

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



**“PLANEAMIENTO DE MINADO CORTO PLAZO DE LA UNIDAD MINERA
TAHOE PERU - LA ARENA – TRUJILLO”**

Presentado por:

Br. HUXLEY YOJHAN VILLACORTA MEJIA

Para optar el título profesional de **INGENIERO DE MINAS** en la
modalidad de Trabajo de Suficiencia Profesional.

Cusco - 2019

DEDICATORIA

A mis padres, Mauro Villacorta y Reina Mejía quienes me apoyan siempre en los objetivos trazados, pendientes siempre de mí con amor y paciencia.

A mi hermana Maryori, quien es motivo para seguir adelante, la que llenó de alegrías y ocurrencias en toda mi etapa universitaria.

A mis abuelos(as), tíos(as) y primos(as), por sus lecciones de vida y consejos que me ayudaron a ser mejor persona en todo este tiempo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la compañía Tahoe Resources – La Arena por la oportunidad brindada de realizar Prácticas Profesionales en el área de Planeamiento Mina.

Agradecer a los Ingenieros del Área de Planeamiento Mina, área de Topografía, y a todo el personal de la empresa por todo el apoyo.

Agradecer de manera especial al Ing. Alex Cernades Torres por la confianza depositada, el conocimiento compartido y las lecciones aprendidas

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el planeamiento minero se lleva a cabo en los diferentes horizontes de tiempo para soportar el proceso de llevar un proyecto en etapa de concepción a operación. Al inicio, donde se define el Pit final, secuencia de minado y construcción del programa de producción, se utilizan modelos de recursos que en general consideren las características básicas del yacimiento como leyes y tipos de rocas. En función de esta información se construye el modelo de la planificación minera. Una vez que la mina comience a operar, nos encontramos con que la etapa ideal tiende a cambiar, suceden eventos a los que debemos de afrontar, cambios en tipo de mineralización, retrasos en permisos de operación, etc., que obligan a que la idea inicial se modifique manteniendo el objetivo en el cumplimiento de onzas producidas.

Actualmente, poder conciliar el plan de largo plazo, que define por ejemplo, el secuenciamiento del Pit con la operación de mezcla, es una tarea de planificación que consume una cantidad de recursos humanos y las soluciones obtenidas son sub óptimas.

La planificación minera considera diferentes horizontes de tiempos los cuales apoyan diferentes tipos de decisiones, es así como la planificación de largo plazo se encarga de la definición del tamaño y de la vida de la mina, de la que se desprende la inversión y los costos asociados a ella, la planificación de mediano plazo, se encarga de adaptar la definición de negocios de la mina mediante remplazo de infraestructura, reconocimiento de recursos y proyectos de contingencias; finalmente, la planificación a corto plazo se encarga de analizar los recursos utilizados en la operación de la mina de forma de soportar el presupuesto de operaciones de la mina.

En muchos casos las minas a cielo abierto son diseñadas para soportar una operación masiva, con grandes equipos, por citar, en un cuerpo mineralizado muy selectivo que posiblemente

presente gran variabilidad mineralógica. En el planeamiento a largo plazo los detalles pasan a un segundo plano, y es el planeamiento a corto plazo el encargado socorrer estos aspectos en el día a día, en donde el programa de producción tiene que reflejar la verdadera variabilidad mineralógica, las deficiencias y las oportunidades de mejora.

Hoy en día, no existe ninguna herramienta de software que permita detallar aspectos de la planificación de corto plazo en el largo plazo, es el ingeniero planeador quien tendrá el criterio para direccionar zonas de minado, zonas de descarga con la finalidad de cumplir objetivos como las onzas de oro; además, tiene que asegurar la continuidad de los siguientes periodos para que la producción de onzas se mantenga constante.

OBJETIVOS

Desarrollar las etapas para realizar el plan de minado a corto plazo para cumplir el objetivo de Onzas presupuestas en el Budget, alineado a prioridades de minado en las diferentes fases, zonas de descarga disponibles en Pad y Botadero en la Unidad Minera La Arena S.A.

ALCANCES

La presente actividad es de aplicación obligatoria para las áreas involucradas en el planeamiento, ejecución, control y evaluación del plan de minado mensual en la Unidad Minera La Arena S.A.

INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	ii
OBJETIVOS	iv
ALCANCES	iv
CAPITULO 1	10
ASPECTOS GENERALES	10
1.1. UBICACIÓN DE LA ARENA.....	10
1.2. ACCESIBILIDAD	11
1.3. CLIMA	11
1.4. RESEÑA HISTÓRICA.	11
1.5. TAHOE RESOURCES EN EL MUNDO.	13
1.6. OPERACIONES DE ORO	13
CAPITULO 2	14
GEOLOGÍA DE UNIDAD MINERA LA ARENA	14
2.1 TIPO DE YACIMIENTO.....	14
2.2. GEOLOGÍA REGIONAL.....	14
2.2.1. Formación Chicama	14
2.2.2.Rocas Intrusivas	16
2.3 GEOLOGÍA LOCAL.....	18
2.3.1.Rocas sedimentarias	19
2.3.2 Tipo De Yacimiento.....	20
2.3.3. Mineralización	21
2.3.4 Tipos De Alteraciones	22
2.3.5 Pórfido La Arena.....	22
2.4 BRECHAS.....	22
2.5 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	23
CAPITULO 3	24
TAJO ABIERTO – DISEÑO Y OPERACIÓN DE U.M. LA ARENA.....	24
3.1 HORIZONTES DE PLANEAMIENTO	24
3.1.2 Planeamiento Largo Plazo	24
3.1.2 Planeamiento Corto Plazo	27
3.2 OPTIMIZACION TAJO	29
3.3 RECURSOS Y RESERVAS.....	30
3.2 TAJO ABIERTO	30
3.3 DISEÑO DEL METODO DE EXPLOTACIÓN DE LA U.M. LA ARENA	34
3.4 METODOS PARA DEFINIR LIMITES UN TAJO	38
3.4.1 Método del Cono Móvil Flotante.....	38
3.4.2 .Método de Lerchs-Grossman	39
3.5 PARÁMETROS DE DISEÑO.....	42

3.5.1	Diseño de Accesos	42
3.5.2	Ancho de Rampa	44
3.5.3	Pendiente de Rampa.....	45
3.5.4	Geometría de la excavación	45
3.5.5	Diseño de Banco.....	46
3.5.6	Ángulo en Tajo Abierto	47
3.6	SECUENCIA DE EXPLOTACIÓN.....	48
3.7	OPERACIÓN DE LA U.M. LA ARENA.....	50
3.7.1	Operaciones Unitarias.....	50
3.7.2	Maquinaria y Equipos.....	53
CAPITULO 4		54
PLAN DE MINADO A CORTO PLAZO DE LA ARENA		54
4.1	SUPUESTO DE EVALUACION.....	55
4.1.1	Costos Unitario	56
4.2	PREPARACIÓN DEL PLAN DE MINADO SEMANAL	56
4.3	PLAN DE PERFORACIÓN Y VOLADURA	62
4.4	EVALUACIÓN DEL PLAN DE MINADO SEMANAL	64
4.5	PLAN DE MINADO SEMANAL	66
4.5.1	Software – Vulcan	66
4.5.2	Actualización de la Topografía.....	68
4.5.3	Diseño de Cortes de Minado	71
4.5.4	Diseño de Mallas de Perforación.....	73
4.6	Diseño de Botaderos.....	76
4.6.1	Disposición de Botaderos en Laderas	78
4.6.2	Consideraciones Técnicas	78
4.6.3	Características de diseño del botadero 02 en La Arena	79
4.6.4	Plan de descarga en botadero 02	80
4.7	DISEÑO DE PAD.....	81
4.7.1	Características de diseño del Pad en La Arena.....	82
CONCLUSIONES		86
RECOMENDACIONES		87
BIBLIOGRAFÍA		88
ANEXOS 01.....		89
ANEXOS 02.....		94

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación y Acceso U.M. La Arena S.A.....	10
Figura 2 Ocurrencia e yacimientos tipo pórfido de Cu (Au-Mo) en la franja Miocénica del Perú (León, et al 2010)	15
Figura 3 Perfil de Formación Chimú. Roca intrusiva - La Arena.....	17
Figura 4 Columna Estratigráfica de la Región Huamachuco.....	17
Figura 5 Geología Local - La Arena	18
Figura 6 Zona de Sulfuros - La Arena	21
Figura 7 Diagrama de Planificación Conceptual	25
Figura 8 Ciclo de Planeamiento	25
Figura 9 Detalle de Ciclo de Minado para U.M. La Arena.....	26
Figura 10 Diagrama de Flujo, SIPOC LOM U.M. La Arena.....	27
Figura 11 Diagrama de Flujo, Planeamiento Corto Plazo, realizado en Bizagi.....	28
Figura 12 Foto Tajo Calaorco U.M. La Arena.....	33
Figura 13 Vista 3D U.M. La Arena-Diseñado en Maptek Vulcan (Tajo, Botadero y Pad).....	34
Figura 14 Modelo de Bloques U.M. La Arena.	35
Figura 15 Cono Móvil Flotante.....	39
Figura 16 Figura Inicial	40
Figura 17 Sección después del procedimiento de Búsqueda	41
Figura 18 Geometría del Pit Óptimo.....	42
Figura 19 Vista 3D de Fase de Minado Tajo Calaorco U.M. La Arena.....	43
Figura 20 Ancho de Rampa según las dimensiones del Camión 777 CAT	44
Figura 21 Sección con una altura de 16m. diseñado en Vulcan.....	47
Figura 22 Fases de Minado de Tajo Calaorco con Modelo de bloques	49
Figura 23 Proceso de Elaboración Plan de Minado Mensual - Semanal	55
Figura 24 Estimado - Zonas de Minado Enero 2019 U.M. La Arena	59
Figura 25 Zonas de Perforación - Plan Semanal U.M. La Arena	62
Figura 26 Stock Roto y Perforado - a inicio de semana U.M. La Arena	63
Figura 27 Stock Roto disponible - a inicio de semana U.M. La Arena	64
Figura 28 Evaluación Planeado VS Ejecutado U.M La Arena	65
Figura 29 Evaluación Plan Mensual a una fecha- U.M La Arena	66
Figura 300 Frente avance de minado CF10. Topografía original - U.M. La Arena.....	69
Figura 311 Nuevo Frente de Minado CF10 - Topografía actualizada U.M La Arena.....	70
Figura 32 Zonas de Minado semana 09 al 15 de Enero U.M. La Arena.....	71
Figura 33 Cortes de minado Semanal CF10, U.M La Arena	72
Figura 34 Cortes de minado semanal PH06, U.M. La Arena.	72
Figura 35 Diseño de Fase con Topografía Actualizada, U.M La Arena.....	73
Figura 36 Limite de proyecto de malla, U.M. La Arena.....	74
Figura 37 Diseño de taladros de Perforación, U.M La Arena.....	75
Figura 38 Vista 3D Diseño de taladros de perforación, U.M La Arena.....	75
Figura 39 Plano de Diseño de Malla, U.M. La Arena.....	76
Figura 40 Foto Botadero 02 U.M. La Arena.....	77
Figura 41 Diseño de Botadero en Laderas - Botadero 02, U.M. La Arena.....	78

Figura 42 Diseño de Botadero 02, U.M La Arena	79
Figura 43 Diseño de Botadero 02 respecto al Tajo Calaorco, U.M La Arena	80
Figura 44 Plan de Apilamiento Desmonte Abril 2019, U.M. La Arena	81
Figura 45 Foto Pad de Lixiviación U.M. La Arena	82
Figura 46 Diseño de Pad respecto a Tajo Calaorco, U.M. La Arena	83
Figura 47 Plan de Apilamiento Pad Abril 2019, U.M. La Arena.....	84
Figura 48 Alturas de Riego en Apilamiento de Pad 2019, U.M. La Arena	85

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Distancias a la U.M. La Arena S.A. desde Lima y Cajamarca	11
Tabla 2 Parámetros para la optimización de Tajo.....	29
Tabla 3 Reporte de Recursos U.M La Arena	30
Tabla 4 Reporte Reservas U.M. La Arena	30
Tabla 5 Ancho de Rampa según dimensiones del Camión 777 CAT	45
Tabla 6 Ángulos de diseño por sectores Tajo Calaorco.....	48
Tabla 7 Supuestos de Evaluación.....	55
Tabla 8 Costos Unitarios.....	56
Tabla 9 Plan Budget U.M. La Arena - Producción total del Año	57
Tabla 10 Plan Mensual Enero 2019 U.M. La Arena.....	58
Tabla 11 Plan de Mantenimiento Semanal del 09 al 15 de Enero U.M La Arena	60
Tabla 12 Plan de Minado Semanal, Tonelajes por cada Equipo de Carguío	61
Tabla 13 Plan de Perforación y Voladura Semanal U.M. La Arena	63
Tabla 14 Evaluación del Plan Semanal del 02 al 08 de Enero 2019 U.M. La Arena	65
Tabla 15 Detalle Plan de apilamiento Pad Abril 2019, U.M. La Arena.....	84

CAPITULO 1

ASPECTOS GENERALES

1.1. UBICACIÓN DE LA ARENA.

El Proyecto La Arena está localizado en el Norte del Perú, a 480 kilómetros (en línea recta) al NW de la ciudad de Lima, capital del país y a 92 kilómetros (en línea recta) al SE de la ciudad de Cajamarca.

Localidad :	La Arena
Distrito :	Huamachuco
Provincia :	Sánchez Carrión
Departamento :	La Libertad
Región :	La Libertad
Hoja :	16-g (cuadrángulo de Cajabamba)
Altitud :	3,400 msnm

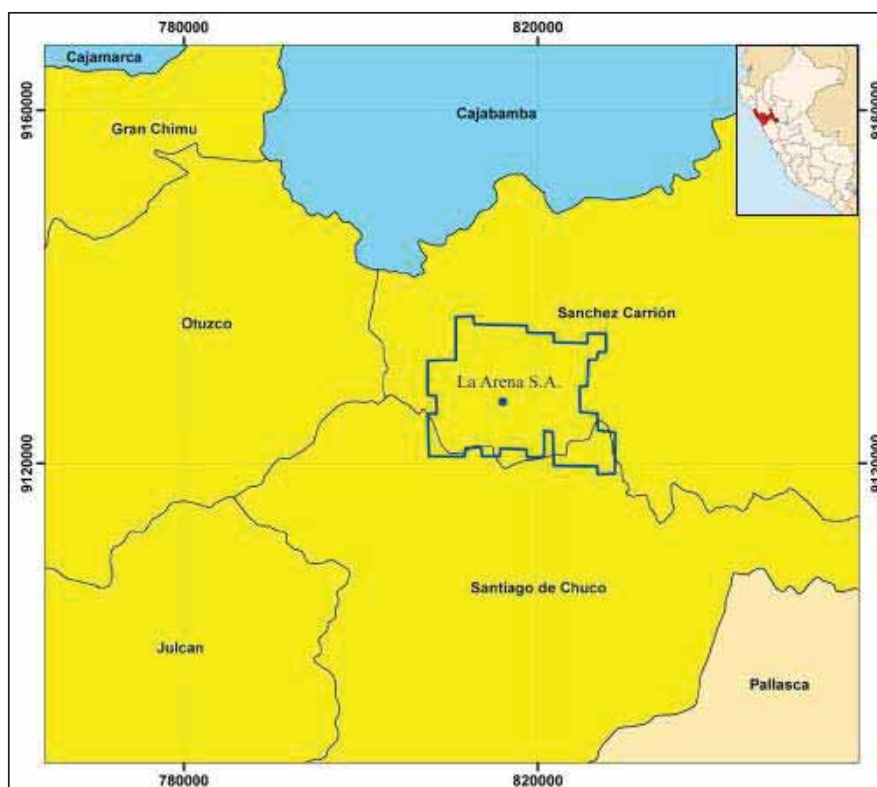


Figura 1 Ubicación y Acceso U.M. La Arena S.A.

