |       |       | Mantenimiento de vias |       |         |       |  |  | Indirectos |  | Voladura |
|-----------|-------------|-------|-------|-------------|-------|-------|--------------------|-------|---------|---------|-------|-------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------|-------|------|-------|-------|-------|-----------------------|-------|---------|-------|--|--|------------|--|----------|
|           | EP-16       | EP-19 | EP-20 | C-45        | CH-03 | T-28  | T-31               | T-26  | RE-43AL | RE-40AL | FC-45 | FC-46 | FC-31           | FC-35 | FC-49 | FC-50 | FC-51 | FC-52 | FC-53                   | FC-54 | C-46 | MO-38 | MO-10 | C-19  | C-18                  | CH-14 | TV-65GC | TV-23 |  |  |            |  |          |
| 24/05/08  | 0.5         | 4.0   | 11.0  | 7.8         | 16.8  | 16.9  | 16.0               | 1.1   | 20.8    | 6.0     | 5.0   | 4.2   | 18.5            | 17.4  | 18.9  | 18.5  | 15.7  | 3.2   | 5.6                     | 7.1   | 13.2 |       |       |       |                       |       |         | 2.1   |  |  |            |  |          |
| 25/05/08  | 1.0         |       |       | 14.9        | 17.0  | 16.9  | 14.6               | 15.1  | 21.1    | 7.4     |       | 8.5   | 18.8            | 16.5  | 9.2   | 9.1   | 19.0  | 16.1  | 8.9                     | 5.1   | 12.0 |       |       |       |                       |       |         | 2.0   |  |  |            |  |          |
| 26/05/08  |             | 0.3   | 1.0   | 10.5        | 17.1  | 14.2  | 13.4               | 7.5   | 19.9    | 13.8    | 14.0  | 13.3  | 14.4            | 12.9  | 15.4  | 11.4  | 15.3  | 2.0   | 13.5                    | 4.9   | 14.6 |       |       |       |                       |       |         | 3.9   |  |  |            |  |          |
| 27/05/08  | 11.0        | 3.4   |       | 3.0         | 17.6  | 15.2  | 7.0                | 3.7   | 13.5    | 20.2    | 7.0   | 5.7   | 19.3            | 5.3   | 17.7  | 15.9  | 5.6   | 13.4  | 5.1                     | 2.4   | 15.1 |       |       |       |                       |       |         | 0.9   |  |  |            |  |          |
| 28/05/08  | 14.9        |       |       | 12.4        | 19.0  | 12.0  | 19.3               |       | 14.3    | 18.6    | 13.0  | 13.5  | 12.0            | 18.5  | 3.4   | 19.8  | 15.9  | 14.2  | 17.9                    | 15.1  | 7.7  |       |       |       |                       |       |         |       |  |  |            |  |          |
| 29/05/08  | 0.6         |       |       | 16.0        | 8.3   | 14.5  | 19.7               | 9.8   | 20.2    | 19.7    | 11.3  | 6.6   | 13.1            | 14.4  | 17.2  | 16.8  | 6.1   | 15.1  | 10.2                    |       | 14.0 |       |       |       |                       |       |         | 3.9   |  |  |            |  |          |
| 30/05/08  |             | 0.7   | 4.0   |             | 14.7  |       |                    |       | 6.1     | 17.5    | 14.6  | 10.7  | 3.5             | 14.2  | 10.5  | 10.2  | 9.6   | 10.2  | 13.3                    | 6.2   | 10.1 |       |       |       |                       |       |         | 4.4   |  |  |            |  |          |
| 31/05/08  | 14.5        |       |       | 16.0        | 1.3   | 13.8  |                    |       | 10.2    | 9.1     | 16.2  | 18.8  | 1.3             | 13.4  | 13.9  | 7.8   | 12.1  | 5.9   | 12.7                    | 14.6  | 5.1  |       |       |       |                       |       |         | 3.9   |  |  |            |  |          |
| 01/06/08  | 8.4         |       |       | 17.0        | 14.4  | 19.4  |                    |       | 1.8     | 17.4    | 18.8  | 12.8  | 10.4            | 19.3  | 10.9  | 16.5  | 15.0  | 14.6  | 5.6                     | 13.4  | 6.4  |       |       |       |                       |       |         |       |  |  |            |  |          |
| 02/06/08  | 17.6        |       |       | 1.0         | 1.2   | 11.5  |                    |       | 13.1    | 16.4    | 18.9  | 0.5   | 0.5             | 0.4   | 10.8  | 10.6  | 10.5  | 10.8  | 10.4                    | 3.4   | 12.7 |       |       |       |                       |       |         | 6.2   |  |  |            |  |          |
| 03/06/08  | 7.1         |       |       | 8.0         | 12.8  | 7.4   | 1.9                |       | 13.5    | 18.3    | 17.7  | 3.0   | 12.2            | 18.1  | 16.7  | 17.2  | 15.9  | 7.7   | 10.9                    | 12.6  | 14.7 |       |       |       |                       |       |         | 4.0   |  |  |            |  |          |
| 04/06/08  | 12.3        |       |       | 1.0         | 15.7  | 3.1   |                    |       | 15.0    | 15.5    | 20.3  | 0.5   | 7.5             | 14.0  | 2.4   | 16.9  | 15.9  | 16.9  | 16.1                    | 14.7  | 19.0 |       |       |       |                       |       |         | 0.6   |  |  |            |  |          |
| 05/06/08  | 8.4         |       |       |             | 15.5  |       |                    |       | 11.1    | 16.1    | 19.7  | 2.7   | 3.0             | 10.3  | 13.1  | 9.3   | 14.7  | 14.7  | 10.4                    | 14.6  | 8.2  |       |       |       |                       |       |         | 8.2   |  |  |            |  |          |
| 06/06/08  | 11.6        | 19.2  | 1.0   | 13.5        | 0.6   | 7.0   |                    |       | 5.6     | 18.1    | 18.6  | 10.8  | 6.0             | 12.5  | 10.6  | 2.5   | 13.3  | 1.7   | 13.5                    | 9.6   | 16.7 |       |       |       |                       |       |         |       |  |  |            |  |          |
| 07/06/08  | 9.5         | 11.0  | 6.0   | 15.7        |       | 11.0  |                    |       | 14.1    | 12.9    | 20.3  | 14.2  | 14.0            | 15.0  | 5.6   | 17.2  | 16.7  | 16.7  | 11.4                    | 11.0  | 11.0 |       |       |       |                       |       |         |       |  |  |            |  |          |