1.2. ACCESIBILIDAD

Existen varias rutas (cuadro 3.1) de acceso al proyecto:

Ruta Lima-Trujillo-La Arena; Ruta Cajamarca-La Arena

Ruta	Distancia	Tipo Carretera	Tiempo	Medio
Lima -Trujillo	550 Km	Asfaltada	9 hrs./50 min	Bus/Avión
Trujillo- La Arena	160 Km	Asfaltada	4 hrs.	Bus
Cajamarca- Cajabamba	124 km	Asfaltada	3 hrs	Bus
Cajabamba- Huamachuco	55 km	Asfaltada	2 Hrs	Bus
Huamachuco- La Arena	17.5 Km	Asfaltada	30 min	Bus

Tabla 01 Distancias a la U.M. La Arena S.A. desde Lima y Cajamarca

1.3. CLIMA

- Temperatura Máxima Promedio: 12° C.
- Temperatura Mínima Promedio: 0° C.
- Temperatura Promedio: 8° C.

Periodo Lluvioso: Diciembre, Enero, Febrero, Marzo y Abril.

Generalmente también se presenta abundante neblina (*Fuente: www.senamhi.gob.pe*).

1.4. RESEÑA HISTÓRICA.

- 1994(Dic.): Descubrimiento del yacimiento “La Arena” , por el Geólogo Victor Quirita (CAMBIOR), mediante la recolección de 3 muestras de arenisca con Óxidos de Fierro en fracturas, cerca al intrusivo “dacítico” resultaron anómalos en Ag y Hg (Au bajo).
- 1995: Se realizaron campañas de muestreo geoquímico de rocas, confirmando valores anómalos de oro y altos valores en cobre, molibdeno y arsénico relacionado al pórfido “dacítico”.

- 1996: Se continuó con la campaña de muestreos geoquímico, así mismo se realizó geofísica de orientación MAG e IP. Se realizó la primera campaña de perforación diamantina confirmando la presencia de oro en areniscas brechadas con óxidos de fierro relacionados a un sistema Epitermal y el pórfido de Cu-Au en intrusivos “dacíticos”.
- 1997-1998: Se continuó con la campaña de perforación diamantina en las dos zonas mineralizadas (epitermal y pórfido). Se realizó la estimación de recursos preliminares en areniscas (óxidos).
- 1998: Se realizó perforación diamantina en las Extensiones brecha Calaorco; y brechas Etel, La Laguna y San Andrés.
- 1999: Se realizó el estudio de prefactibilidad a un precio de \$350/oz Au (negativo).
- 2004: Se realizó vuelo hiperespectral HYMAP 863km (PIMA aéreo), cobertura regional, también se realizó geofísica aérea, con cobertura regional. Se hizo el cartografiado geológico detallado de 950 Has (Esc.1:10000). Geofísica 128 km MAG y 66 km IP cubriendo el depósito y extensiones.
- 2003-2006: Se continuó con campañas de perforación diamantina.
- 2006(Sep): IAMGOLD adquiere a Cambior.
- 2007(Dic): IAMGOLD decide vender el Proyecto La Arena a Rio Alto Mining Limited.
- 2011(Feb): Rio Alto Mining Limited completa al 100% la adquisición del proyecto La Arena.
- 2011(May): Se inició con la explotación de la zona de oro en óxidos de fierro en areniscas referido al Epitermal de Calaorco.
- 2011(Jun)-2013(Feb): Se realizó la campaña de perforación diamantina y aire reverso, ampliando los recursos en óxidos (epitermal) y sulfuros (pórfido).
- 2015(Jun): Tahoe Resources adquiere la totalidad de las acciones Rio Alto Mining Limited.

1.5. TAHOE RESOURCES EN EL MUNDO.

Tahoe Resources es una compañía líder en metales preciosos de nivel intermedio con sede en Reno, Nevada y constituida bajo las leyes de Columbia Británica. Tahoe y sus subsidiarias emplean directamente a alrededor de 2,700 personas, bajo la guía de profesionales en minería experimentados dedicados a la producción responsable de metales preciosos en toda las Américas.

Tahoe es dueño y opera la mina de plata de clase mundial Escobal en Guatemala, las minas de oro La Arena y Shahuindo en Perú y las minas de oro Timmins West y Bell Creek en Canadá.

1.6. OPERACIONES DE ORO

- Canadá: Timmins West, Bell Creek
- Perú: Shahuindo, La Arena
- Producción: 446k en 2017
- Directrices: Crecer a ~500k oz y AISC <\$1,000/oz en 2019
- Reservas y recursos de oro:

Probados y probables: 3.7 M oz

Medidos e indicados: 14.0 M oz

Recursos inferidos: 8.8 M oz

CAPITULO 2

GEOLOGÍA DE UNIDAD MINERA LA ARENA

2.1 TIPO DE YACIMIENTO

La Arena es el nombre del yacimiento que engloba dos sistemas: el Epitermal de Alta Sulfuración de Calaorco y Ethel, con mineralización de Au hospedado en areniscas brechadas y crackeladas y el Pórfido de Cu-Au La Arena que corresponde a un caso especial de este tipo de yacimientos emplazados en areniscas, ambos yacimientos están emplazados en la Formación Chimú Superior (definido por Sánchez, A., 2011).

2.2. GEOLOGÍA REGIONAL.

Regionalmente, el pórfido La Arena se encuentra emplazado en la franja de los pórfidos miocénicos, siguiendo un alineamiento andino NW-SE.

Dentro de la geología regional que involucra el área del yacimiento se tienen presentes a las formaciones sedimentarias en la región Huamachuco-Cajabamba, las cuales están representadas por sedimentos pelíticos de edad Jurásico Superior, seguida por sedimentos Cretáceos, con predominancia de clásticos en la base y lutáceo-calcáreos hacia el tope. Toda la secuencia es cortada por intrusivos miocénicos de composición dacítica y diorítica. La secuencia anterior está cubierta por rocas volcánicas miocénicas, predominantemente andesíticas. Por último, existen los depósitos fluvio-glaciares y aluviales que cubren gran parte de las laderas y depresiones principales de la región (Reyes, 1980).

2.2.1. Formación Chicama

La Formación Chicama es un conjunto litológico que aflora mayormente en los núcleos de anticlinales tanto al este como al oeste de La Arena, por ejemplo en la carretera a Huamachuco.

En la mayoría de los afloramientos predominan lutitas gris oscuras, laminares, deleznales, con algunas intercalaciones delgadas de areniscas grises. En partes contienen nódulos y lentes piritosos y superficialmente es común observar manchas blancas amarillentas como eflorescencias. La formación Chicama es de ambiente marino.

Las rocas de la Formación Chicama son menos resistentes a la erosión, debido a la cantidad de material limo arcilloso y por otra parte ha sido deformada intensamente hacia el sector oriental de la cuenca, lo que ha favorecido el desarrollo de una topografía suave.

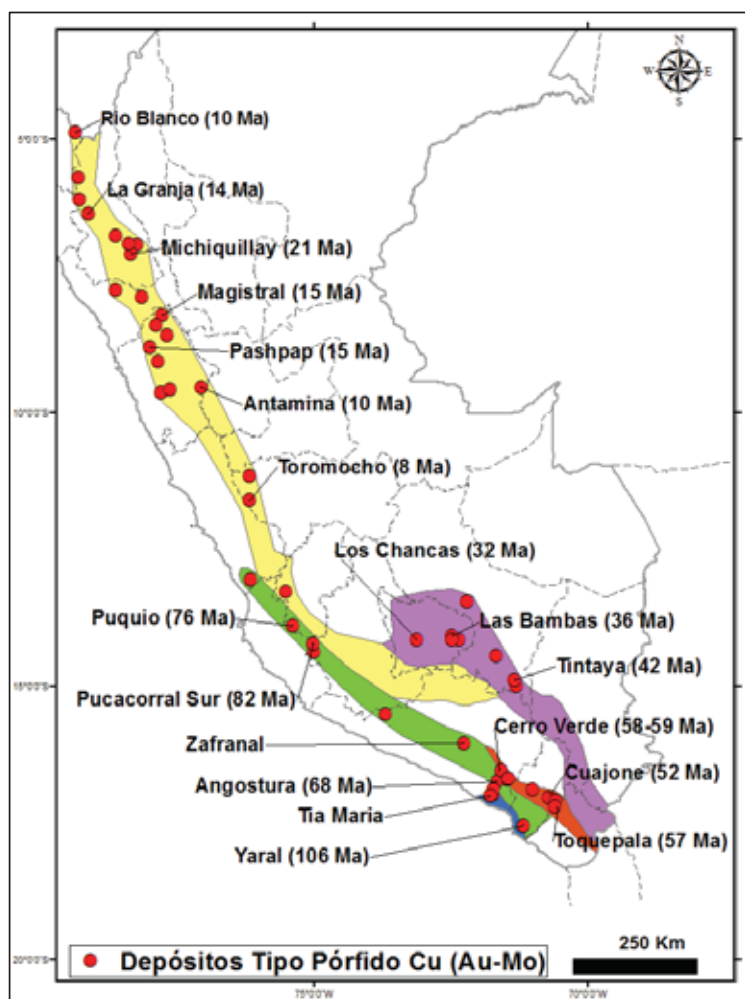


Figura 2 Ocurrencia e yacimientos tipo pórfido de Cu (Au-Mo) en la franja Miocénica del Perú (León, et al 2010)

2.2.2. Rocas Intrusivas

En la región, entre Huamachuco y Cajabamba, se han reconocido cuerpos intrusivos hipabisales de edad Paleógena, relacionados a la presencia de formas dómicas, emplazados dentro de un corredor estructural NW-SE, cortando las formaciones sedimentarias mesozoicas. Por lo general, estos intrusivos afloran como pequeños stocks aislados dentro o en la periferie de la geoforma dómica. Su composición varía desde diorita a pórfido andesíticos, pórfido dacítico y pórfido cuarcíferos. En profundidad, estos stocks parecen unirse y constituir un sólo cuerpo intrusivo mayor, tal como ocurre en el “Domo Huamachuco” y el “Domo de Algamarca”.

Algunas intrusiones periféricas a los domos, tienen características propias de un ambiente hipabisal subvolcánico, en forma de lacolito elongado con marcado control estructural NW-SE, tal como ocurre en La Arena y Virgen.

Otras intrusiones, asociadas a formas dómicas menores, se tiene en el área de Cochapampa. Esta intrusión parece constituir la parte periférica sur del “Domo de Algamarca”, su composición corresponde a un pórfido dacítico que gradua a pórfido andesítico. Entre las localidades de Marcabal y Purumarca, también se ha reconocido afloramientos de intrusivos hipabisales de composición intermedia, con tamaños de hasta 4 x 2 kilómetros, cortando a las lutitas Chicama y a las areniscas Chimú.

Se ha comprobado, que las intrusiones más ácidas están ligadas a la mineralización, tipo pórfido Cu-Au- (Mo) desarrollado en el mismo cuerpo intrusivo, o como brecha de Au en contacto con rocas clásticas permeables.

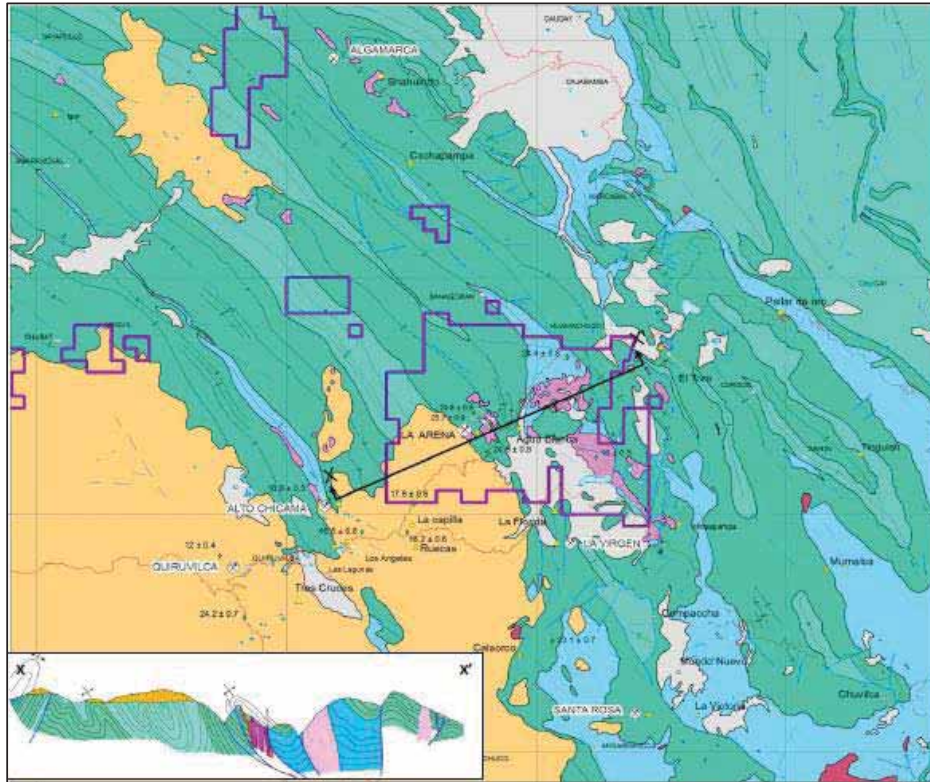


Figura 3 Perfil de Formación Chimú. Roca intrusiva - La Arena



Figura 4 Columna Estratigráfica de la Región Huamachuco

2.3 GEOLOGÍA LOCAL

En el marco de la geología local, en el yacimiento La Arena, se tienen como secuencias más antiguas a las rocas pelíticas del Cretáceo Inferior de la Formación Oyón, seguida por rocas clásticas de Formación Chimú e intruidas por cuerpos de composiciones dacíticas y andesíticas Oligocénicas y Miocénicas. Las Areniscas de la Formación Chimú han actuado como roca hospedante de la mineralización aurífera tipo Epitermal muy similar a los yacimientos de Santa Rosa, Alto Chicama y La Virgen.

Dentro del marco evolutivo del yacimiento se presentan hasta tres fases intrusivas los cuales han generado el desarrollo de un sistema tipo pórfido con mineralización de Cu-Au y el desarrollo de una fase del tipo epitermal de alta sulfuración generando el desarrollo de la mineralización aurífera de Calaorco y Ethel.



Figura 5 Geología Local - La Arena

2.3.1. Rocas sedimentarias

Formación Oyón

Esta unidad es la más antigua del área, yace sobre la Formación Chicama del Jurásico superior e Infrayace a la Formación Chimú perteneciente al Cretáceo Superior.

Consiste en una secuencia de lutitas carbonosas negras, con laminaciones finas y lenticulares de areniscas cuarzosas claras de granos finos, fácilmente deleznable, intercalados con estratos delgados de areniscas cuarzosas, presenta cierto replegamiento.

Es común encontrarlo en la zona Este del Pórfido como bloques arrastrados por falla de cabalgamiento dentro del pórfido.

Formación Chimú

La Formación Chimú tiene una amplia distribución en las márgenes del yacimiento, esta Formación ha sido subdividida en 2 miembros por sus características litológicas, estas son:

-Formación Chimú –Miembro Inferior.

-Formación Chimú –Miembro Superior.

(Sánchez, A., 2012)

Miembro Inferior

Sobreyace en concordancia a la Formación Oyón, y está constituido por areniscas limolíticas intercaladas con limolitas y lutitas de coloración gris clara, los estratos varían en grosores de 10-30 cm. Tiene un espesor promedio de 120-140 m. Los mejores afloramientos de ésta unidad en el área de estudio, se observan en la margen Este del cerro Astrid (N150°/030°-040°SO), al NE del campamento (N330°/035°-045°NE), y en la margen izquierda de la quebrada El Sauco (Sánchez, A., 2012).

Miembro Superior

El miembro superior de la Formación Chimú está conformado por areniscas cuarzosas de grano medio-fino, bien clasificadas, coloración clara, presenta rizaduras de corrientes, paleocanales, estratificación cruzada, estructuras de sobrecarga (en las intercalaciones de areniscas y limolitas) y en paleocanales donde la gradación de los granos está en polaridad invertida, Los estratos predominantes son de 20 a 50 cm de espesor con niveles de areniscas limolítica en la base. En ésta unidad se encuentra principalmente la mineralización de Oro.

La mejor zona de exposición se encuentra en el Cerro Calaorco (actual zona de donde se ha observado los estratos presentan una dirección N330°-340°/070°-075°NE.

Dentro de la Formación Chimú, se ha determinado un nivel guía compuesto por lentes de carbón dentro de estratos de areniscas limolíticas y limolitas grises y de coloración rojiza, las cuales presentan extensión regional y permiten diferenciar el miembro superior del inferior.

El grosor promedio de éste miembro es de 150-180 m, dentro del yacimiento no se ha podido observar el tope de la Formación (Sánchez, A., 2012).

2.3.2 Tipo De Yacimiento

Zona de Óxidos

La zona de óxidos está asociado a goethita, menor hematita y jarosita, el cual se asocia a brechas hidrotermales, también en fracturas y diseminado. La zona de óxidos en Calaorco es profunda a diferencia del pórfido y puede llegar hasta los 450 metros de profundidad.

Zona de Sulfuros

La zona de sulfuros se ubica debajo de la zona de óxidos en el epitermal. Encontramos minerales como Pirita, calcopirita, y sulfatos.

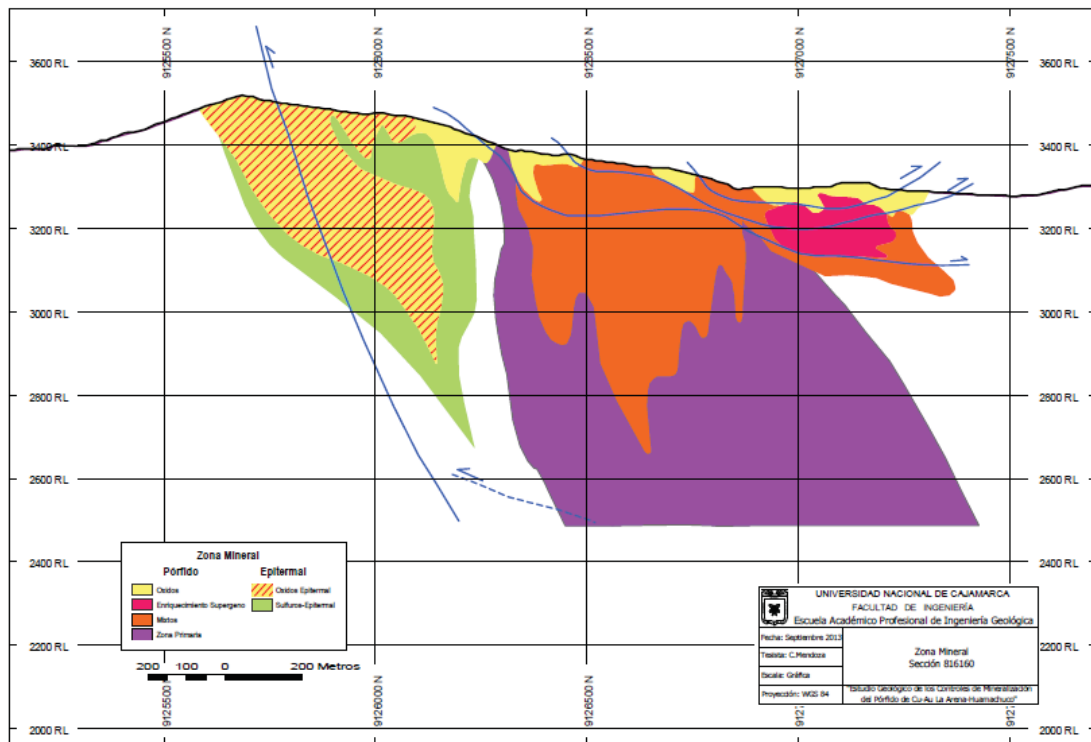


Figura 6 Zona de Sulfuros - La Arena

2.3.3. Mineralización

Zona de Óxidos (Leach Cap)

En el Pórfido, corresponde a la capa de óxidos de hierro, el cual está compuesto principalmente de Hematita+/-Goethita. La profundidad de esta varía hasta los 0-40 metros.

Zona de Enriquecimiento Supérgeno

Esta se desarrolló principalmente en la zona Norte asociado al pórfido Principal (MFPA) e Intramineral (IFPA). Se presenta luego de la Zona de Óxidos (Leach Cap). El sulfuro predominante dentro de esta zona es la Cc, asociada con la Py, menor Cpy y débil a escasa Cv. Sólo se ha podido diferenciar esta zona, como es referido, en la zona norte y la máxima potencia es de 120 metros pasando la zona de óxidos.

2.3.4 Tipos De Alteraciones

Las alteraciones en el pórfido La Arena se presentan con un núcleo potásico, asociado al Pórfido Principal (MFPA) e Intramineral (IFPA). La alteración propilítica está más referida a los diques tardíos (LFPA) y a zonas muy distales del pórfido Intramineral (IFPA). La alteración fílica, se presenta como sobreimpresión de la alteración potásica, es la alteración más extensa en el yacimiento. En zonas más superiores y hasta en superficie se presenta la alteración argílica. La alteración argílica avanzada, está referida principalmente al Epitermal de Calaorco y Etel, aunque existen dentro del pórfido sobreimpresiones de esta alteración (desarrollados principalmente por estructuras de alta sulfuración que cortan al pórfido). El desarrollo de la alteración argílica avanzada en el pórfido es un tema que requiere de un estudio más profundo.

2.3.5 Pórfido La Arena

La Arena es un yacimiento del tipo Pórfido, generado por múltiples intrusiones Oligocénicas de cuerpos porfiríticos, teniendo como roca caja a las rocas Cretáceas de la Formación Chimú principalmente.

Las rocas porfiríticas que se presentan en el yacimiento presentan principalmente dentro de su composición plagioclasas, biotita, hornblenda y cuarzo primario el cual no es visible a simple vista. Las rocas en el yacimiento la Arena han sido catalogadas acuerdo a análisis de roca total como Calcoalcaldas de composición andesítica principalmente.

2.4 BRECHAS

Las brechas que se han desarrollado en el yacimiento (Tanto en el pórfido como en el epitermal de Calaorco), se clasificaron como: brechas mecánicas e hidráulicas.

Las Mecánicas están mayormente referidas a las brechas tectónicas (evidenciadas en el pórfido). Las brechas hidráulicas están referidas al desarrollo de brechas tipo freáticas, freatomagmáticas e hidrotermales (evidenciadas en el epitermal de Calaorco).

2.5 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

El yacimiento “La Arena”, se encuentra estructuralmente en una flexión regional, la cual se caracteriza por un cambio de dirección de los ejes de los pliegues, que en general tienen una tendencia regional andina (NW-SE) y localmente cambia a N-S, es ahí donde se encuentra localizado el Pórfido “La Arena” y en su margen occidental, en las areniscas de la Formación Chimú, el yacimiento Epitermal que está siendo explotado actualmente (Sánchez, et al, 2012). Los sistemas estructurales que se presentan en el yacimiento son bien marcados siendo las direcciones preferentes NW, NE y NS, además se presenta la falla de cabalgamiento, la cual es difícil de observar en superficie, por la presencia de cobertura; esta es evidente en taladros y de acuerdo a la interpretación, presenta tendencia hacia el norte con forma pseudo semicircular.

CAPITULO 3

TAJO ABIERTO – DISEÑO Y OPERACIÓN DE U.M. LA ARENA

Antes de definir conceptos e indicar información técnica de la U.M. La Arena, es importante conocer a que se enfoca el Planeamiento de Mina.

Ésta permite identificar y pronosticar el que hacer, de modo de alcanzar los objetivos de la empresa, junto con los presupuestos, los planes de venta, los programas de inversión, las estimaciones de recursos y otros.

Para el caso de una empresa minera, es la planificación la encargada de definir el plan minero de producción: Dicho plan identifica el origen, la cantidad y la calidad de material a beneficiar, como también las estrategias, tiempos, y recursos requeridos para la materialización de lo programado. Debe ser coherente, sistemático y dinámico.

3.1 HORIZONTES DE PLANEAMIENTO

Se tiene tres horizontes de planeamiento.

3.1.2 Planeamiento Largo Plazo

Es básicamente una planificación conceptual donde se establece la estrategia global de la empresa, para un horizonte superior a 5 años y que muchas veces va hasta el agotamiento del yacimiento. Otra de sus características es que la flexibilidad que presenta para la toma de decisiones es alta, vale decir es posible introducir cambios estructurales en la concepción del negocio. Desde un punto de vista estrictamente económico el concepto de largo plazo, tiene implícito el cambio, es decir, en el caso extremo nada es fijo y permanente. De acuerdo a lo anterior, en el proceso de planificación de Largo Plazo debieran liberarse gran parte de las restricciones que se verifican en el **Corto** y **Mediano Plazo**.

En la U.M. La Arena el planeamiento a largo y mediano plazo están relativamente asociados por el periodo corto de vida que tiene (Fin de la vida de la Mina 2021).

Se maneja un calendario gráfico que nos ayuda a entender mejor el alcance que tiene el Planeamiento a Largo Plazo hasta el Corto Plazo.

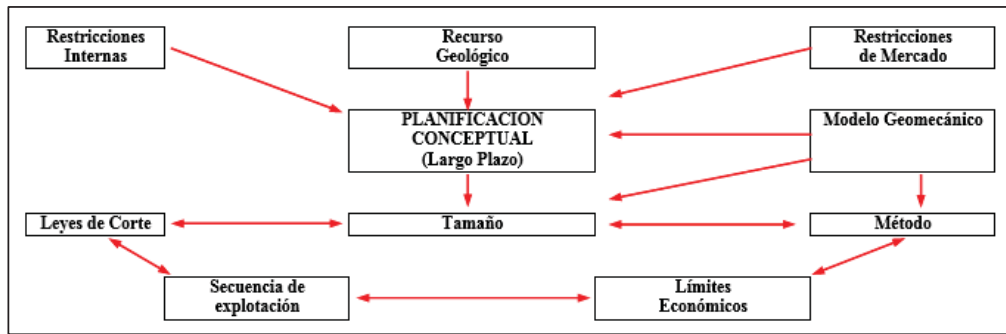


Figura 7 Diagrama de Planificación Conceptual

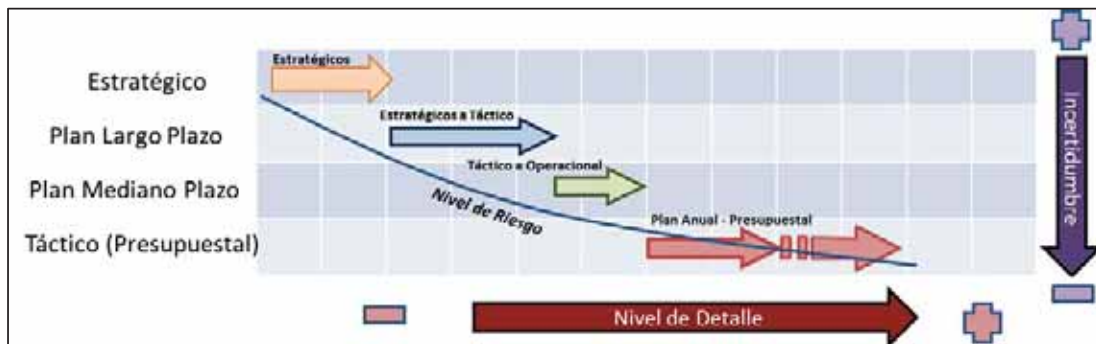


Figura 8 Ciclo de Planeamiento

Este calendario general es seguido con la finalidad de dar soporte técnico en los diferentes niveles de relación del Planeamiento con la Alta Gerencia hasta un nivel más operativo.

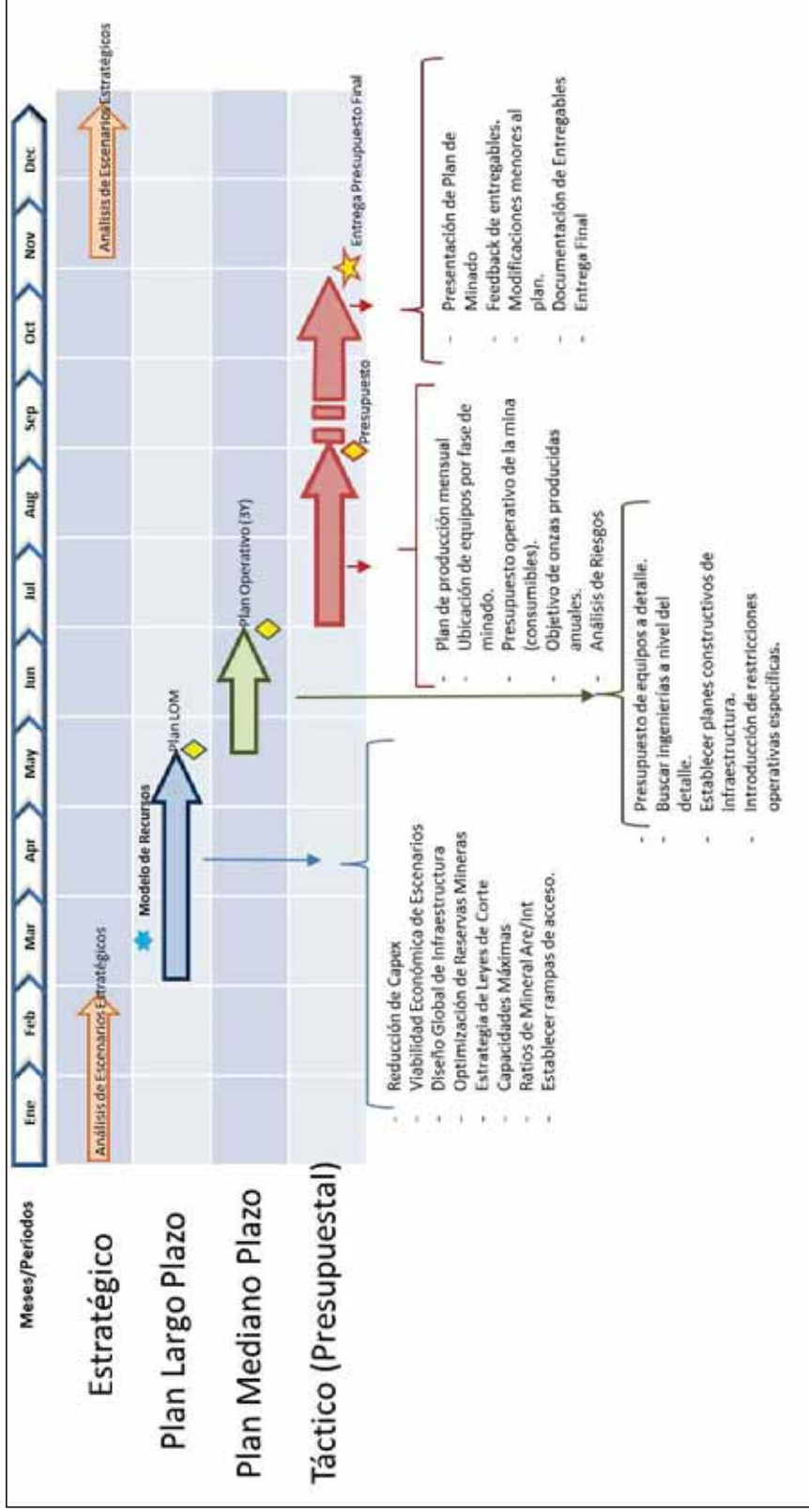


Figura 9 Detalle de Ciclo de Minado para U.M. La Arena.

Con ayuda de la Metodología SIPOC, realizamos un diagrama de Flujo para indicar la interacción, el rol que desempeña cada área de la estructura de la compañía para la realización del LOM.