| 08/06/08  | 18.8        | 5.2   | 4.0   | 11.5        | 2.3   | 4.4   |                    |       | 9.1     | 19.0    | 14.0  | 10.1  | 9.0             | 8.4   |       | 10.4  |       |       | 10.4                    | 15.3  | 12.7 |       |       |       |                       |       |         | 1.5   |  |  |            |  |          |
| 09/06/08  | 15.0        |       |       | 2.0         | 18.4  | 0.9   | 10.7               |       | 9.2     | 12.0    | 13.9  | 14.5  | 15.5            | 16.1  | 17.2  | 17.2  | 16.7  | 16.7  | 8.6                     | 18.2  | 13.4 |       |       |       |                       |       |         | 4.9   |  |  |            |  |          |
| 10/06/08  | 22.9        | 3.8   | 12.0  | 17.6        |       | 6.4   |                    |       | 10.1    | 12.8    | 10.7  | 15.8  | 14.0            | 13.2  | 16.6  |       | 16.0  | 7.0   | 16.5                    | 8.7   | 3.0  | 8.7   |       |       |                       |       |         | 5.7   |  |  |            |  |          |
| 11/06/08  | 2.9         | 16.8  | 12.0  | 5.9         | 1.7   | 4.3   |                    |       | 3.5     | 5.0     | 3.1   | 4.9   | 2.0             | 4.5   | 5.9   |       | 5.7   | 0.7   | 5.8                     | 4.2   | 12.2 |       |       |       |                       |       |         | 4.6   |  |  |            |  |          |
| 12/06/08  | 10.7        | 11.7  | 8.0   | 12.0        |       | 4.6   |                    |       | 10.0    | 11.8    | 10.2  | 10.3  | 7.5             | 0.5   | 12.8  |       | 11.9  | 12.5  | 12.2                    | 4.7   | 11.1 |       |       |       |                       |       |         | 1.1   |  |  |            |  |          |
| 13/06/08  | 17.1        | 0.3   | 9.0   | 18.1        | 0.9   | 5.6   |                    |       | 9.0     | 20.1    | 7.0   | 7.5   | 7.6             | 14.3  | 0.7   | 16.7  | 15.0  | 15.3  | 4.8                     | 12.2  | 12.0 |       |       |       |                       |       |         | 3.6   |  |  |            |  |          |
| 14/06/08  | 17.8        | 12.7  | 10.0  | 17.2        |       | 2.0   |                    |       | 12.7    | 14.1    | 16.9  | 9.2   | 16.0            | 5.5   | 16.9  | 5.5   | 16.7  | 15.6  | 16.9                    | 13.1  | 7.9  |       |       |       |                       |       |         |       |  |  |            |  |          |
| 15/06/08  | 15.5        | 10.1  | 8.0   | 13.2        | 8.2   | 17.8  |                    |       | 9.1     | 19.8    | 20.1  | 13.0  | 16.0            | 1.5   | 16.7  | 11.4  | 18.9  | 16.6  | 16.9                    | 9.3   | 10.1 |       |       |       |                       |       |         | 4.4   |  |  |            |  |          |
| 16/06/08  | 1.0         | 0.2   | 8.0   | 10.4        | 5.7   | 1.1   |                    |       | 9.1     | 13.5    | 18.6  | 6.2   | 10.3            | 2.0   | 0.3   | 14.7  | 13.7  | 5.7   | 15.1                    | 12.5  | 3.9  |       |       |       |                       |       |         | 5.7   |  |  |            |  |          |
| 17/06/08  | 13.2        | 13.0  | 4.0   | 9.8         | 8.0   | 15.6  |                    |       | 1.3     | 18.8    | 19.6  | 13.5  | 4.0             | 1.5   | 15.0  | 15.0  | 15.5  | 15.2  | 17.8                    | 10.3  | 7.9  |       |       |       |                       |       |         | 3.5   |  |  |            |  |          |
| 18/06/08  | 17.9        | 16.8  | 4.0   | 8.7         | 9.3   | 12.7  |                    |       | 13.3    | 17.7    | 14.6  | 8.1   | 15.5            | 17.7  | 14.6  | 16.0  | 15.6  | 15.6  | 4.1                     | 14.5  | 12.6 |       |       |       |                       |       |         | 3.7   |  |  |            |  |          |
| 19/06/08  | 17.6        | 10.5  | 10.0  | 5.0         | 13.8  | 1.8   |                    |       | 13.1    | 20.7    | 10.9  | 9.6   | 1.5             | 14.6  | 14.0  | 14.4  | 15.7  | 16.6  | 7.5                     | 14.5  | 13.8 |       |       |       |                       |       |         | 3.1   |  |  |            |  |          |
| 20/06/08  | 13.0        | 12.3  | 17.0  | 15.8        | 0.2   | 15.5  |                    |       | 10.7    | 21.2    | 7.5   | 14.3  | 0.4             | 14.0  | 14.8  | 15.1  | 15.9  | 16.1  | 3.8                     | 10.4  | 9.7  |       |       |       |                       |       |         | 6.0   |  |  |            |  |          |
| 21/06/08  | 1.3         | 6.0   | 1.0   | 15.7        | 0.7   | 16.1  |                    |       | 13.1    | 21.5    | 16.5  | 14.5  | 11.0            | 16.0  | 16.4  | 15.6  | 8.1   | 13.1  | 4.7                     | 11.8  | 10.2 |       |       |       |                       |       |         | 5.0   |  |  |            |  |          |
| 22/06/08  | 5.6         |       |       | 9.0         | 6.9   | 8.0   | 13.2               |       | 6.7     | 20.2    | 20.2  | 5.5   | 5.7             | 12.9  | 12.5  | 13.4  | 12.4  |       |                         | 11.6  | 8.0  |       |       |       |                       |       |         | 2.2   |  |  |            |  |          |
| 23/06/08  | 8.3         | 0.4   | 16.0  | 9.4         | 7.5   | 11.8  |                    |       | 7.9     | 15.9    | 9.0   | 11.3  | 14.0            | 15.7  | 15.5  | 15.6  | 15.3  |       | 3.4                     | 8.3   | 10.5 |       |       |       |                       |       |         | 5.6   |  |  |            |  |          |
| Total Mes | 317.0       | 158.4 | 216.0 | 342.7       | 239.5 | 259.2 | 98.2               | 291.7 | 459.0   | 490.9   | 183.6 | 275.8 | 13.9            | 233.1 | 441.0 | 279.7 | 163.4 | 413.7 | 341.3                   | 379.2 | 0.0  | 177.3 | 138.9 | 307.8 | 0.0                   | 375.1 | 97.0    | 94.7  |  |  |            |  |          |

## ANEXO 3 – Reporte de rendimiento de carguío

| FECHA            | TONELADAS PRODUCIDAS |                   | HORAS TRABAJADAS |               | TONELADAS POR HORA |                 |
|------------------|----------------------|-------------------|------------------|---------------|--------------------|-----------------|
|                  | C-45                 | CH-03             | C-45             | CH-03         | C-45               | CH-03           |
| 24/05/08         | 12.943,75            | 17.753,60         | 7,80             | 16,84         | 1.659,46           | 1.054,25        |
| 25/05/08         | 18.560,15            | 17.265,30         | 14,90            | 17,03         | 1.245,65           | 1.013,82        |
| 26/05/08         | 17.185,50            | 13.646,75         | 10,50            | 17,08         | 1.636,71           | 798,99          |
| 27/05/08         | 1.909,50             | 20.495,30         | 3,00             | 17,56         | 636,50             | 1.167,16        |
| 28/05/08         | 20.495,30            | 21.087,15         | 12,40            | 19,01         | 1.652,85           | 1.109,27        |
| 29/05/08         | 7.683,60             | 18.796,70         | 8,30             | 14,49         | 925,73             | 1.297,22        |
| 30/05/08         |                      | 17.302,35         |                  | 14,74         |                    | 1.173,84        |
| 31/05/08         | 2.673,30             | 14.725,95         | 1,30             | 13,75         | 2.056,38           | 1.070,98        |
| 01/06/08         | 22.307,90            | 16.216,50         | 14,40            | 19,42         | 1.549,16           | 835,04          |
| 02/06/08         | 636,50               | 13.962,15         | 1,20             | 11,51         | 530,42             | 1.213,05        |
| 03/06/08         | 27.113,95            | 6.359,30          | 12,80            | 7,36          | 2.118,28           | 864,04          |
| 04/06/08         | 32.486,20            | 2.164,10          | 15,70            | 3,07          | 2.069,18           | 704,92          |
| 05/06/08         | 28.677,65            |                   | 15,50            |               | 1.850,17           |                 |
| 06/06/08         | 21.729,35            |                   | 13,50            | 0,57          | 1.609,58           |                 |
| 07/06/08         | 23.397,55            |                   | 15,70            |               | 1.490,29           |                 |
| 08/06/08         | 15.940,05            |                   | 11,50            | 2,34          | 1.386,09           |                 |
| 09/06/08         | 30.796,15            |                   | 18,40            | 0,86          | 1.673,70           |                 |
| 10/06/08         | 29.014,90            |                   | 17,60            |               | 1.648,57           |                 |
| 11/06/08         | 8.828,35             |                   | 5,90             | 1,69          | 1.496,33           |                 |
| 12/06/08         | 19.455,05            |                   | 12,00            |               | 1.621,25           |                 |
| 13/06/08         | 30.595,70            |                   | 18,10            | 0,86          | 1.690,37           |                 |
| 14/06/08         | 32.183,15            |                   | 17,20            |               | 1.871,11           |                 |
| 15/06/08         | 26.058,50            | 8.838,80          | 13,20            | 8,17          | 1.974,13           | 1.081,86        |
| 16/06/08         | 21.470,95            | 6.634,80          | 10,45            | 5,71          | 2.054,64           | 1.161,96        |
| 17/06/08         | 17.092,40            | 10.458,55         | 9,85             | 8,03          | 1.735,27           | 1.302,43        |
| 18/06/08         | 14.455,20            | 14.561,60         | 8,70             | 9,32          | 1.661,52           | 1.562,40        |
| 19/06/08         | 8.197,55             | 18.167,80         | 5,00             | 13,77         | 1.639,51           | 1.319,38        |
| 20/06/08         | 30.314,50            |                   | 15,80            | 0,18          | 1.918,64           |                 |
| 21/06/08         | 32.942,20            |                   | 15,70            | 0,70          | 2.098,23           |                 |
| 22/06/08         | 11.970,00            | 10.000,65         | 6,90             | 7,96          | 1.734,78           | 1.256,36        |
| 23/06/08         | 15.096,45            | 9.520,90          | 9,40             | 7,50          | 1.606,01           | 1.269,45        |
| <b>Total Mes</b> | <b>582.211,30</b>    | <b>257.958,25</b> | <b>342,70</b>    | <b>239,52</b> | <b>1.628,02</b>    | <b>1.118,76</b> |



## ANEXO 4 – Reporte de rendimiento de acarreo

| FECHA            | NUMERO DE VIAJES POR HORA MAQUINA |             |             |             |             |             | TONELADAS MSM/VIAJES |               |               |               |               |               |
|------------------|-----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                  | Acarreo CAT 785 MSM               |             |             |             |             |             | Acarreo MSM          |               |               |               |               |               |
|                  | FC-49                             | FC-50       | FC-51       | FC-52       | FC-53       | FC-54       | FC-49                | FC-50         | FC-51         | FC-52         | FC-53         | FC-54         |
| 24/05/08         |                                   | 2,24        | 2,33        |             | 2,38        | 2,36        | 138,72               | 133,32        | 138,70        |               | 139,42        | 135,05        |
| 25/05/08         | 2,87                              | 2,81        | 2,72        | 3,30        | 2,68        | 2,61        | 135,41               | 128,90        | 130,56        | 140,20        | 128,65        | 130,69        |
| 26/05/08         | 2,36                              | 2,48        | 2,47        | 2,37        | 2,55        |             | 136,04               | 133,80        | 138,97        | 142,21        | 136,47        |               |
| 27/05/08         | 2,40                              | 1,13        | 2,37        | 2,45        | 1,97        | 2,39        | 137,16               | 143,56        | 137,96        | 133,02        | 139,22        | 130,71        |
| 28/05/08         | 3,03                              | 2,65        | 3,18        | 3,08        | 3,17        | 2,63        | 132,69               | 131,50        | 129,89        | 132,34        | 140,82        | 125,64        |
| 29/05/08         | 2,36                              | 2,33        |             | 2,38        | 1,97        | 2,32        | 138,31               | 134,99        |               | 132,32        | 130,94        | 124,12        |
| 30/05/08         | 2,54                              | 2,19        |             | 2,45        | 2,50        | 2,35        | 127,54               | 132,54        |               | 134,07        | 128,61        | 127,29        |
| 31/05/08         | 2,01                              | 2,09        | 1,92        | 2,07        | 2,03        | 2,13        | 131,34               | 135,83        | 131,25        | 133,56        | 131,13        | 129,62        |
| 01/06/08         | 2,66                              | 2,67        | 2,40        | 2,47        | 2,68        | 2,79        | 130,39               | 129,93        | 130,52        | 128,10        | 130,13        | 130,91        |
| 02/06/08         | 2,04                              | 1,98        | 2,00        | 2,04        | 2,12        | 1,47        | 134,78               | 135,62        | 136,78        | 144,44        | 132,58        | 125,75        |
| 03/06/08         | 2,65                              | 2,57        | 2,53        | 2,50        | 2,52        | 3,12        | 132,16               | 136,85        | 138,02        | 134,12        | 135,43        | 136,56        |
| 04/06/08         | 2,50                              | 2,92        | 3,25        | 3,27        | 3,43        | 3,35        | 134,25               | 135,54        | 134,27        | 135,97        | 134,26        | 132,99        |
| 05/06/08         | 2,72                              |             | 3,82        | 3,01        | 3,61        | 4,01        | 128,76               |               | 132,20        | 130,75        | 130,77        | 132,57        |
| 06/06/08         | 3,02                              |             | 2,40        | 2,93        | 2,94        | 2,96        | 122,39               |               | 130,17        | 128,18        | 131,00        | 125,77        |
| 07/06/08         | 1,07                              |             |             | 3,21        |             | 3,11        | 138,33               |               |               | 130,32        |               | 125,38        |
| 08/06/08         | 2,14                              |             |             | 3,08        |             | 2,98        | 141,03               |               |               | 134,81        |               | 124,78        |
| 09/06/08         | 3,20                              |             |             | 3,26        |             | 3,11        | 134,16               |               |               | 133,16        |               | 128,98        |
| 10/06/08         | 2,95                              |             |             | 3,06        | 2,86        | 2,73        | 140,97               |               |               | 131,04        | 126,72        | 131,94        |
| 11/06/08         | 2,71                              |             |             | 3,16        | 2,86        | 2,76        | 136,62               |               |               | 133,30        | 133,50        | 131,07        |
| 12/06/08         | 2,50                              |             |             | 2,69        | 2,80        | 2,62        | 133,47               |               |               | 132,49        | 131,05        | 134,23        |
| 13/06/08         | 3,01                              |             |             | 3,77        | 3,40        | 3,40        | 140,22               |               |               | 136,63        | 130,07        | 138,35        |
| 14/06/08         | 2,84                              | 1,64        |             | 2,99        | 3,01        | 2,90        | 133,19               | 130,07        |               | 130,64        | 129,19        | 131,86        |
| 15/06/08         | 2,87                              | 2,37        |             | 2,96        | 2,83        | 2,84        | 134,86               | 126,88        |               | 132,59        | 131,59        | 137,70        |
| 16/06/08         | 2,93                              | 2,85        |             | 3,33        | 3,25        | 2,94        | 136,90               | 134,12        |               | 124,55        | 129,89        | 130,84        |
| 17/06/08         | 2,33                              | 2,53        |             | 2,52        | 2,50        | 2,19        | 136,37               | 130,96        |               | 133,41        | 130,08        | 133,94        |
| 18/06/08         | 2,60                              | 2,40        |             | 2,25        | 2,37        | 2,37        | 134,76               | 129,83        |               | 132,53        | 131,01        | 136,52        |
| 19/06/08         | 2,88                              | 2,57        |             | 2,57        | 2,61        | 2,17        | 138,44               | 134,46        |               | 132,20        | 132,68        | 131,36        |
| 20/06/08         | 2,91                              | 2,85        |             | 3,02        | 2,73        | 3,16        | 132,79               | 134,36        |               | 139,80        | 138,96        | 141,18        |
| 21/06/08         | 3,13                              | 2,99        |             | 3,14        | 2,96        | 3,21        | 134,96               | 131,78        |               | 132,00        | 136,44        | 136,90        |
| 22/06/08         | 2,95                              | 2,96        |             | 2,99        | 3,06        |             | 135,47               | 130,75        |               | 129,32        | 131,97        |               |
| 23/06/08         | 2,48                              | 2,71        |             | 2,37        | 2,55        |             | 131,18               | 126,76        |               | 129,00        | 126,77        |               |
| <b>Total Mes</b> | <b>2,62</b>                       | <b>2,45</b> | <b>2,62</b> | <b>2,82</b> | <b>2,73</b> | <b>2,75</b> | <b>134,63</b>        | <b>132,83</b> | <b>134,11</b> | <b>133,24</b> | <b>132,48</b> | <b>131,52</b> |