SUPPLIER	INPUT	PROCESS	OUTCOME	CUSTOMER
S	I	P	O	C
Geología Modelamiento	Modelo de Recursos	Recolección de Información	Pit Final Recursos Minerales	NI-43 Technical Report
Consultor-Geotécnia	Ángulos de Talud Mina Diseño de Botaderos	Definición de Objetivos	Pit Final Requerimiento de Botaderos	Geotécnia Consultor Geotécnia
Mina	Parámetros de Operación Anchos de vías y minado Costos de Operación	Optimización de Pit	Plan de Producción Ley de Corte Flota de Equipos	Mina
Construcción	Costos de Construcción Históricos Periodos de Construcción		Plan de Producción Ley de Corte Flota de Equipos	Construcción
Mantenimiento	Disponibilidades Equipos	Diseño de Fases y Botadero	Horas de Utilización	Mantenimiento/Mina
Planta ADR	Capacidades Máximas Costos de Producción		Plan de Produccion de Mineral	Planta ADR
Invest. Metalúrgicas	Recuperación Au/Ag	Análisis de Casos	Ratios de Aren/Intr	Inv. Metalúrgicas
Permisos	Límites de Propiedad Límites Ambientales Componentes Proyecto		Calendario de permisos necesarios Plan de compras de tierras	Legal/Permisos
Oficinas Reno/Alta Gerencia	Precios de Commodities Onzas Producidas	Plan de Producción	Reservas Minerales Plan de Onzas Producidas Valor Económico Análisis de Riesgo	Alta Gerencia / VP's

Figura 10 Diagrama de Flujo, SIPOC LOM U.M. La Arena

Como área de Planeamiento Mina, procesamos toda la información que se pueda recolectar, y como producto final se obtiene un plan de minado por periodo, detallándose la forma de cumplir los objetivos trazados, restricciones, riesgos y demás asunciones que se pueda tener para la unidad minera.

3.1.2 Planeamiento Corto Plazo

Es aquella actividad de planificación cuyo horizonte es un año o menos, por lo que su detalle y concepción está fuertemente condicionado por la realidad contingente de la faena o proyecto, y corresponde a un detalle de todas las actividades que se desarrollan en el año, mes y semana.

El Procedimiento que se sigue para la realización de un Plan a corto Plazo es el siguiente:

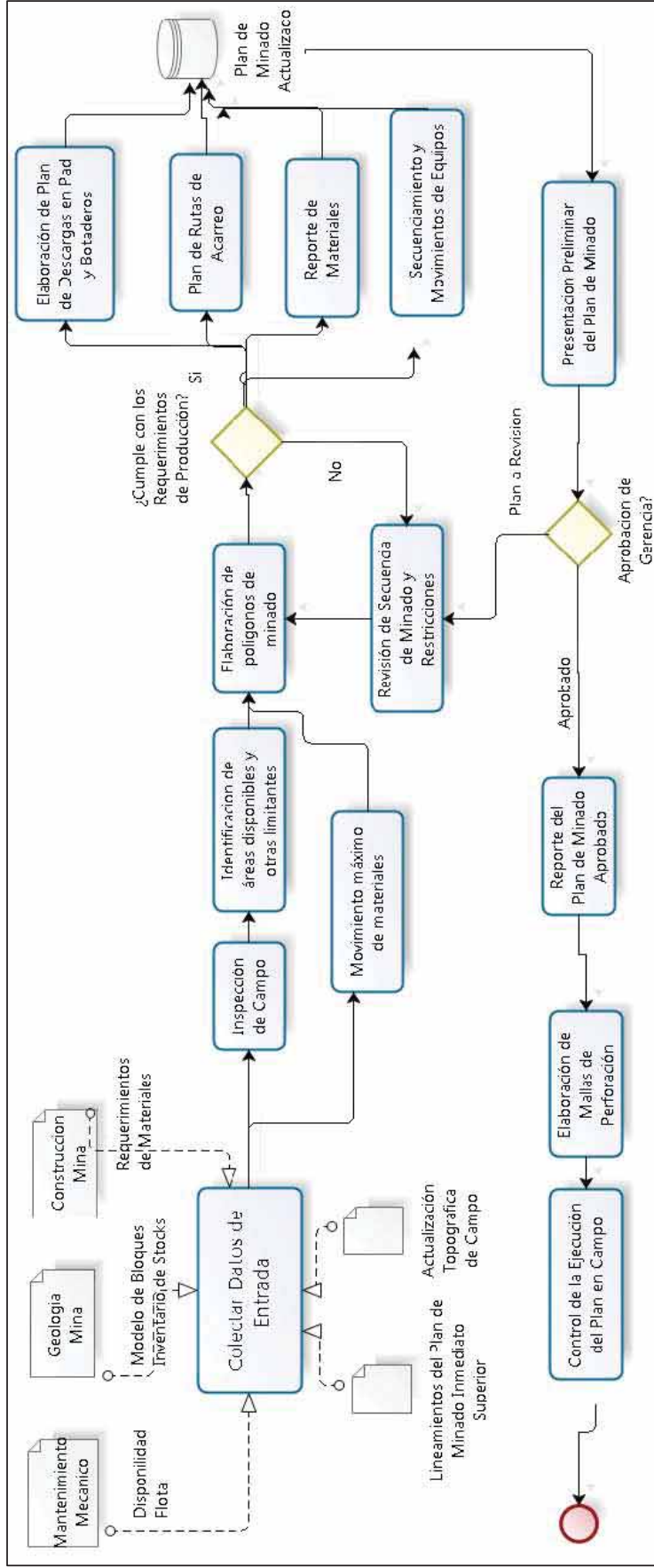


Figura 11 Diagrama de Flujo, Planeamiento Corto Plazo, realizado en Bizagi.

3.2 OPTIMIZACION TAJO

El análisis económico de los recursos minerales fue realizado por el departamento de planeamiento de La Arena S.A. siguiendo estándares internacionales en declaración de reservas. Este análisis incluyó las tareas de optimización de tajo, diseño de fases y diseño de tajo final.

Los parámetros utilizados en la optimización de tajo, en la cual dio lugar al diseño del tajo final, se muestran en la tabla.

Descripción	Costo	Unidad
Precio Au	1,200	\$/oz
Precio Cu	2.8	\$/lb
Recuperación Au	83.0	%
Recuperación Cu	90.0	%
Costo de Minado	1.36	\$/t minado
Costo de Servicios	0.21	\$/t minado
Operación y Construcción Botaderos	0.13	\$/t minado
Desaguado del Tajo	0.05	\$/t minado
Contratistas	0.15	\$/t minado
Costo de Minado Referencial	1.90	\$/t minado
Costo Adicional de Minado - Mineral	0.07	\$/t procesada
Costo de Tratamiento	0.93	\$/t procesada
Gastos Generales y Administrativos	0.69	\$/t procesada
Soporte Lima	0.42	\$/t procesada
Operación y Construcción Pad	0.48	\$/t procesada
Costo de Proceso Referencial	2.59	\$/t procesada

Tabla 2 Parámetros para la optimización de Tajo

Como resultado del proceso de evaluación se determina que las dimensiones de los tajos presentadas en este estudio son económicamente factibles de extraer.

3.3 RECURSOS Y RESERVAS

Recursos en óxidos desde Enero 2019

Classification	Tonnes	Au g/t	Au Ounces
Measured	209,151	0.374	2,516
Indicated	38,327,214	0.367	452,279
Meas+Ind	38,536,365	0.367	454,794
Inferred	68,155	0.245	537
<i>Total MI&I</i>	<i>38,604,520</i>	<i>0.367</i>	<i>455,331</i>

Tabla 3 Reporte de Recursos U.M La Arena

Reporte basado en 0.1 gr/t. de ley cutoff y precio de oro 1,400 \$/oz.

Reservas en óxidos desde Enero 2019

Classification	Ore Type	Tonnes	Au g/t	Au Ounces
Proven	sediments		-	
	intrusive	209,151	0.374	2,516
Probable	sediments	28,387,559	0.386	352,328
	intrusive	4,970,541	0.277	44,327
<i>Total P&P</i>		<i>33,567,251</i>	<i>0.370</i>	<i>399,170</i>

Tabla 4 Reporte Reservas U.M. La Arena

Reporte basado en 0.1 gr/t. de ley cutoff y precio de oro 1,200 \$/oz.

3.2 TAJO ABIERTO

Una mina a tajo abierto es una excavación superficial, cuyo objetivo es la extracción de mineral económico. Para alcanzar este tipo de mineral, usualmente es necesario excavar además, grandes cantidades de roca estéril. La selección de los parámetros de diseño, las condiciones de este mineral y la extracción de estéril, son decisiones bastante complejas desde el punto de vista de la ingeniería, ya que implica una considerable importancia en el ámbito económico.

El proceso de diseño consiste en dos fases:

- Crear un esquema o una serie de esquemas alternativos, y
- Evaluar y seleccionar el mejor de estos esquemas

Las etapas de la primera fase, son las siguientes: exploración, etapa conceptual y etapa de diseño. La etapa de exploración, la cual es la primera parte del proceso, consiste en la construcción de un modelo de yacimiento, incluyendo información topográfica, geológica y geotécnica.

La explotación de un yacimiento por el método de tajo abierto, requiere de datos iniciales, provenientes de campañas de exploración (Sondajes), los cuales serán procesados de modo de obtener un modelo de bloques (Kriging, Ivor, etc.). Este modelo de bloques consiste en una matriz tridimensional de bloques de dimensiones definidas por su largo, ancho (ambos iguales por lo general) y alto, este último valor corresponderá a la altura de los bancos del futuro tajo. Dicha altura será definida principalmente en función de las características del yacimiento y la elección de los equipos de explotación. La altura del banco a su vez define en la estimación de reservas la altura que tendrán los compósitos en la campaña de sondajes.

Cada uno de los bloques podrá guardar información relevante de datos como:

- Tipo de Roca (geomecánica, estructuras y litología).
- Leyes (tanto del mineral principal como de sus sub - productos).
- Datos económicos (costos de extracción, de proceso, de venta y/o beneficio económico asociado).
- Recuperaciones metalúrgicas.

Debemos notar que muchos de los datos utilizados para el diseño del tajo, son estimaciones basadas en estudios y recopilación estadística de otras explotaciones, además de los datos sujetos a corrección por la aparición de nuevas tecnologías (influyentes en los costos), nuevas reservas (futuras expansiones) y condiciones del mercado (Precio del metal, leyes nacionales, regulaciones ambientales, políticas nacionales e internacionales, etc.), por lo que difícilmente podemos decir que nuestro tajo se comportará tal cual lo hemos planteado en la etapa inicial del diseño.

El diseño final de un tajo con seguridad será modificado al ir incorporando información fresca en las bases de datos.

Disponiendo de los límites económicos del tajo final y las fases de explotación, es decir la secuencia de extracción de materiales, por lo que debemos entrar en una etapa de planificación de la explotación.

Esta planificación comprende tres etapas paralelas y que cada una abarca las actividades de explotación para períodos de tiempo distintos, hablamos entonces de Planificación de Corto, Mediano y Largo Plazo. En estas etapas se planifican las actividades a realizar en función de la explotación misma del tajo, políticas de la Compañía (necesidades, recursos, intereses, etc.), influencia de agentes internos (problemas climáticos, recursos humanos, etc.) y externos a la empresa (mercado, regulaciones, normativas, etc.).

Cada uno de los procesos o actividades ligadas a la explotación a tajo abierto, significa un costo dentro del desarrollo de la explotación. Estos costos serán los que definirán si un bloque con ley mayor que cero será considerado como Mineral, Mineral de baja ley o simplemente Estéril, ya que obtener el fino asociado a ese bloque significará un costo y por ende un beneficio económico para el proyecto.

El modelo de explotación a cielo abierto obedece a un modelo de explotación utilizado para distribuciones minerales ubicadas cerca de la superficie y generalmente emplazadas en grandes extensiones de terreno. Su desarrollo consiste en la formación de un anfiteatro que va alcanzando su mineral a través de rampas y bancos que permitan el buen funcionamiento de las operaciones mineras.

En la U.M. La Arena, las ventajas de minar a Tajo Abierto son: Gran iluminación, mayor rendimiento, mayor comodidad para los trabajos, mayor seguridad, fácil control de personal,

flexibilidad del material a explotar, ventilación eficiente, mejores condiciones para el transporte de vehículos y acarreo de camiones mineros.

Por otro lado, las desventajas del minado a Tajo abierto son: el monto de inversión inicial es considerable, las condiciones atmosféricas están latentes mayor movimiento de volumen de material estéril.



Figura 12 Foto Tajo Calaorco U.M. La Arena

3.3 DISEÑO DEL METODO DE EXPLOTACIÓN DE LA U.M. LA ARENA

La elección de un método de explotación de un yacimiento mineral se basa principalmente en una decisión económica (Costos, beneficio, inversiones, flujos de caja, etc.). Esta decisión está relacionada con múltiples factores propios del yacimiento tales como: Ubicación, forma, tamaño, topografía superficial, profundidad del cuerpo mineral, tipo de mineral, complejidad y calidad de mineralización, características del macizo rocoso, calidad de la información de la reserva e inversiones asociadas

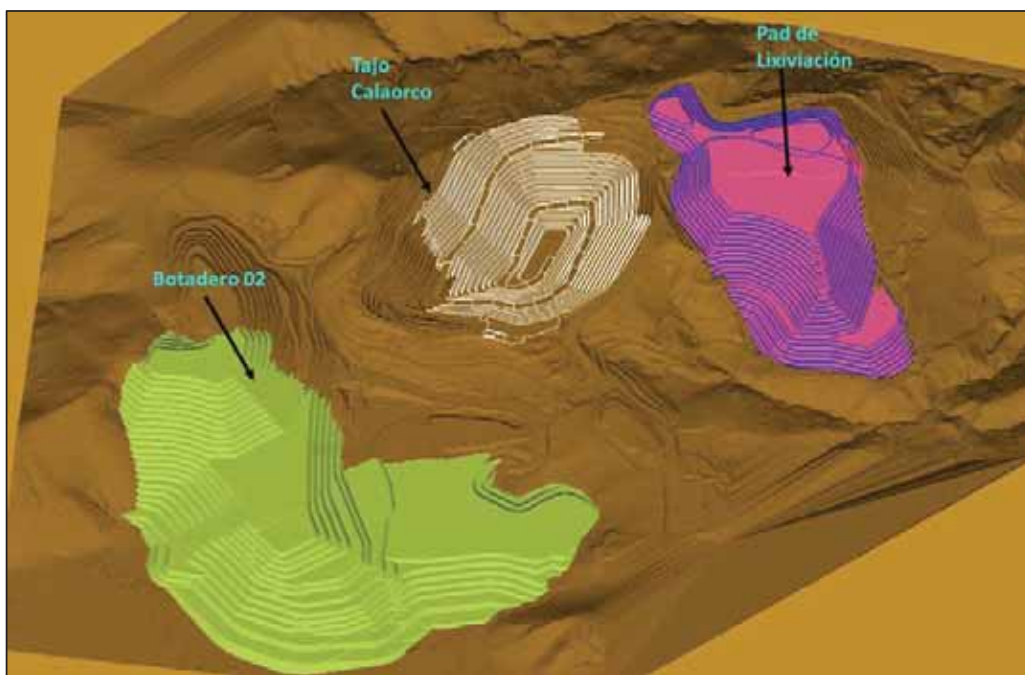


Figura 13 Vista 3D U.M. La Arena-Diseñado en Maptek Vulcan (Tajo, Botadero y Pad)

Una vez definido el método más apropiado podremos pensar si el proyecto minero prosigue su curso hacia la explotación por el método de Tajo Abierto (Open Pit).

La explotación de un yacimiento por el método de Tajo Abierto, requiere de datos iniciales, provenientes de campañas de exploración (Sondajes), los cuales serán procesados de modo de obtener un modelo de bloques. Este modelo de bloques es una discretización de un volumen, por medio de un conjunto de figura geométrica, por lo general compuesta de un sola estructura base que es un paralelepípedo y que se repite, hasta ocupar todo el espacio que se quiere estudiar, además de dimensiones definidas por su largo, ancho (ambos iguales por lo general) y alto, este último valor corresponderá a la altura de los bancos del futuro tajo. Dicha altura será definida principalmente en función de las características del yacimiento y la elección de los equipos de explotación. La altura del banco a su vez define en la estimación de reservas la altura que tendrán los compósitos en la campaña de sondajes.