## ANEXO 5 – Reporte de rendimiento de perforación

## METROS PERFORADOS POR HORA

| FECHA      | METROS PERFORADOS DIARIOS |          |          |        |        |        | Rendimiento Diario |       |       | Rendimiento Acumulado |       |       |
|------------|---------------------------|----------|----------|--------|--------|--------|--------------------|-------|-------|-----------------------|-------|-------|
|            |                           |          |          |        |        |        | m / h              | m / h | m / h | m / h                 | m / h | m / h |
|            | EP-18                     | EP-19    | EP-20    | EP-18  | EP-19  | EP-20  | EP-18              | EP-19 | EP-20 | EP-18                 | EP-19 | EP-20 |
| 24/05/2008 |                           | 115,40   | 396,00   | 0,50   | 4,00   | 11,00  |                    | 28,85 | 36,00 |                       | 28,85 | 36,00 |
| 25/05/2008 |                           |          |          | 1,00   |        |        |                    |       |       |                       | 28,85 | 36,00 |
| 26/05/2008 |                           |          |          |        | 0,30   | 1,00   |                    |       |       |                       | 26,84 | 33,00 |
| 27/05/2008 | 255,10                    | 150,50   |          | 11,00  | 3,40   |        | 23,19              | 44,26 |       | 20,41                 | 34,53 | 33,00 |
| 28/05/2008 | 552,60                    |          |          | 14,90  |        |        | 37,09              |       |       | 29,48                 | 34,53 | 33,00 |
| 29/05/2008 |                           |          | 546,30   | 0,60   |        | 16,00  |                    |       | 34,14 | 28,85                 | 34,53 | 33,65 |
| 30/05/2008 |                           |          | 82,00    |        | 0,70   | 4,00   |                    |       | 20,50 | 28,85                 | 31,65 | 32,01 |
| 31/05/2008 | 524,50                    |          | 558,00   | 14,50  |        | 16,00  | 36,17              |       | 34,88 | 31,35                 | 31,65 | 32,96 |
| 01/06/2008 | 297,60                    |          | 532,50   | 8,40   |        | 17,00  | 35,43              |       | 31,32 | 32,02                 | 31,65 | 32,54 |
| 02/06/2008 | 516,60                    |          |          | 17,60  |        | 1,00   | 29,35              |       |       | 31,33                 | 31,65 | 32,04 |
| 03/06/2008 | 178,50                    |          | 95,00    | 7,10   |        | 8,00   | 25,14              |       | 11,88 | 30,75                 | 31,65 | 29,86 |
| 04/06/2008 | 242,00                    |          |          | 12,30  |        | 1,00   | 19,67              |       |       | 29,20                 | 31,65 | 29,46 |
| 05/06/2008 | 164,20                    |          |          | 8,40   |        |        | 19,55              |       |       | 28,36                 | 31,65 | 29,46 |
| 06/06/2008 | 178,10                    | 837,90   |          | 11,60  | 19,20  | 1,00   | 15,35              | 43,64 |       | 26,96                 | 39,99 | 29,08 |
| 07/06/2008 | 187,70                    | 531,00   | 283,00   | 9,50   | 11,00  | 6,00   | 19,76              | 48,27 | 47,17 | 26,38                 | 42,35 | 30,40 |
| 08/06/2008 | 562,00                    | 217,80   | 108,00   | 18,80  | 5,20   | 4,00   | 29,89              | 41,88 | 27,00 | 26,86                 | 42,30 | 30,24 |
| 09/06/2008 | 524,30                    |          |          | 15,00  |        | 2,00   | 34,95              |       |       | 27,67                 | 42,30 | 29,55 |
| 10/06/2008 | 715,90                    | 181,10   | 299,00   | 22,90  | 3,80   | 12,00  | 31,26              | 47,66 | 24,92 | 28,14                 | 42,72 | 29,00 |
| 11/06/2008 | 52,50                     | 377,60   | 483,00   | 2,90   | 16,80  | 12,00  | 18,10              | 22,48 | 40,25 | 27,98                 | 37,44 | 30,20 |
| 12/06/2008 | 117,00                    | 287,90   | 320,00   | 10,70  | 11,70  | 8,00   | 10,93              | 24,61 | 40,00 | 27,00                 | 35,47 | 30,86 |
| 13/06/2008 | 415,30                    |          | 300,00   | 17,10  | 0,30   | 9,00   | 24,29              |       | 33,33 | 26,78                 | 35,33 | 31,03 |
| 14/06/2008 | 282,10                    | 30,00    | 30,00    | 17,80  | 12,70  | 10,00  | 15,85              | 2,36  | 3,00  | 25,90                 | 30,63 | 29,01 |
| 15/06/2008 | 447,20                    | 213,80   | 258,00   | 15,50  | 10,10  | 8,00   | 28,85              | 21,17 | 32,25 | 26,09                 | 29,67 | 29,19 |
| 16/06/2008 |                           |          | 202,50   | 1,00   | 0,20   | 8,00   |                    |       | 25,31 | 25,99                 | 29,61 | 28,99 |
| 17/06/2008 | 459,00                    | 240,00   | 93,00    | 13,20  | 13,00  | 4,00   | 34,77              | 18,46 | 23,25 | 26,45                 | 28,32 | 28,84 |
| 18/06/2008 | 631,70                    | 280,00   | 108,00   | 17,90  | 16,80  | 4,00   | 35,29              | 16,67 | 27,00 | 27,03                 | 26,80 | 28,80 |
| 19/06/2008 | 491,60                    | 270,80   | 424,00   | 17,60  | 10,50  | 10,00  | 27,93              | 25,79 | 42,40 | 27,09                 | 26,73 | 29,59 |
| 20/06/2008 | 132,10                    | 397,30   | 445,00   | 13,00  | 12,30  | 17,00  | 10,16              | 32,30 | 26,18 | 26,36                 | 27,18 | 29,28 |
| 21/06/2008 |                           | 254,00   | 10,00    | 1,30   | 6,00   | 1,00   |                    | 42,33 | 10,00 | 26,24                 | 27,75 | 29,18 |
| 22/06/2008 | 135,90                    |          | 140,50   | 6,60   |        | 9,00   | 20,59              |       | 15,61 | 26,12                 | 27,75 | 28,57 |
| 23/06/2008 | 207,50                    |          | 385,50   | 8,30   | 0,40   | 16,00  | 25,00              |       | 24,09 | 26,09                 | 27,68 | 28,24 |
| Promedio   | 8.271,00                  | 4.385,10 | 6.099,30 | 317,00 | 158,40 | 216,00 | 25,36              | 30,72 | 27,75 | 26,09                 | 27,68 | 28,24 |

## ANEXO 6 – Reporte de margen diario

|            | Costo Equipos |        |         |         |         |           |           | Costo Materiales |        |         |            |         |         |         |           |           |
|------------|---------------|--------|---------|---------|---------|-----------|-----------|------------------|--------|---------|------------|---------|---------|---------|-----------|-----------|
|            | Perf.         | Vol.   | Cargio  | Acarreo | Rom Pad | Mant Vias | Indirect. | Perf.            | Aceros | Explos. | Vol, otros | Cargio  | Acarreo | Rom Pad | Mant Vias | Indirect. |
| 22/08/2009 | 11.603        | 843    | 27.544  | 49.602  | 5.606   | 5.694     | 3.118     | 5.033            | 11.227 | 23.175  | -          | 10.797  | 25.727  | 3.337   | 2.150     | 1.699     |
| 23/08/2009 | 1.639         | 1.044  | 19.740  | 34.763  | 5.015   | 5.287     | 3.205     | -                | -      | 22.033  | 1.527      | 15.072  | 23.304  | 3.162   | 2.785     | 2.150     |
| 24/08/2009 | 492           | 1.017  | 20.506  | 33.301  | 7.034   | 4.172     | 3.100     | -                | 111    | 21.963  | 1.627      | 9.848   | 11.425  | 7.439   | 1.178     | 2.468     |
| 25/08/2009 | 4.621         | 829    | 24.564  | 38.102  | 1.876   | 4.280     | 3.141     | 2.736            | -      | -       | -          | 13.346  | 20.235  | 1.505   | 1.138     | 3.573     |
| 26/08/2009 | 164           | 734    | 20.001  | 24.827  | 4.587   | 5.044     | 3.164     | -                | -      | 14.459  | 1.001      | 13.667  | 17.791  | 2.938   | 4.127     | 1.746     |
| 27/08/2009 | 4.294         | 392    | 22.351  | 37.913  | 6.707   | 3.267     | 3.158     | 1.558            | -      | -       | 512        | 11.602  | 15.601  | 6.048   | 682       | 3.560     |
| 28/08/2009 | 5.474         | 157    | 19.304  | 26.267  | 4.077   | 6.201     | 3.170     | 2.747            | 223    | -       | -          | 8.522   | 11.678  | 4.065   | 1.692     | 2.329     |
| 29/08/2009 | 6.424         | 470    | 21.500  | 27.712  | 2.691   | 6.327     | 3.228     | 3.627            | 2.947  | -       | -          | 12.791  | 15.782  | 1.757   | 3.447     | 1.769     |
| 30/08/2009 | 5.605         | 313    | 14.631  | 14.395  | 4.281   | 5.529     | 3.077     | 3.045            | 223    | -       | -          | 9.048   | 10.024  | 2.415   | 2.502     | 2.004     |
| 31/08/2009 | 1.704         | 157    | 17.068  | 27.618  | 5.708   | 5.843     | 3.112     | 1.154            | 8.957  | -       | -          | 8.622   | 11.781  | 5.523   | 1.914     | 2.482     |
| 01/09/2009 | 4.238         | 1.100  | 13.635  | 19.250  | 6.035   | 4.520     | 3.129     | 2.071            | 1.718  | 33.218  | 1.166      | 7.782   | 10.356  | 4.712   | 458       | 1.734     |
| 02/09/2009 | 5.955         | 633    | 8.937   | 5.518   | 6.687   | 4.416     | 3.095     | 2.136            | -      | 15.259  | -          | 4.125   | 2.725   | 5.004   | 1.727     | 1.917     |
| 03/09/2009 | 5.850         | 687    | 22.192  | 35.059  | 5.504   | 3.260     | 3.286     | 3.504            | -      | 8.141   | 1.876      | 10.803  | 15.461  | 2.943   | 2.773     | 2.371     |
| 04/09/2009 | 4.621         | 1.189  | 10.828  | 14.054  | 3.914   | 2.336     | 3.205     | 2.259            | -      | 20.751  | 553        | 5.544   | 7.830   | 2.577   | 1.230     | 2.892     |
| 05/09/2009 | 1.967         | 1.454  | 18.059  | 27.754  | 4.444   | 4.145     | 3.292     | 1.496            | -      | 26.796  | 3.461      | 10.649  | 17.107  | 3.623   | 861       | 1.441     |
| 06/09/2009 | 1.528         | 917    | 13.472  | 19.821  | 775     | 3.031     | 3.193     | 1.518            | -      | 12.743  | -          | 4.370   | 8.217   | -       | 2.477     | 1.685     |
| 07/09/2009 | 131           | 920    | 11.504  | 20.440  | 4.383   | 6.377     | 3.367     | 1.083            | -      | 2.049   | 1.638      | 4.543   | 10.321  | 3.082   | 2.230     | 2.028     |
| 08/09/2009 | 348           | 1.032  | 12.754  | 27.391  | 5.566   | 5.495     | 3.361     | -                | -      | 28.628  | -          | 11.271  | 15.883  | 3.791   | 3.485     | 4.032     |
| 09/09/2009 | -             | -      | -       | -       | -       | -         | -         | -                | -      | -       | -          | -       | -       | -       | -         | -         |
| 10/09/2009 | -             | -      | -       | -       | -       | -         | -         | -                | -      | -       | -          | -       | -       | -       | -         | -         |
| 11/09/2009 | -             | -      | -       | -       | -       | -         | -         | -                | -      | -       | -          | -       | -       | -       | -         | -         |
| 12/09/2009 | -             | -      | -       | -       | -       | -         | -         | -                | -      | -       | -          | -       | -       | -       | -         | -         |
| 13/09/2009 | -             | -      | -       | -       | -       | -         | -         | -                | -      | -       | -          | -       | -       | -       | -         | -         |
| 14/09/2009 | -             | -      | -       | -       | -       | -         | -         | -                | -      | -       | -          | -       | -       | -       | -         | -         |
| 15/09/2009 | -             | -      | -       | -       | -       | -         | -         | -                | -      | -       | -          | -       | -       | -       | -         | -         |
| 16/09/2009 | -             | -      | -       | -       | -       | -         | -         | -                | -      | -       | -          | -       | -       | -       | -         | -         |
| 17/09/2009 | -             | -      | -       | -       | -       | -         | -         | -                | -      | -       | -          | -       | -       | -       | -         | -         |
| 18/09/2009 | -             | -      | -       | -       | -       | -         | -         | -                | -      | -       | -          | -       | -       | -       | -         | -         |
| 19/09/2009 | -             | -      | -       | -       | -       | -         | -         | -                | -      | -       | -          | -       | -       | -       | -         | -         |
| 20/09/2009 | -             | -      | -       | -       | -       | -         | -         | -                | -      | -       | -          | -       | -       | -       | -         | -         |
| 21/09/2009 | -             | -      | -       | -       | -       | -         | -         | -                | -      | -       | -          | -       | -       | -       | -         | -         |
| 22/09/2009 | -             | -      | -       | -       | -       | -         | -         | -                | -      | -       | -          | -       | -       | -       | -         | -         |
| 23/09/2009 | -             | -      | -       | -       | -       | -         | -         | -                | -      | -       | -          | -       | -       | -       | -         | -         |
| 24/09/2009 | -             | -      | -       | -       | -       | -         | -         | -                | -      | -       | -          | -       | -       | -       | -         | -         |
|            | 66.656        | 13.886 | 318.591 | 483.787 | 84.891  | 85.225    | 57.401    | 33.966           | 25.405 | 229.213 | 13.361     | 172.402 | 251.248 | 63.922  | 36.857    | 41.878    |