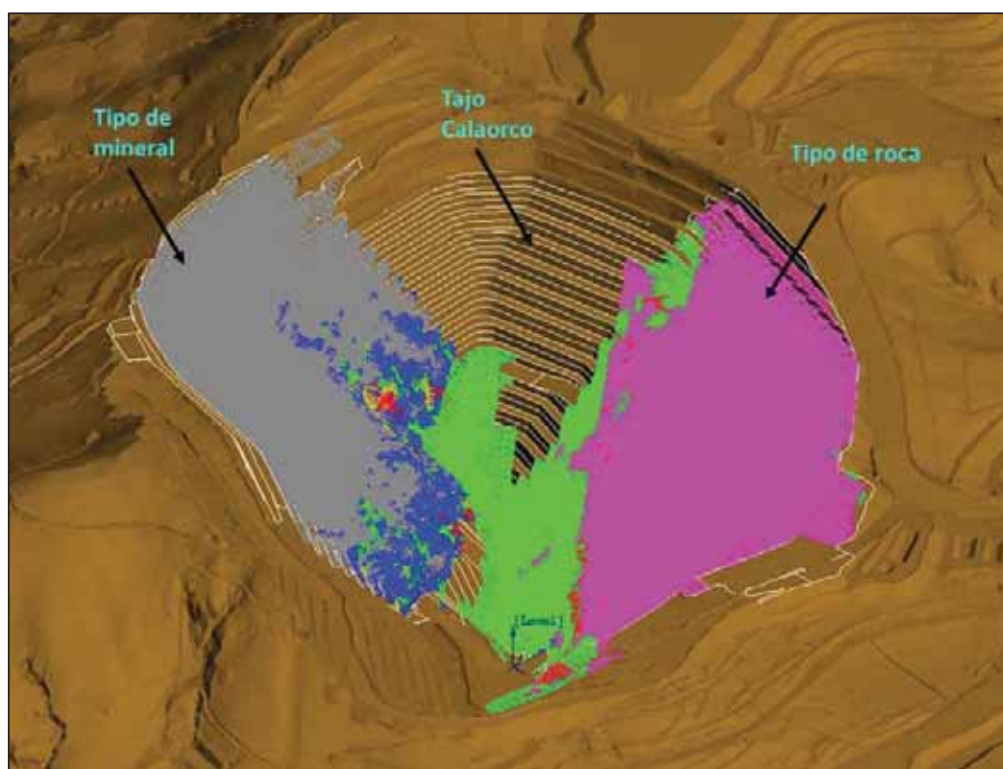


Figura 14 Modelo de Bloques U.M. La Arena.

Cada uno de los bloques podrá guardar información relevante de datos como (Vazques, Galdanes, & Le-Feaux, 2009):

- Tipo de Roca (geomecánica, estructuras y litología).
- Leyes (tanto del mineral principal como de sus sub - productos).
- Datos económicos (costos de extracción, de proceso, de venta y/o beneficio económico asociado).
- Recuperaciones metalúrgicas.

Con el modelo de bloques listo, se inicia el diseño de tajo, la cual nos entregará como resultado los límites económicos de nuestra explotación denominado Pit final, los límites permiten definir la cantidad de mineral y desmonte que se puede extraer en todo el periodo de vida de la mina. Después, el pit final es dividido en pits más pequeños, son las etapas o fases de minado a las que posteriormente se les dará una secuencia de minado.

Bastante de la información que se requiere para diseñar el tajo, estan basadas en estudios y recopilación estadística de otras unidades mineras que se encuentran en operación, además de los datos sujetos a corrección por la aparición de nuevas tecnologías (influyentes en los costos), nuevas reservas (futuras expansiones) y condiciones del mercado (Precio del metal, leyes nacionales, regulaciones ambientales, políticas nacionales e internacionales, etc.), por lo que difícilmente podemos decir que nuestro tajo se comportará tal cual lo hemos planteado en la etapa inicial del diseño. En otras palabras debemos decir que el diseño final de un tajo con seguridad será modificado al ir incorporando información fresca en las bases de datos.

Teniendo los límites económicos del tajo final y las fases de minado , se define el cómo vamos a extraer las reservas, por lo que debemos entrar en una etapa de planificación de la explotación. Como todo proyecto, la explotación de un yacimiento deberá ser evaluada técnica y

económicamente, dentro de un período o vida del yacimiento. Esta vida del yacimiento dependerá principalmente de las cantidades de reservas minables, ritmo de explotación requerido y de las necesidades, políticas, recursos o intereses de la empresa.

Para la correcta evaluación del proyecto, debemos contar con los datos necesarios para el desarrollo de los estudios, los cuales provendrán de fuentes de información técnica fidedignas, tales como la operación de otros yacimientos de similares características, tecnología, procesos productivos involucrados y la experiencia de los encargados de evaluar dicho proyecto.

Dentro de los procesos productivos se encuentran por ejemplo:

- Perforación y voladura.
- Carguio y acarreo.
- Sistemas de manejo de materiales (Lixiviación).
- Servicios de apoyo.

Existen actividades paralelas que participan de la producción directamente y que no son menos importantes como por ejemplo:

- Geología.
- Mantenimiento de equipos.
- Suministros de energía e insumos.
- Recursos humanos y administración.
- Seguridad, higiene y prevención de riesgos.
- Medio ambiente
- Contabilidad y finanzas.

Todos estos procesos, representan un costo dentro del desarrollo de la explotación. Estos costos definirán si un bloque con ley mayor que cero será considerado como Mineral, Mineral de baja

ley o material Estéril, ya que obtener el fino asociado a ese bloque significará un costo y por ende un beneficio económico para el proyecto.

Para ello, en base a todos estos factores se definirá la LEY DE CORTE (es la ley minima explotable que debe tener un bloque mineralizado para ser considerado como reserva de mineral. La ley de corte es la ley de utilizacion más baja que proporciona a la operación minera una utilidad mínima.

3.4 METODOS PARA DEFINIR LIMITES UN TAJO

3.4.1 Método del Cono Móvil Flotante

La técnica consiste en una rutina que pregunta por la conveniencia de extraer un bloque y su respectiva sobrecarga. Para esto el algoritmo tradicional se posiciona sobre cada bloque de valor económico positivo del modelo de bloques y genera un cono invertido, donde la superficie lateral del cono representa el ángulo de talud. Si el beneficio neto del cono es mayor o igual que un beneficio deseado dicho cono se extrae, de lo contrario se deja en su lugar.

En el siguiente esquema se presenta un perfil de un modelo de bloques sometido al algoritmo del cono móvil optimizante, donde cada bloque está definido por un valor económico, es decir lo que significa económicamente su extracción. Es así que los bloques con valor negativo representan a los bloques de estéril con su costo de extracción asociado (-10) y los bloques de mineral son representados por el beneficio global que reporta su extracción (Beneficio Global = Ingresos - Costos = 810 - 10 = 800).



Figura 15 Cono Móvil Flotante

En el ejemplo anterior podemos observar que al extraer el bloque de valor positivo (+800) y sus 15 bloques de estéril asociado (-10 cada uno), genera un beneficio final de **+650**, correspondiente al beneficio de extraer dicho bloque con su sobre carga asociada.

3.4.2 .Método de Lerchs-Grossman

Al igual que el método manual, el método de Lerchs-Grossman diseña el tajo en secciones verticales. Los resultados pueden continuar siendo transferidos a un plano de plantas del tajo y ser suavizados y revisados en forma manual. Aun cuando el pit es óptimo en cada una de las secciones, es probable que el pit final resultante del proceso de suavizamiento no lo sea.

El ejemplo (Figura 10) representa una sección vertical por medio de un modelo de bloques del depósito. Cada cubo representa el valor neto de un bloque, si éste fuera explotado y procesado de forma independiente. En la figura los bloques de valor neto positivo se han pintado. Además se ha establecido el tamaño del bloque de forma tal que el método en el perfil del pit se mueva hacia arriba o hacia abajo solamente cada un bloque (máximo), a medida que se mueva hacia los costados.

								0	1	
\$ 2	\$ 2	\$ 4	\$ 2	\$ 2	\$ 1	\$ 2	\$ 3	\$ 4	\$ 4	\$ 3
\$ 5	\$ 4	\$ 6	\$ 3	\$ 2	\$ 2	\$ 3	\$ 2	\$ 4	\$ 5	\$ 5
\$ 6	\$ 5	\$ 7	\$ 6	\$ 13	\$ 2	\$ 5	\$ 4	\$ 7	\$ 4	\$ 6
\$ 6	\$ 6	\$ 8	\$ 8	\$ 17	\$ 8	\$ 5	\$ 6	\$ 8	\$ 9	\$ 7
\$ 7	\$ 7	\$ 8	\$ 8	\$ 6	\$ 21	\$ 5	\$ 8	\$ 8	\$ 9	\$ 7
\$ 7	\$ 9	\$ 9	\$ 8	\$ 5	\$ 22	\$ 8	\$ 8	\$ 8	\$ 9	\$ 8
\$ 8	\$ 9	\$ 9	\$ 9	\$ 8	\$ 10	\$ 9	\$ 9	\$ 9	\$ 9	\$ 9

Figura 16 Figura Inicial

Paso N°1:

Sume los valores de cada columna de bloques e ingrese estos números en los bloques correspondientes en la figura N°17. Este es el valor superior de cada bloque en dicha figura y representa el valor acumulativo del material desde cada uno de los bloques hasta superficie.

Paso N°2:

Comience con el bloque superior de la columna izquierda y repase cada columna. Coloque una flecha en el bloque, apuntando hacia el valor más alto en:

- El bloque a la izquierda y arriba.
- El bloque a la izquierda.
- El bloque a la izquierda y debajo.

Calcule el valor inferior del bloque, sumando el valor superior con el valor inferior del bloque hacia el cual apunta la flecha. El valor inferior del bloque representa el valor neto del material del bloque. Los bloques de la columna y los bloques en el perfil del pit a la izquierda del bloque. Los bloques marcados con una X no se pueden explotar, a menos que se sumen más columnas al modelo.

Paso N°3:

Busque el valor máximo total de la fila superior. Este es el retorno neto total del pit óptimo. Para el ejemplo, el pit óptimo tendría un valor de US\$ 13. Vuelva a trazar las flechas, a fin de obtener la geometría del rajo. La figura N°18 nos muestra la geometría del pit en la sección. Cabe señalar que aunque el bloque de la fila 6, en la columna 6, tiene el valor neto más alto del depósito, éste no se encuentra en el tajo, ya que explotarlo reduciría el valor total del tajo (beneficio).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	↖ -2 ↘ -2	↖ -2 ↘ -2	↖ -4 ↘ -4	↖ -2 ↘ -2	↖ -2 ↘ -2	↖ -1 ↘ -1	↖ -2 ↘ -2	↖ -3 ↘ 2	↖ -4 ↘ -1	↖ -4 ↘ 13	↖ -3 ↘ 10
2	ⓧ -7	↖ -6 ↘ -8	↖ -10 ↘ -12	↖ -5 ↘ -9	↖ -4 ↘ -6	↖ -3 ↘ -3	↖ -5 ↘ 5	↖ -2 ↘ 3	↖ -8 ↘ 17	↖ -9 ↘ 8	ⓧ -8
3	ⓧ -13	ⓧ -11	↖ -17 ↘ -25	↖ 1 ↘ -11	↖ 9 ↘ 0	↖ -5 ↘ 10	↖ -10 ↘ 8	↖ -9 ↘ 25	↖ -15 ↘ 16	ⓧ -13	ⓧ -6
4	ⓧ -19	ⓧ -17	ⓧ -25	↖ -7 ↘ -32	↖ 26 ↘ 15	↖ 3 ↘ 18	↖ -5 ↘ 34	↖ -15 ↘ 31	ⓧ -23	ⓧ -22	ⓧ -7
5	ⓧ -26	ⓧ -24	ⓧ -33	ⓧ -15	↖ 32 ↘ 0	↖ 24 ↘ 39	↖ 0 ↘ 46	ⓧ -23	ⓧ -31	ⓧ -31	ⓧ -7
6	ⓧ -33	ⓧ -33	ⓧ -42	ⓧ -23	ⓧ 27	↖ 46 ↘ 46	ⓧ -8	ⓧ -31	ⓧ -39	ⓧ -40	ⓧ -8
7	ⓧ -41	ⓧ -42	ⓧ -51	ⓧ -32	ⓧ 19	ⓧ 56	ⓧ -17	ⓧ -40	ⓧ -48	ⓧ -49	ⓧ -9

Figura 17 Sección después del procedimiento de Búsqueda

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	-2 ↙ -2	-2 ↙ -2	-4 ↙ -4	-2 ↙ -2	-2 ↙ -2	-1 ↙ -1	-2 ↙ -2	-3 ↙ 2	-4 ↙ -1	-4 ↙ 13	-3 ← 10
2	-7 X	-6 ↙ -8	-10 ↙ -12	-5 ↙ -9	-4 ↙ -6	-3 ↙ -3	-5 ↙ 5	-2 ↙ 3	-8 ↙ 17	-9 ← 8	-8 X
3	-13 X	-11 X	-17 ↙ -25	1 ↙ -11	9 ↙ 0	-5 ↙ 10	-10 ↙ 8	-9 ↙ 25	-15 ↙ 16	-13 X	-6 X
4	-19 X	-17 X	-25 X	-7 ↙ -32	26 ↙ 15	3 ← 18	-5 ↙ 34	-15 ↙ 31	-23 X	-22 X	-7 X
5	-26 X	-24 X	-33 X	-15 X	32 ↙ 0	24 ↙ 39	0 ↙ 46	-23 X	-31 X	-31 X	-7 X
6	-33 X	-33 X	-42 X	-23 X	27 X	46 ↙ 46	-8 X	-31 X	-39 X	-40 X	-8 X
7	-41 X	-42 X	-51 X	-32 X	19 X	56 X	-17 X	-40 X	-48 X	-49 X	-9 X

Figura 18 Geometría del Pit Óptimo

3.5 PARÁMETROS DE DISEÑO

3.5.1 Diseño de Accesos

En La Arena, dentro de las actividades principales se encuentra la construcción de accesos. El diseño de un acceso adecuado es un aspecto importante para el diseño de una mina, ya que al mejorar el diseño de ésta, aumentará considerablemente su grado de productividad y, por lo tanto, los costos generales de operación se verán reducidos. Para el diseño se toma en cuenta:

- a) El levantamiento vertical del material para salir de la mina.
- b) El trayecto que realiza el camión hasta la chancadora, los botaderos de estéril, etc.
- c) La secuencia de extracción tanto para la roca mineralizada como para la estéril.
- d) Determinación de los límites de la mina.
- e) Las reservas o recursos económicamente minables, etc.