|            | Costo Mano de obra |          |         |         |         |           |            | Costo Supervisión | Subcontratos | Fletes propios | Fletes terceros | Gastos Generales | Margen Obra | Margen acumulado Obra |
|------------|--------------------|----------|---------|---------|---------|-----------|------------|-------------------|--------------|----------------|-----------------|------------------|-------------|-----------------------|
|            | Perforación        | Voladura | Carguío | Acarreo | Rom Pad | Mant Vias | Indirectos | S/.               | S/.          | S/.            | S/.             | S/.              | S/.         | S/.                   |
| 22/08/2009 | 967                | 1.767    | 1.433   | 2.833   | 667     | 2.833     | 2.833      | 7.333             | 2.000        | 2.000          | 2.000           | 4.667            | 89.156      | 89.156                |
| 23/08/2009 | 967                | 1.767    | 1.433   | 2.833   | 667     | 2.833     | 2.833      | 7.333             | 2.000        | 2.000          | 2.000           | 4.667            | (39.493)    | 49.664                |
| 24/08/2009 | 967                | 1.767    | 1.433   | 2.833   | 667     | 2.833     | 2.833      | 7.333             | 2.000        | 2.000          | 2.000           | 4.667            | 70.127      | 119.791               |
| 25/08/2009 | 967                | 1.767    | 1.433   | 2.833   | 667     | 2.833     | 2.833      | 7.333             | 2.000        | 2.000          | 2.000           | 4.667            | (5.879)     | 113.912               |
| 26/08/2009 | 967                | 1.767    | 1.433   | 2.833   | 667     | 2.833     | 2.833      | 7.333             | 2.000        | 2.000          | 2.000           | 4.667            | 16.525      | 130.437               |
| 27/08/2009 | 967                | 1.767    | 1.433   | 2.833   | 667     | 2.833     | 2.833      | 7.333             | 2.000        | 2.000          | 2.000           | 4.667            | (892)       | 129.545               |
| 28/08/2009 | 967                | 1.767    | 1.433   | 2.833   | 667     | 2.833     | 2.833      | 7.333             | 2.000        | 2.000          | 2.000           | 4.667            | (18.819)    | 110.726               |
| 29/08/2009 | 967                | 1.767    | 1.433   | 2.833   | 667     | 2.833     | 2.833      | 7.333             | 2.000        | 2.000          | 2.000           | 4.667            | (23.441)    | 87.285                |
| 30/08/2009 | 967                | 1.767    | 1.433   | 2.833   | 667     | 2.833     | 2.833      | 7.333             | 2.000        | 2.000          | 2.000           | 4.667            | (23.076)    | 64.209                |
| 31/08/2009 | 967                | 1.767    | 1.433   | 2.833   | 667     | 2.833     | 2.833      | 7.333             | 2.000        | 2.000          | 2.000           | 4.667            | (19.226)    | 44.983                |
| 01/09/2009 | 967                | 1.767    | 1.433   | 2.833   | 667     | 2.833     | 2.833      | 7.333             | 2.000        | 2.000          | 2.000           | 4.667            | (4.009)     | 40.974                |
| 02/09/2009 | 967                | 1.767    | 1.433   | 2.833   | 667     | 2.833     | 2.833      | 7.333             | 2.000        | 2.000          | 2.000           | 4.667            | 42.965      | 83.939                |
| 03/09/2009 | 967                | 1.767    | 1.433   | 2.833   | 667     | 2.833     | 2.833      | 7.333             | 2.000        | 2.000          | 2.000           | 4.667            | (23.206)    | 60.732                |
| 04/09/2009 | 967                | 1.767    | 1.433   | 2.833   | 667     | 2.833     | 2.833      | 7.333             | 2.000        | 2.000          | 2.000           | 4.667            | 40.022      | 100.755               |
| 05/09/2009 | 967                | 1.767    | 1.433   | 2.833   | 667     | 2.833     | 2.833      | 7.333             | 2.000        | 2.000          | 2.000           | 4.667            | (39.547)    | 61.208                |
| 06/09/2009 | 967                | 1.767    | 1.433   | 2.833   | 667     | 2.833     | 2.833      | 7.333             | 2.000        | 2.000          | 2.000           | 4.667            | (28.937)    | 32.270                |
| 07/09/2009 | 967                | 1.767    | 1.433   | 2.833   | 667     | 2.833     | 2.833      | 7.333             | 2.000        | 2.000          | 2.000           | 4.667            | 109.752     | 142.022               |
| 08/09/2009 | 967                | 1.767    | 1.433   | 2.833   | 667     | 2.833     | 2.833      | 7.333             | 2.000        | 2.000          | 2.000           | 4.667            | 14.602      | 156.624               |
| 09/09/2009 |                    |          |         |         |         |           |            |                   |              |                |                 |                  |             |                       |
| 10/09/2009 |                    |          |         |         |         |           |            |                   |              |                |                 |                  |             |                       |
| 11/09/2009 |                    |          |         |         |         |           |            |                   |              |                |                 |                  |             |                       |
| 12/09/2009 |                    |          |         |         |         |           |            |                   |              |                |                 |                  |             |                       |
| 13/09/2009 |                    |          |         |         |         |           |            |                   |              |                |                 |                  |             |                       |
| 14/09/2009 |                    |          |         |         |         |           |            |                   |              |                |                 |                  |             |                       |
| 15/09/2009 |                    |          |         |         |         |           |            |                   |              |                |                 |                  |             |                       |
| 16/09/2009 |                    |          |         |         |         |           |            |                   |              |                |                 |                  |             |                       |
| 17/09/2009 |                    |          |         |         |         |           |            |                   |              |                |                 |                  |             |                       |
| 18/09/2009 |                    |          |         |         |         |           |            |                   |              |                |                 |                  |             |                       |
| 19/09/2009 |                    |          |         |         |         |           |            |                   |              |                |                 |                  |             |                       |
| 20/09/2009 |                    |          |         |         |         |           |            |                   |              |                |                 |                  |             |                       |
| 21/09/2009 |                    |          |         |         |         |           |            |                   |              |                |                 |                  |             |                       |
| 22/09/2009 |                    |          |         |         |         |           |            |                   |              |                |                 |                  |             |                       |
| 23/09/2009 |                    |          |         |         |         |           |            |                   |              |                |                 |                  |             |                       |
| 24/09/2009 |                    |          |         |         |         |           |            |                   |              |                |                 |                  |             |                       |
|            | 17.400             | 31.800   | 25.800  | 51.000  | 12.000  | 51.000    | 51.000     | 132.000           | 36.000       | 36.000         | 36.000          | 84.000           | 156.624     |                       |

| INFORME ACUMULADO                   |             |            |            |            |             |             |            |           |         |
|-------------------------------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|-----------|---------|
|                                     | Perforación | Voladura   | Carguío    | Acarreo    | Rom Pad     | Mant Vias   | Indirectos |           |         |
| <b>Venta Total</b>                  | 336.313     | 346.825    | 635.202    | 900.551    | 110.379     | 345.433     | 24.609     | 2'699.312 |         |
| <b>Costo Total</b>                  | 143.428     | 288.260    | 516.792    | 786.034    | 160.814     | 173.081     | 474.279    | 2'542.688 |         |
| <b>Margen soles</b>                 |             |            |            |            |             |             |            |           | 156.624 |
| % Indirecto del costo total: 22,93% |             |            |            |            |             |             |            |           |         |
| Redistribución del indirecto        |             |            |            |            |             |             |            |           |         |
|                                     | Perforación | Voladura   | Carguío    | Acarreo    | Rom Pad     | Mant Vias   | Total      |           |         |
| <b>Venta Total</b>                  | 340.415     | 350.927    | 639.303    | 904.653    | 114.481     | 349.534     | 2'699.312  |           |         |
| <b>Costo Total</b>                  | 176.315     | 354.357    | 635.291    | 966.269    | 197.688     | 212.768     | 2'542.688  |           |         |
| <b>Margen %</b>                     | bien 48,21% | mal -0,98% | bien 0,63% | mal -6,81% | mal -72,68% | bien 39,13% |            |           |         |
| <b>Margen soles</b>                 | 164.100     | -3.430     | 4.013      | -61.617    | -83.207     | 136.766     | 156.624    |           |         |