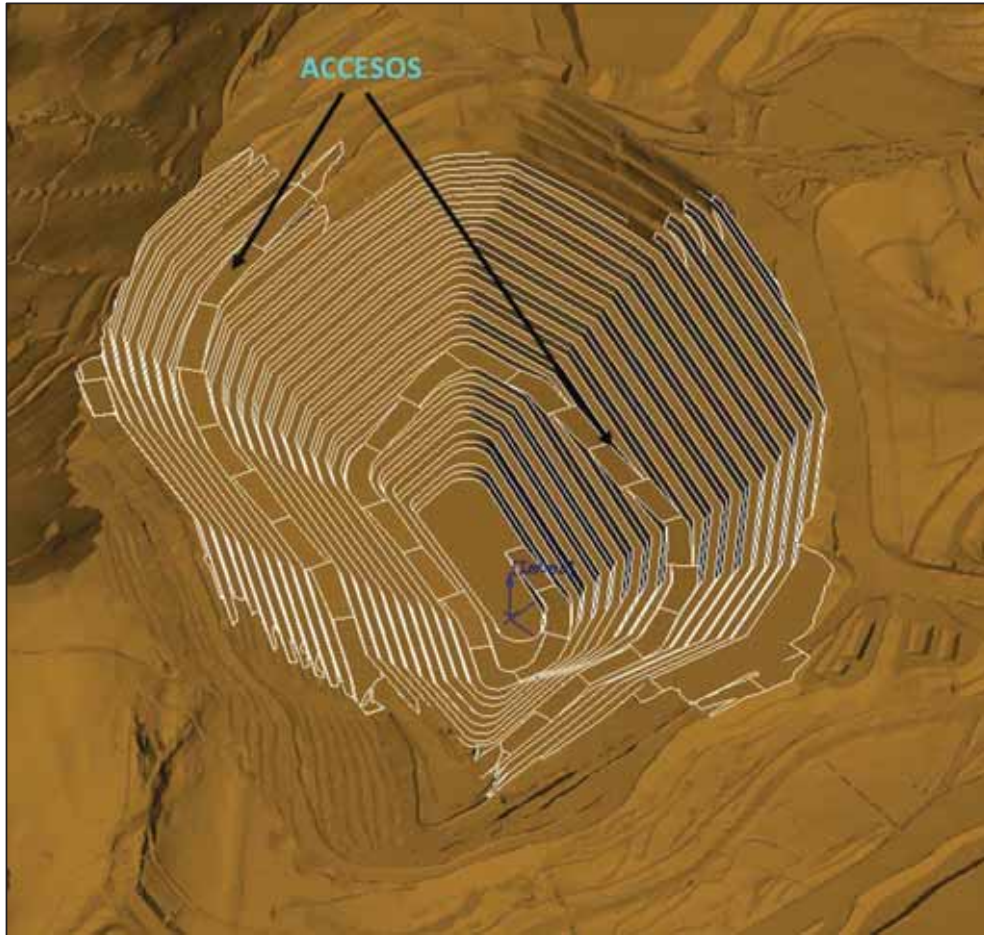


Figura 19 Vista 3D de Fase de Minado Tajo Calaorco U.M. La Arena

Cuando se diseña un acceso, se realiza tomando en cuenta la operatividad, ya que al momento de ejecutarse la interacción de actividades y equipos será mayor, por lo que esta tarea deberá programarse de tal modo de que se genere el menor impacto negativo en la operación, considerando que es una actividad clave dentro de la operación misma. Se presenta una imagen en 3D y una sección transversal de La Arena del diseño de una fase en ejecución. Este diseño cumple con todos los parámetros establecidos; se realizó con el software Vulcan teniendo el modelo económico definido para extraer las reservas de una de las fases de minado.

La selección de los parámetros de diseños básicos, es extremadamente importante.

Los parámetros a ser evaluados son los siguientes:

- Ancho de Rampa.
- Ancho de Berma.
- Altura de Banco.
- Pendiente de Rampa
- Angulo de la Cara de Banco.

3.5.2 Ancho de Rampa

El ancho de los accesos es función de las dimensiones de los camiones, de manera que sea suficiente para la operación de transporte se desarrolle con continuidad y en condiciones de seguridad.

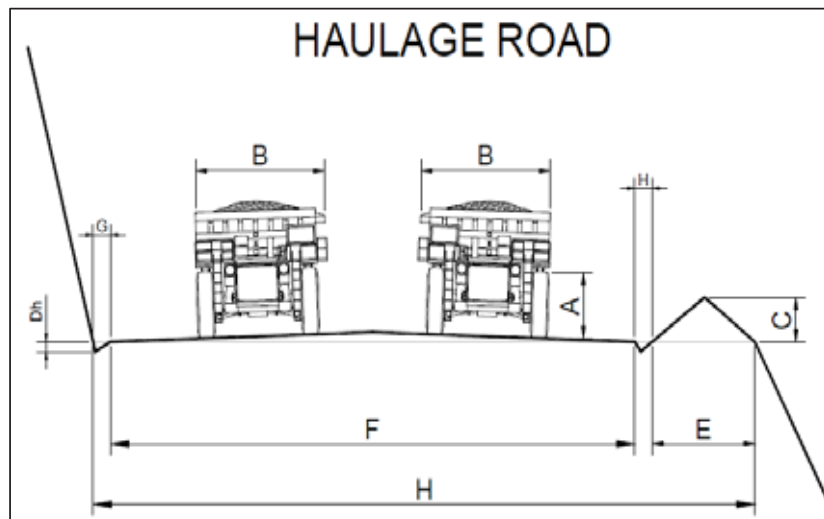


Figura 20 Ancho de Rampa según las dimensiones del Camión 777 CAT

Dimensiones	Operación	CAT 777
Carga Nominal (t)		91.0
Modelo de Neumáticos		27.00 R49
Altura de Neumático (m)	A	2.69
Ancho del Camión (m)	B	6.10
Distancia entre camiones (m)	B / 3	2.0
Altura de Berma (m)	$C = 3/4 * A$	2.02
Angulo de Berma		37
Ancho de Berma (m)	$E = C / \tan(D) * 2$	5.4
Superficie de Rodadura (m)	$F = B * 3.0$	18.3
Cunetas (m)	G	0.6
Ancho de Rampa - Teor. (m)	$H = F + E + 2 * G$	24.9
Ancho de Rampa - Diseño (m)	$I = \text{round}(H)$	25.0

Tabla 5 Ancho de Rampa según dimensiones del Camión 777 CAT

Para el diseño de ancho de rampa se tiene las especificaciones del camión. En este caso el Camión CAT 777F tiene un ancho de 6.10m, entonces todas las rampas de acceso en promedio de La Arena será de 25m.

3.5.3 Pendiente de Rampa

En La Arena el estándar para las pendientes de acceso para el minado son de 0 – 10%. Se tiene pendientes máximos de 12% en caso de emergencias de caída de material o accesos secundarios. Respetar la pendiente es muy importantes para disminuir costos.

3.5.4 Geometría de la excavación

Debido a que la excavación realizada se lleva a cabo en un medio rocoso, se está produciendo un desequilibrio en el sistema, por lo cual es deseable una excavación circular o elíptica debido a que los esfuerzos de tracción y compresión que aparecen tienden a ser nulos o a contrarrestarse uno con otros.

3.5.5 Diseño de Banco

Altura de Banco

La altura de banco es la distancia vertical entre cada uno de los niveles horizontales del tajo. A menos que las condiciones geológicas especifiquen lo contrario, todos los bancos deben tener la misma altura. Ésta dependerá de las características físicas del depósito; el grado de selectividad requerida en la separación de minera y lastre con el equipo de carguío; el índice de producción; el tamaño y el tipo de equipamiento para lograr los requerimientos de producción; y las condiciones climáticas. La altura de los bancos es igual a la altura del modelo de bloque o en su efecto a un múltiplo de este.

En La Arena la altura del bloque es de 8m, tamaño del equipamiento de perforación y de carga a emplear, pero se conforman en bancos de 16 m.

Como regla general, se espera un aumento en la altura de bancos. Las razones para esto son las siguientes:

- Eficiencia en la perforación.
- La eficiencia en la pala.

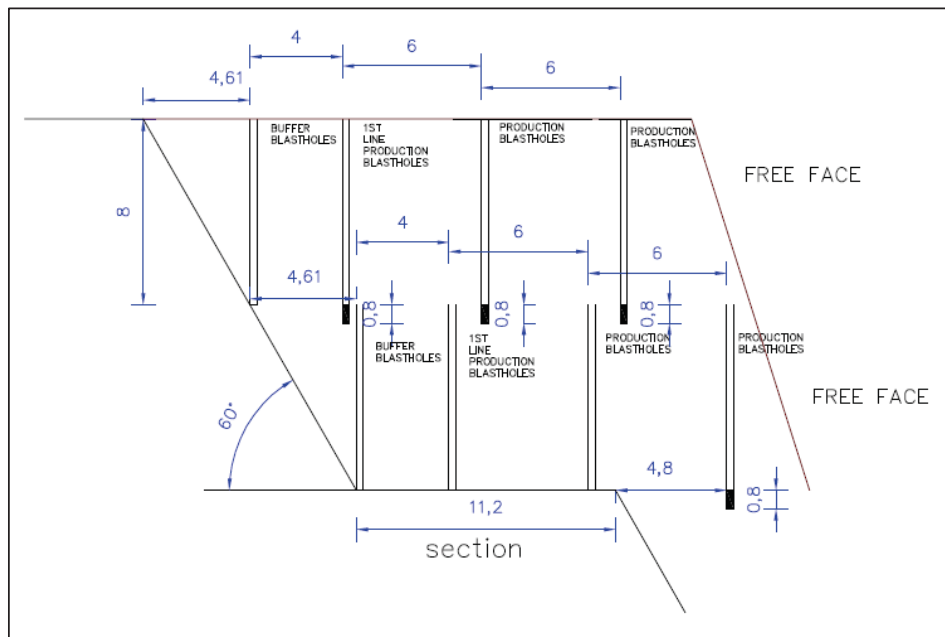


Figura 21 Sección con una altura de 16m. diseñado en Vulcan.

Ancho de banco

Toda mina a cielo abierto requiere vías de acceso y de salida para camiones, tránsito de palas a distintos frentes de extracción en general para el desplazamiento de vehículos menores.

El ancho de Banco queda definido por los siguientes factores: Comportamiento del parámetro quebradura, técnicas de tronadura amortiguada empleadas y normas de seguridad impuestas en la mina (vías de doble tránsito y ancho de berma y derrame).

3.5.6 Ángulo en Tajo Abierto

Sin duda uno de los parámetros geométricos más significativos en la explotación de La Arena es los ángulos de talud, ya que en la explotación misma una de las restricciones operacionales más relevantes es garantizar la estabilidad de cada uno de los sectores comprometidos, para lo cual se requiere mantener una geometría de diseño óptima, es decir que permita un máximo beneficio económico en función de un mínimo factor de riesgo de que ocurra algún siniestro geomecánico.

- **Angulo de Trabajo o cara del banco:** Angulo que tienen los bancos en producción, determinado por las labores de tronadura y el ritmo de explotación diario, con el objeto de mantener la seguridad y rentabilidad del método.
- **Angulo Final:** Se pretende alcanzar una vez finalizada la explotación.
- **Angulo Interrumpa:** Es el ángulo que forma la línea que pasa por todas las “pata” de los bancos y la horizontal

En general, el tajo de óxido Calaorco se divide en dos grandes sectores; el Sector 1 de litología sedimentaria (pared oeste) y el Sector 2 de litología Intrusiva (pared este). Las recomendaciones de diseño se encuentran descrito en la siguiente tabla:

Sector	Zona	Angulo de la Cara del Talud (°)	Ancho de Berma (m)	Altura de Banco (m)	Angulo Interrampa (°)	Angulo del Talud Global (°)
Sector 1	Sedimentaria	70	11.0	16.0	43.5	38.0
Sector 2	Intrusivo	60	12.0	16.0	37.0	35.0

Tabla 6 Ángulos de diseño por sectores Tajo Calaorco

3.6 SECUENCIA DE EXPLOTACIÓN.

El diseño de la secuencia de extracción tiene una influencia determinante en el beneficio económico de la explotación. La determinación de ésta, involucra parámetros tales como la razón de stripping o despeje asociado con la recuperación mineral, la ley y la ubicación física con respecto a su disponibilidad en el tiempo, además de los costos asociados a la explotación y su influencia en la estrategia de optimización de la inversión.

El diseño de fases puede desarrollarse a través de una aproximación manual o bien en forma analítica, mediante técnicas computacionales. Los métodos manuales constituyen sólo una estimación y por lo tanto, no será tan exacto como la técnica computacional.

La definición, de la secuencia óptima de explotación de una mina es por lo general un problema complejo en el que intervienen factores de índole técnica y económica. Una vez definidos los límites de la explotación, es preciso pasar a establecer el orden o la secuencia de extracción, tanto del estéril como del mineral debido al gran número de alternativas que pueden elaborarse, se hace necesario el uso de software especializado.

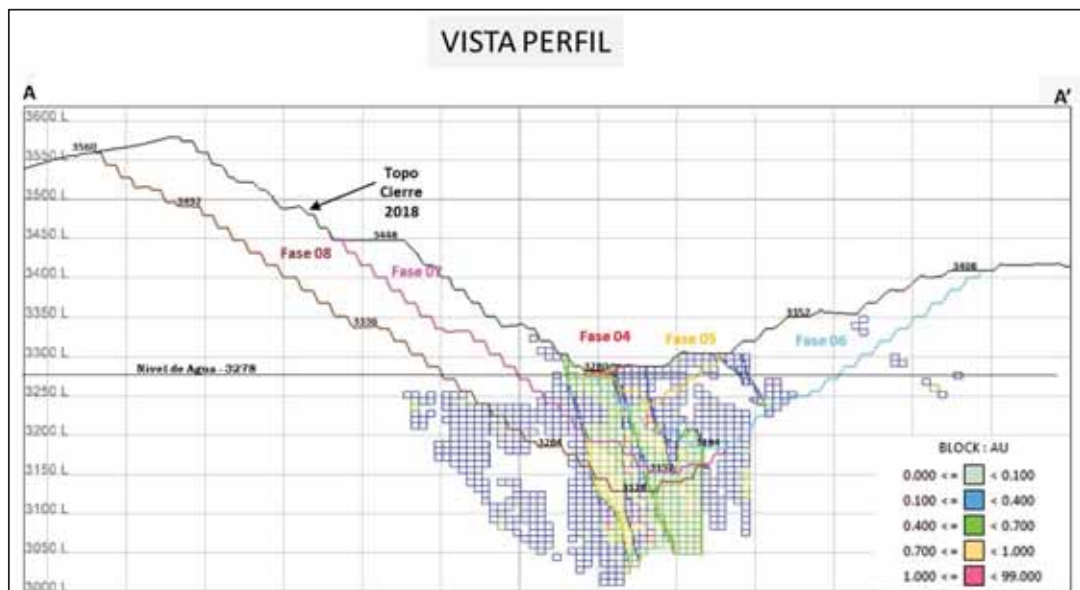


Figura 22 Fases de Minado de Tajo Calaorco con Modelo de bloques

Las ventajas de la secuencia en fases son las siguientes:

- No existe ninguna restricción respecto del límite final del pit, se conserva la flexibilidad del diseño. Si las condiciones económicas cambian, el diseño deberá ajustarse.
- Los requerimientos en equipamiento y laborales disminuyen de forma gradual hacia el término de vida de la mina, permitiendo así retiros ya programados.
- Es posible operar en diferentes áreas para la extracción de estéril y de mineral, permitiendo una flexibilidad en la planificación.

- El número requerido de áreas para la extracción de estéril y de mineral, no es excesivamente grande.
- Para los grandes yacimientos, las fases de extracción de estéril y de mineral, resultan ser lo suficientemente amplias como para proporcionar operaciones de extracción eficientes.

3.7 OPERACIÓN DE LA U.M. LA ARENA.

En La Arena la operación secuencial que se inició con la limpieza de la superficie y retiro de Top Soil que se almacena en stock para la futura rehabilitación de las tierras intervenidas, conocida como cierre de mina. Luego, se llevan a cabo la perforación, voladura y remoción del material hasta exponer los óxidos de Oro.

El mineral se transporta en camiones desde el tajo hasta los Pads de lixiviación. Los equipos y maquinarias empleados en la mina están entre los de mayor tamaño y capacidad en el mundo, con tecnología avanzada. La mina cuenta también, con talleres de mantenimiento para camiones y equipos auxiliares.

3.7.1 Operaciones Unitarias

Las actividades de producción son separadas en operaciones unitarias independientes que realizadas en cierta secuencia permiten la explotación y el desarrollo de La Arena. Dentro de estas podemos mencionar los siguientes:

Perforación: es “Construir un espacio circular dentro de la roca que será removida (taladros de perforación), para luego colocar el explosivo que más tarde será detonado”.

La perforación taladros, en los que se colocará el explosivo, supone la ejecución de la siguiente secuencia de actividades:

- Replanteo de los taladros de perforación según el diseño de la malla de perforación, que previamente se diseña en el Software Vulcan.
- Preparación de las plataformas de perforación (topografía y limpieza).
- Perforación de cada taladro.
- Muestro y retiro de detritus.
- Verificación de la calidad y cantidad de taladros perforados.

El número de taladros a perforar, la ubicación y características de cada uno de estos, respecto a los otros, definen una de perforación. Las mallas de perforación tienen un diseño triangular para lograr una buena fragmentación. Por lo tanto cada taladro queda definido por su longitud y su diámetro.

El área de Planeamiento Mina define la secuencia de las zonas de perforación.

Los factores que influyen en el proceso de perforación:

- Tipo de roca: Cuya dureza influye directamente en la perforación.
- Equipo: Conformado por perforadora, barra y broca.
- Operador: Cuya experiencia y maniobrabilidad son los factores que influyen en el desarrollo de la perforación.