ANEXO 8 – Formato RO 02

| CONCEPTO                     |  | PRESENTE MES |           | PROYECCIONES |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |                    |                      |                      |  | PREVISION TOTAL |  |  |
|------------------------------|--|--------------|-----------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|--------------------|----------------------|----------------------|--|-----------------|--|--|
|                              |  | PREV         | REAL      | ACUM.        | Mes 1<br>may-09 | Mes 2<br>jun-09 | Mes 3<br>jul-09 | Mes 4<br>ago-09 | Mes 5<br>sep-09 | Mes 6<br>oct-09 | SALDO DE<br>OBRA | PREVISTO<br>ACTUAL | PREVISTO<br>ANTERIOR | PREVISTO<br>ORIGINAL |  |                 |  |  |
| <b>VENTA</b>                 |  | 7.474.954    | 8.923.750 | 28.360.376   | 7.155.613       | 7.155.613       | 7.155.613       | 6.819.572       | 6.367.233       | 6.367.233       | 15.536.623       | 84.917.875         | 85.160.160           | 85.160.160           |  |                 |  |  |
| Contratual                   |  | 7.474.954    | 8.923.750 | 28.360.376   | 7.155.613       | 7.155.613       | 7.155.613       | 6.819.572       | 6.367.233       | 6.367.233       | 15.536.623       | 84.917.875         | 85.160.160           | 85.160.160           |  |                 |  |  |
| Venta Adicional              |  |              |           |              |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |                    |                      |                      |  |                 |  |  |
| Nota de Credito              |  |              |           |              |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |                    |                      |                      |  |                 |  |  |
| <b>COSTO</b>                 |  | 6.541.011    | 8.083.634 | 29.165.798   | 6.326.932       | 6.398.735       | 6.376.338       | 6.141.950       | 5.550.365       | 5.774.302       | 12.172.435       | 78.208.855         | 78.013.422           | 78.013.422           |  |                 |  |  |
| Costo Materiales             |  | 1.803.162    | 2.183.476 | 7.414.115    | 1.800.197       | 1.854.201       | 1.852.152       | 1.766.447       | 1.694.458       | 1.627.736       | 3.350.381        | 21.359.686         | 21.037.587           | 21.037.587           |  |                 |  |  |
| Costo Mano Obra              |  | 504.989      | 557.465   | 2.192.243    | 463.897         | 463.897         | 463.897         | 453.549         | 459.987         | 439.967         | 979.735          | 5.787.024          | 5.734.545            | 5.734.545            |  |                 |  |  |
| Costo Subcontratos           |  | 40.000       | 248.939   | 822.859      | 40.000          | 40.000          | 20.000          | 20.000          | 20.000          | 20.000          | 569.375          | 1.952.234          | 1.345.919            | 1.345.919            |  |                 |  |  |
| Equipos y Vehiculos          |  |              |           |              |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |                    |                      |                      |  |                 |  |  |
| - Propios                    |  | 3.585.406    | 2.947.833 | 11.626.048   | 3.441.805       | 3.456.711       | 3.456.711       | 3.317.751       | 3.119.989       | 3.108.630       | 6.219.280        | 37.747.886         | 39.576.799           | 39.576.799           |  |                 |  |  |
| - Terceros                   |  | 267.936      | 1.734.112 | 4.634.747    | 253.066         | 253.959         | 253.611         | 254.125         | 246.094         | 247.092         | 493.730          | 6.636.425          | 5.277.934            | 5.277.934            |  |                 |  |  |
| Flotes                       |  |              |           |              |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |                    |                      |                      |  |                 |  |  |
| - Propios                    |  | 30.000       | 818       | 171.732      | 30.000          | 30.000          | 30.000          | 30.000          | 30.000          | 30.000          | 60.000           | 411.732            | 440.915              | 440.915              |  |                 |  |  |
| - Terceros                   |  |              | 15.450    | 262.218      |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  | 262.218            | 246.769              | 246.769              |  |                 |  |  |
| Supervision (Subidos)        |  | 198.754      | 245.540   | 917.656      | 198.754         | 198.754         | 198.754         | 198.754         | 198.754         | 198.754         | 397.508          | 2.507.688          | 2.462.902            | 2.462.902            |  |                 |  |  |
| Gastos Generales             |  | 121.271      | 183.453   | 612.930      | 121.271         | 121.271         | 121.271         | 121.271         | 121.271         | 121.271         | 242.542          | 1.983.098          | 1.930.915            | 1.930.915            |  |                 |  |  |
| Elementos de Desgaste        |  |              |           |              |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |                    |                      |                      |  |                 |  |  |
| Luertas                      |  |              |           |              |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |                    |                      |                      |  |                 |  |  |
| Costo Materiales Stock       |  | (20.507)     | (92.453)  | 521.249      | (20.048)        | (20.048)        | (20.048)        | (20.048)        | (20.048)        | (20.048)        | (40.096)         | 360.865            | 369.134              | 369.134              |  |                 |  |  |
| <b>MARGEN</b>                |  | 684.264      | 461.394   | 2.240.639    | 565.336         | 565.336         | 565.336         | 538.797         | 503.049         | 503.049         | 1.227.486        | 6.709.020          | 7.861.020            | 7.861.020            |  |                 |  |  |
|                              |  | 9.15%        | 5.17%     | 7.90%        | 7.90%           | 7.90%           | 7.90%           | 7.90%           | 7.90%           | 7.90%           | 7.90%            | 7.90%              | 9.15%                | 8.95%                |  |                 |  |  |
| COSTO APLICADO               |  | 6.780.891    |           | 28.119.737   | 6.590.277       | 6.590.277       | 6.590.277       | 6.280.785       | 5.864.183       | 5.864.183       | 14.309.137       | 78.208.855         | 78.013.422           | 78.013.422           |  |                 |  |  |
| RESULTADO PENDIENTE          |  | 3.175.103    |           | 3.046.061    | 2.784.716       | 2.593.174       | 2.379.238       | 2.240.400       | 2.226.592       | 2.136.701       |                  |                    |                      |                      |  |                 |  |  |
| ACTIVOS                      |  |              |           | 5.977.926    |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |                    |                      |                      |  |                 |  |  |
| PROVISIONES                  |  |              |           | (4.941.733)  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |                    |                      |                      |  |                 |  |  |
| CONTINGENCIAS - Menor Margen |  |              |           | 2.289.868    |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |                    |                      |                      |  |                 |  |  |
|                              |  |              |           | -2.70%       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |                    |                      |                      |  |                 |  |  |



SEDE : PROYECTO CERRO CORONA  
 CLIENTE : MINERA GOLD FIELDS

**RESULTADO ECONOMICO 2009**  
**ANUAL DE OBRA CERRO CORONA MINADO**

Moneda : NUYVOS SOLES S/.  
 Form Polinómica (K) :  
 TIC Inicial : 3,282  
 TIC Actual : 3,025  
 TIC Promedio Acumul. : 3,285

FORMATO No. :  
 INFORME R.O. No. :  
 A : ABRIL 2009  
 PAGINA No. 01  
 IMPRESO EL :

RO-06-01  
 4

## ANEXO 9 – Plan de minado

| Item             | Description                       | Unit | Quantity          |
|------------------|-----------------------------------|------|-------------------|
| <b>5.1</b>       | <b>Loading</b>                    |      |                   |
| 5.1.1            | Mineralised Oxide                 | bcm  | 3'413.000         |
| 5.1.2            | Unmineralised Oxide               | bcm  | 2'445.000         |
| 5.1.3            | Mill Ore - Transition/Supergene   | bcm  | 5'330.000         |
| 5.1.4            | Mill Ore - Hypogene               | bcm  | 5'499.000         |
| 5.1.5            | Waste Rock - Transition/Supergene | bcm  | 2'081.000         |
| 5.1.6            | Waste Rock - Hypogene             | bcm  | 3'712.000         |
| 5.1.7            | Limestone                         | bcm  | 3'890.000         |
| 5.1.8            | Quarry Material                   | bcm  | 1'613.000         |
| 5.1.9            | Stockpile                         | bcm  |                   |
| <b>Sub-Total</b> |                                   |      | <b>27'983.000</b> |

| Item             | Description                       | Unit   | Quantity          |
|------------------|-----------------------------------|--------|-------------------|
| <b>5.2.1</b>     | <b>Hauling - Rise</b>             |        |                   |
| 5.2.1.1          | >100m per km plan length          | bcm.km | 0                 |
| 5.2.1.2          | >75m to 100m per km plan length   | bcm.km | 8'733.967         |
| 5.2.1.3          | >50m to 75m per km plan length    | bcm.km | 0                 |
| 5.2.1.4          | >25m to 50m per km plan length    | bcm.km | 0                 |
| 5.2.1.5          | >0m to 25m per km plan length     | bcm.km | 28'220.906        |
| <b>5.2.2</b>     | <b>Hauling - Fall</b>             |        |                   |
| 5.2.2.1          | 0m to -25m per km plan length     | bcm.km | 689.375           |
| 5.2.2.2          | >-25m to -50m per km plan length  | bcm.km | 1'274.083         |
| 5.2.2.3          | >-50m to -75m per km plan length  | bcm.km | 3'345.224         |
| 5.2.2.4          | >-75m to -100m per km plan length | bcm.km | 27'490.629        |
| 5.2.2.5          | > -100m per km plan length        | bcm.km | 0                 |
| <b>Sub-Total</b> |                                   |        | <b>69'754.183</b> |