Parámetros de perforación de la U.M. La Arena:

- Diámetro de perforación 61/8".
- Profundidad del taladro de 8m y una sobre perforación de 0.8m.
- Mallas de perforación triangulares.
- Ángulo de perforación 90°.

En la unidad minera La Arena S.A., también se realiza taladros de precorte, que consiste en crear en el macizo rocoso una discontinuidad o plano de fractura antes de disparar las voladuras de producción, mediante una fila de taladros, generalmente de pequeño diámetro y con cargas de explosivo desacopladas. Por lo general son utilizados para controlar el exceso de sobrerotura y ayudar a la estabilidad de la pared.

Se perfora con ángulos de 60° a 70° dependiendo del tipo de material, con un diámetro de 4 pulgadas y espaciamiento de 1.20 m.

Voladura: El objetivo del proceso es “Fracturar y remover el material requerido por para el plan de producción, a una granulometría adecuada para su posterior manejo (carguío y transporte)”. Cumple o realiza una secuencia de trabajo que consiste en:

- Preparación de taladros, explosivos y accesorios, comprobando la longitud y limpieza de los taladros.
- Carguío de taladros con explosivos y accesorios respectivo.
- Realizar el sistema de amarre, si el caso lo requiere.
- Disparo (encendido, chispeo o iniciado de voladura.)

En la U.M. La Arena se utiliza JK simblast, es un software minero de simulación de Voladura. Este programa de simulación nos permite determinar el tiempo de disparo al iniciar el chispeo, la granulometría y el número de taladros detonantes al mismo tiempo.

Carguío y Transporte: Dentro de los procesos productivos de mayor costo se encuentra el carguío y transporte de material, debido a que es el proceso con mayor cantidad de equipos involucrados, alto grado de mecanización. El objetivo del proceso es retirar el material volado del frente y transportarlo adecuadamente a su lugar de destino.

3.7.2 Maquinaria y Equipos

La flota seleccionada tendrá relación directa con las características de la mina, tanto físicas, geométricas y operacionales. Los equipos se clasifican según la función que cumplen. Se definen equipos de carguío, equipos de transporte y equipos mixtos.

Se mostrara un listado de los equipos más importantes de La Arena:

- 03 Pala Hidraulica, RH-90, Bucyrus.
- 01 Cargador Frontal, W900, KOMATSU
- 01 Cargador Frontal, W500, KOMATSU
- 25 Camiones, 777G, CAT
- 03 perforadoras, D245S, SANDVIK
- 03 Motonoivleradores, 16M, CAT
- 2 tractor rueda, CAT
- 03 tractor oruga, D8, CAT

CAPITULO 4

PLAN DE MINADO A CORTO PLAZO DE LA ARENA

La Unidad Minera La Arena actualmente mueve 122,000 t. secas por día con un S.R. de 3.1:1 promedio mensual.

La flota de equipo de carguío se compone de 3 palas hidráulicas principales (RH-90) y 1 cargador frontal auxiliar (W900). Las palas hidráulicas cuentan con capacidad de cuchara de 13 m³ y productividad de 1,870 t/h. La productividad de palas se encuentran dentro del promedio para su tipo y presentan menores costos operativos que el cargador frontal, debido principalmente al consumo de neumáticos. La disponibilidad mecánica es de 85% y de utilización del 90%.

Se opera con camiones mineros de 97.5 t de capacidad. En su mayoría corresponden a la marca CAT modelo 777 con un ciclo de acarreo promedio de 25 minutos y productividad de 240 t/h. La disponibilidad mecánica y utilización es en ambos casos 85%.

El área de Operaciones Mina lleva a cabo tareas de Servicios Mina, en las cuales se destacan: mantenimiento de carreteras, pozas de desagüe, preparación y mantenimiento del botadero, mantenimiento de los equipos de apoyo y mantenimiento y preparación del Pad.

El minado en bancos que lleguen al nivel freáticos de agua subterránea, el drenaje de mina se llevara a cabo vía pozos que bombearan a una poza permanente en tajo y de ésta se bombeará a las pozas de tratamiento.

En el Plan de Minado Semanal se busca programar el minado de material teniendo como objetivo las 122,000 t. secas entre mineral y desmonte, este tonelaje puede variar, de acuerdo a la disponibilidad de los equipos de carguío y otras restricciones operativas.

Se indican las prioridades de minado por frentes (mineral y desmonte), los trabajos auxiliares pendientes, requerimientos de material por parte de otras áreas.

Planeamiento Mina es el área encargada de desarrollar alternativas del plan operativo de la mina, en el corto plazo (planes semanales, mensuales). A continuación vamos a ver algunos aspectos importantes para la preparación del plan de minado semanal.

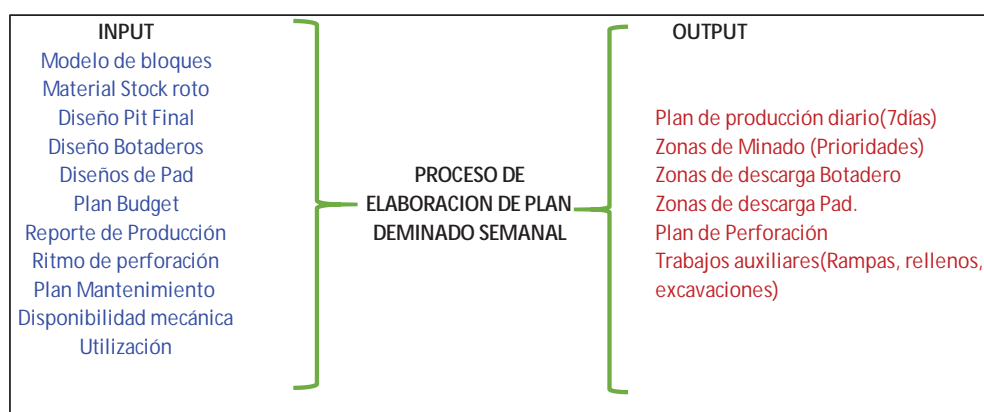


Figura 23 Proceso de Elaboración Plan de Minado Mensual - Semanal

4.1 SUPUESTO DE EVALUACION

La ley de corte se calcula de la manera siguiente:

$$LEY DE CORTE = \frac{(Costo Mina + Costo Planta) * 100}{[(Precio - Costo Re Fino) * RM * 2200]}$$

Supuestos de Evaluación	
Rec. Au (Arenisca)	86.0%
Rec. Au (Intrusivo)	83.0%
Precio y Venta	1,200
Costos de Venta	12.5
Au Payable	99.5%

Tabla 7 Supuestos de Evaluación

4.1.1 Costos Unitario

Descripción	Costo Unitario
cm_ore	1.68
cm_waste	1.65
cp_ore	0.80
cp_adm	0.13
cst_ore	0.27
cst_adm	0.34
g&a_oper	0.84
g&a_no_oper	1.12
capex_pad	1.31
capex_wd_credit	0.27
acarreo_credit	0.14

Tabla 8 Costos Unitarios

Remplazando los datos en la formula. **LEY DE CORTE (Au) = 0.10 gr/t.**

4.2 PREPARACIÓN DEL PLAN DE MINADO SEMANAL

Mencionando los detalles anteriormente, ahora, se describirá el Proceso de Planificación Semanal de La Arena.

El plan de minado semanal se desarrolla en base al Plan Mensual, ésta previamente se alinea al Budget (Plan de Minado Anual), el Budget se realiza de acuerdo al número de equipos de minado, añadiendo la disponibilidad y utilización se calcula el tonelaje por mes, dentro de este tonelaje vamos a determinar la cantidad de mineral y desmonte a minar. El tonelaje de mineral y desmonte se determina en base a la poligonación que se hace por bancos, tomando en cuenta diseño de Fases de Minado y topografía actualizada, en Vulcan se genera un reporte, esta data es procesada en una hoja Excel para su mejor presentación. Además, al momento de realizar un Budget se debe tomar en cuenta variables, como el nivel freático, Disponibilidad de Botaderos y Pad (permisos aprobados), prioridades de minado en las diferentes Fases. Todo este proceso debe alinearse al cumplimiento de onzas anual.

BUDGET													
	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19	2019
PRODUCCION TAJO CALAORCO													
Mineral Directo al Pad (t secas)	814,529	625,766	692,417	678,539	615,178	646,970	823,805	1,155,022	1,137,650	1,412,650	1,538,311	1,848,436	11,989,274
Ley de Au (g/t)	0.336	0.420	0.386	0.407	0.451	0.419	0.419	0.430	0.436	0.371	0.369	0.418	0.403
Onzas de Au (oz)	8,789	8,447	8,604	8,888	8,923	8,708	11,101	15,976	15,932	16,856	18,264	24,829	155,319
Mineral Marginal (0.10 - 0.15 g/t)	197,850	111,405	155,278	122,309	83,884	144,508	126,229	180,065	167,033	229,887	274,052	349,660	2,142,160
Mineral Tajao Stock Zaranda (t secas)	70,000	70,000	70,000	70,000	70,000	70,000	70,000	70,000	70,000	70,000	70,000	70,000	840,000
Ley de Au (g/t)	0.31	0.31	0.32	0.32	0.31	0.32	0.32	0.31	0.31	0.30	0.30	0.29	0.309
Onzas de Au (oz)	706.51	692.12	713.43	714.08	690.38	709.39	718.67	698.50	703.66	669.51	676.36	657.03	8,350
Mineral (t secas)	884,529	695,766	762,417	748,539	685,178	716,970	893,805	1,225,022	1,207,650	1,482,650	1,608,311	1,918,436	12,829,274
Ley de Au (g/t)	0.334	0.409	0.380	0.399	0.436	0.409	0.411	0.423	0.428	0.368	0.366	0.413	0.397
Onzas de Au (oz)	9,496	9,140	9,317	9,602	9,613	9,417	11,820	16,675	16,635	17,526	18,941	25,486	163,669
Desmonte (t secas)	2,535,470	2,720,233	2,709,582	2,581,460	2,704,821	3,183,026	2,888,191	2,556,974	2,452,347	1,872,197	2,046,201	1,580,407	29,830,909
Desmonte No Reactivo (Niag)	967,390	824,688	876,527	0	0	0	17,102	16,128	16,470	25,760	780,414	863,820	4,388,298
Desmonte Reactivo (Pago)	1,568,080	1,895,545	1,833,056	1,753,563	1,900,132	2,958,506	2,871,088	2,540,846	2,435,877	1,846,437	1,265,787	716,587	23,585,505
Relleno base del Top Soil	0	0	0	827,897	804,689	224,520	0	0	0	0	0	0	1,857,106
Ratio D/M	2.87	3.91	3.55	3.45	3.95	4.44	3.23	2.09	2.03	1.26	1.27	0.82	2.33
Total Produccion Calaorco t(secas)	3,419,999	3,415,999	3,471,999	3,329,999	3,389,999	3,899,996	3,781,996	3,781,996	3,659,997	3,354,847	3,654,512	3,498,843	42,660,183
REMANEIO													
Over + Rechazos													
Oret (t secas)	70,000	70,000	70,000	70,000	70,000	70,000	70,000	70,000	70,000	70,000	70,000	70,000	840,000
Ley de Au (g/t)	0.31	0.31	0.32	0.32	0.31	0.32	0.32	0.31	0.31	0.30	0.30	0.29	0.309
Onzas de Au (oz)	706.51	692.12	713.43	714.08	690.38	709.39	718.67	698.50	703.66	669.51	676.36	657.03	8,349.65
Stock 05 Intrusivo Rehubicacion													
Oret (t secas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ley de Au (g/t)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Onzas de Au (oz)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL MINERAL AL PAD													
Mineral (t secas)	884,529	695,766	762,417	748,539	685,178	716,970	893,805	1,225,022	1,207,650	1,482,650	1,608,311	1,918,436	12,829,274
Ley de Au (g/t)	0.334	0.409	0.380	0.399	0.436	0.409	0.411	0.423	0.428	0.368	0.366	0.413	0.397
Onzas de Au (oz)	9,496	9,140	9,317	9,602	9,613	9,417	11,820	16,675	16,635	17,526	18,941	25,486	163,669
Onzas de Au (oz) puestas pad	14,494	7,080	6,755	8,771	8,000	8,783	9,675	9,323	11,441	14,902	16,482	20,177	135,863
TOTAL MATERIAL MOVIDO	3,489,999	3,485,999	3,541,999	3,399,999	3,459,999	3,969,996	3,851,996	3,851,996	3,729,997	3,424,847	3,724,512	3,568,843	43,500,183

Tabla 9 Plan Budget U.M. La Arena - Producción total del Año

Para el cumplimiento del Budget, el seguimiento se hace mediante los planes mensuales. El plan se realiza cada inicio de mes, previamente se hace una evaluación del mes anterior, para tener una idea general de cómo se comportó la operación, si la reconciliación del modelo de bloques fue a favor o en contra, cumplimiento de disponibilidad, etc. Se tiene como base la Topografía final del mes anterior, el modelo de bloques debe de actualizarse, añadiendo información de los taladros de producción (blast holes). El procedimiento es similar al del Budget, cabe resaltar que el plan mensual es más sincerado por que cuenta con información actualizada, pero el objetivo de producción, onzas, tonelaje movido, prioridades de minado en las diferentes fases son las mismas. A continuación vamos a mostrar el Plan Mensual de La Arena 2019, en estas tablas se muestra el detalle de mineral, desmonte, ley y onzas por banco y fase.

PLAN MENSUAL ENERO 2019							
TAJO	BANCO	MINERAL			DESMONTE	TOTAL	Cu_ppm
		t. (secas)	Au (g/t)	ONZAS	t. (secas)		
Fase 7	3440	0	0.000	0	371,347	371,347	0
Fase 7	3432	0	0.000	0	931,897	931,897	0
Fase 6	3392	45,616	0.133	195	350,133	395,749	251
Fase 5	3320	0	0.000	0	56,495	56,495	0
Fase 5	3312	22,260	0.364	261	84,663	106,924	111
Fase 5	3304	91,124	0.310	908	85,946	177,070	82
Fase 5	3296	514,736	0.369	6,109	279,809	794,545	69
Fase 5	3288	24,023	0.297	230	1,675	25,698	46
Fase 4	3280	8,721	0.497	139	953	9,674	47
TOTAL CALAORCO		706,480	0.345	7,842	2,162,919	2,869,399	
Mineral Marginal (0.10 - 0.15 g/t)		131,425	0.126	531		131,425	
REMANEJO		70,000	0.172	387		70,000	
MINERAL DIRECTO DE TAJO A PAD		992,080	0.382	12,173			

TAJO	BANCO	MINERAL			DESMONTE	TOTAL
Fase 7	3440	0	0.000	0	120,000	120,000
Fase 7	3432	0	0.000	0	85,000	85,000
Fase 6	3392	0	0.000	0	140,000	140,000
FASE 5	3320	4,600	0.300	44	0	4,600
Fase 5	3312	42,000	0.301	406	0	42,000
Fase 5	3304	22,000	0.246	175	0	22,000
Fase 5	3296	5,400	0.708	123	0	5,400
Fase 4	3280	281,600	0.438	3,970	0	281,600
TOTAL		355,600	0.413	4,719	345,000	700,600
TOTAL CALAORCO PRODUCIDO		1,062,080	0.368	12,560	2,507,919	3,569,999

Tabla 10 Plan Mensual Enero 2019 U.M. La Arena

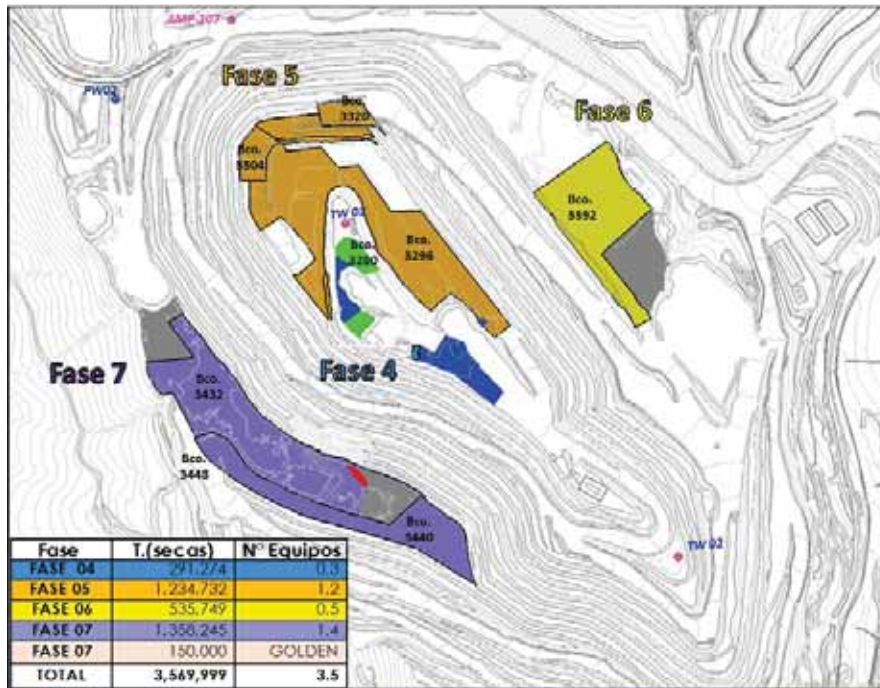


Figura 24 Estimado - Zonas de Minado Enero 2019 U.M. La Arena

Con el tonelaje programado en el Plan mensual, se trabaja en los planes semanales, que están orientados a cumplir el objetivo mensual.

Para los planes semanales, mantenimiento mina entrega el plan de mantenimiento de todos los equipos principales, tomando en cuenta la disponibilidad y utilización se programan un tonelaje de acuerdo a la productividad de cada equipo de carguío.

		Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes
		09-ene	10-ene	11-ene	12-ene	13-ene	14-ene	15-ene
CAMIONES		22	22	22	22	22	22	22
RH90C	PH-00003	-	-	-	16	-	-	-
	PH-00005	-	-	-	-	-	-	-
	PH-00006	-	-	12	-	-	-	-
WA-900	-	-	-	-	-	-	-	
EXC	-	-	-	-	-	12	-	
D245S	PE-00008	-	-	-	-	-	2	-
	PE-00009	-	-	-	2	-	-	-
D245S	PE-00015	-	-	-	-	-	-	10
DM45HP	PE-00016	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 111 Plan de Mantenimiento Semanal del 09 al 15 de Enero U.M La Arena

Plan Semanal de 09 al 15 de Ene La Arena			TAHOE							
Ritmo de Producción	Units		09-ene	10-ene	11-ene	12-ene	13-ene	14-ene	15-ene	Total
	Days		1	1	1	1	1	1	1	7
	Hour		24	24	24	24	24	24	24	168
PH-00003	Matt. Planeado	hr	-	-	-	16	-	-	-	16
	Productividad	t/hr	1,870	1,870	1,870	1,870	1,870	1,870	1,870	1,789
	Produccion	t/dia	36,307	36,307	36,307	13,598	36,307	36,307	36,307	231,439
PH-00005	Matt. Planeado	hr	-	-	-	-	-	-	-	-
	Productividad	t/hr	1,870	1,870	1,870	1,870	1,870	1,870	1,870	1,789
	Produccion	t/dia	36,307	36,307	36,307	36,307	36,307	36,307	36,307	254,147
PH-00006	Matt. Planeado	hr	-	-	12	-	-	-	-	12
	Productividad	t/hr	1,870	1,870	1,870	1,870	1,870	1,870	1,870	1,789
	Produccion	t/dia	36,307	36,307	15,910	36,307	36,307	36,307	36,307	233,750
EX-00030	Matt. Planeado	hr	-	-	-	-	-	-	-	-
	Productividad	t/hr	950	950	950	950	950	950	950	909
	Produccion	t/dia	-	-	8,508	12,144	-	-	-	20,652
CF-00010	Matt. Planeado	hr	-	-	-	-	-	-	-	-
	Productividad	t/hr	1,740	1,740	1,740	1,740	1,740	1,740	1,740	1,665
	Produccion	t/dia	30,938	30,938	30,938	30,938	30,938	30,938	30,938	216,565
T. Prod. Planif/Equip Disp. (Semanal)		t/dia	139,858	139,858	127,969	129,293	139,858	139,858	139,858	956,553

Tabla 12 Plan de Producción Semana 09 al 15 Enero 2019 U.M. La Arena.

	DIA	MINERAL			DESMONTE
		TONELAJE	LEY	ONZAS	
P H - O 6	09-ene	0	0.000	0	36,307
	10-ene	0	0.000	0	36,307
	11-ene	0	0.000	0	15,910
	12-ene	0	0.000	0	36,307
	13-ene	0	0.000	0	36,307
	14-ene	0	0.000	0	36,307
	15-ene	0	0.000	0	36,307
	Total	0	0.00	0	233,750

	DIA	MINERAL			DESMONTE
		TONELAJE	LEY	ONZAS	
P H - O 5	09-ene	36,307	0.644	752	0
	10-ene	32,175	0.593	613	4,131
	11-ene	12,020	0.323	125	24,286
	12-ene	9,535	0.295	90	26,771
	13-ene	23,541	0.671	508	12,766
	14-ene	20,328	0.671	439	15,979
	15-ene	11,417	0.671	246	24,890
	Total	145,324	0.59	2,774	108,823

	DIA	MINERAL			DESMONTE
		TONELAJE	LEY	ONZAS	
P H - O 3	09-ene	0	0.000	0	36,307
	10-ene	0	0.000	0	36,307
	11-ene	0	0.000	0	36,307
	12-ene	0	0.000	0	13,598
	13-ene	0	0.000	0	36,307
	14-ene	0	0.000	0	36,307
	15-ene	0	0.000	0	36,307
	Total	0	0.000	0	231,439

	DIA	MINERAL			DESMONTE
		TONELAJE	LEY	ONZAS	
C F - 1 O	09-ene	4,094	0.415	55	26,843
	10-ene	0	0.000	0	30,938
	11-ene	0	0.000	0	30,938
	12-ene	14,239	0.320	146	16,699
	13-ene	30,938	0.320	318	0
	14-ene	17,025	0.222	121	13,913
	15-ene	27,329	0.388	341	3,609
	Total	93,626	0.326	982	122,940

Tabla 12 Plan de Minado Semanal, Tonelajes por cada Equipo de Carguío

4.3 PLAN DE PERFORACIÓN Y VOLADURA

El plan de perforación se realiza tomando en cuenta la necesidad de minado semanal orientado al cumplimiento de onzas, además, mantenimiento mina entrega la programación de mantenimiento de las perforadoras, el área de operaciones mina entrega el reporte de velocidades de perforación por fases, zonas y tipo de material.

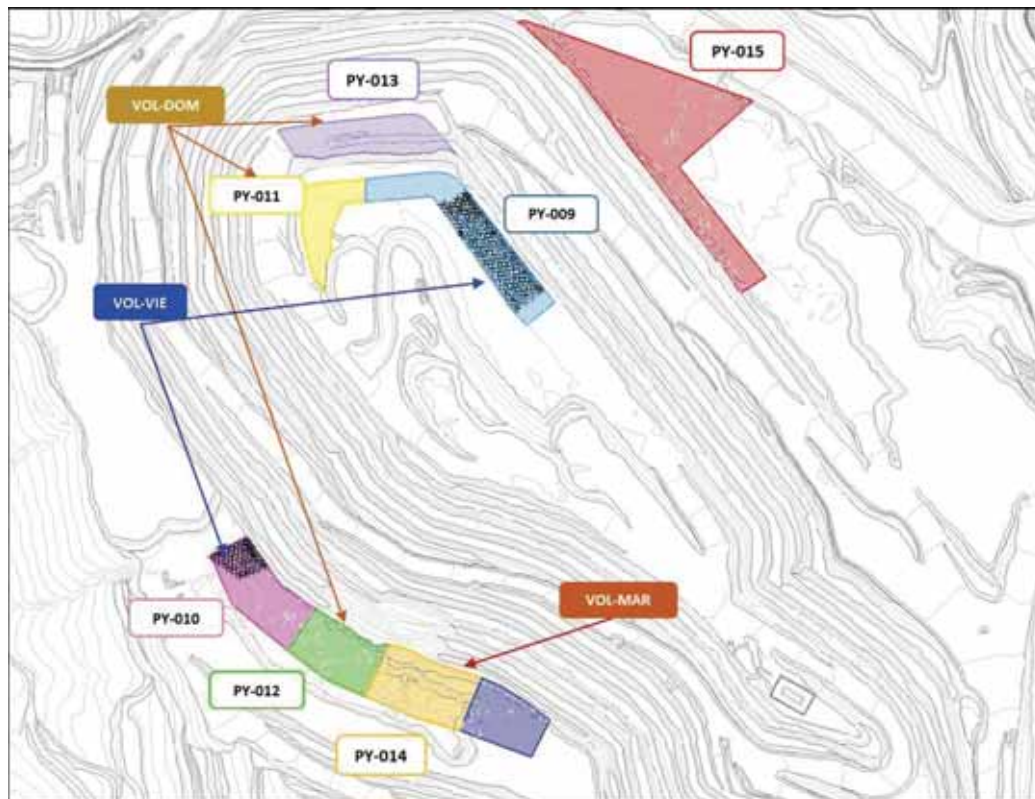


Figura 25 Zonas de Perforación - Plan Semanal U.M. La Arena

Plan de Perforación															
	09-ene Miercoles		10-ene Jueves		11-ene Viernes		12-ene Sabado		13-ene Domingo		14-ene Lunes		15-ene Martes		
Perforadora 08	PY-009 40	PY-009 40	PY-011 40	PY-011 40	PY-011 40	PY-012 30	PY-013 45	PY-013 45	PY-014 45	PY-014 45	PY-014 45	PY-016 30	PY-016 30	PY-016 30	
Perforadora 09		PY-010 30	PY-010 30	PY-010 30	PY-012 30	PY-012 30	PY-013 45	PY-013 45	PY-014 45	PY-014 45	PY-015 60	PY-015 60	PY-015 60	PY-015 60	
Perforadora 15	PY-009 40	PY-009 40	PY-011 40	PY-011 40	PY-012 30	PY-012 30	PY-013 45		PY-014 45	PY-014 45	PY-016 30	PY-016 30		PY-016 30	
Perforadora 16	PY-010 30	PY-010 30	PY-010 30	PY-010 30	PY-012 30	PY-012 30	PY-013 45	PY-014 45			PY-015 60	PY-015 60	PY-015 60		
Proyectos a Perforar/Voladuras	008/007		009/010				011/012/013				14		Taladros		
Proyecto 009- FASE 05	160												160		
Proyecto 010- FASE 07	210												210		
Proyecto 011- FASE 05			200										200		
Proyecto 012- FASE 07					210								210		
Proyecto 013- FASE 05							270						270		
Proyecto 014- FASE 07									360				360		
Proyecto 015- FASE 06											420				420
Proyecto 016- FASE 07													180		180

Tabla 13 Plan de Perforación y Voladura Semanal U.M. La Arena

4.3 MATERIAL QUEBRADO (STOCK ROTO)

Al inicio de cada plan semanal, se actualiza el inventario de material roto entre mineral y desmonte, esta información se toma en cuenta como material disponible inmediato.



Figura 26 Stock Roto y Perforado - a inicio de semana U.M. La Arena



Figura 27 Stock Roto disponible - a inicio de semana U.M. La Arena

4.4 EVALUACIÓN DEL PLAN DE MINADO SEMANAL

La evaluación del plan de minado semanal, es la comparación de lo planeado con lo ejecutado de una determinada semana, se determina el porcentaje de cumplimiento, y los resultados deben ser justificados.

PERIODO		DEL 02/01/19 AL 08/01/19			
CONCEPTO		Ejecutado	Plan	Diferencia	Var.
CALAORCO AL PAD	(t secas)	279,937	367,183	-87,246	76%
Ley Au	(gr/tn)	0.376	0.394	-0.018	95%
Onzas puestas Pad	oz	3,380	4,653	-1,273	73%
DESMONTE	(t secas)	536,365	958,610	-422,245	56%
RELACION DE DESBROCE		1.92	2.61	-0.69	73%

MINERAL A STOCK (zaranda)	(t secas)	12,309		12,309	0%
Ley Au	(gr/tn)	0.327		0	0%
MINERAL A PAD (zaranda)	(t secas)	5,346		5,346	0%
Ley Au	(gr/tn)	0.320		0.320	0%
Onzas puestas Pad	oz	55		55.006	0%

GENERAL

MINERAL PUESTO AL PAD	(t secas)	285,284	367,183	-81,899	78%
Ley Au	(gr/tn)	0.375	0.394	-0.019	95%
Ley Cu (ppm)					
Onzas puestas Pad	oz	3,435	4,653	-1,218	74%
DESMONTE	(t secas)	536,365	591,427	-55,062	91%
RELACION DE DESBROCE		1.84	1.61	0.22	114%
TOTAL TONELADAS PRODUCIDAS	(t)	821,648	958,610	-136,962	86%

MINERAL/DIA	(t)	42,513	52,455	(9,942)	81%
DESMONTE/DIA	(t)	76,624	84,490	(7,866)	91%
TOTAL TONELADAS/DIA	(t)	119,137	136,944	-17,808	87%

Tabla 14 Evaluación del Plan Semanal del 02 al 08 de Enero 2019 U.M. La Arena

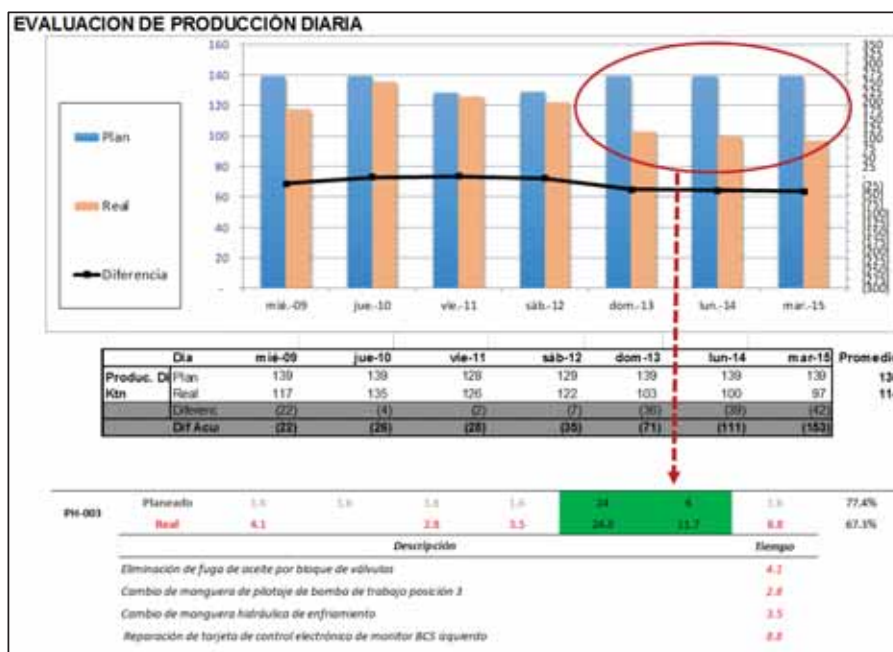


Figura 28 Evaluación Planeado VS Ejecutado U.M La Arena

Plan de Minado					
D/M	Mineral t	Ley Au gr/t	Onzas To Pad	Desmonte Total	TOTAL
2.08	1,062,080	0.368	12,560	2,507,919	3,569,999
Ritmo de Producción del 8 de enero de 2019					
D/M= 1%	Producción Acumulado al 8 de enero de 2019				
Plan	274,085	0.368	3,241	647,205	921,290
Prod. Real t. (secas)	293,856	0.374	3,533	633,460	927,316
Cumplimiento	107%	102%	109%	98%	101%
Diferencia	19,770	0.006	291	(13,745)	6,026
D/M= 0.01	23 Dias para cumplimiento del mes				
Difer. del mes	(768,224)	0.006	(9,028)	(1,874,459)	(2,642,684)
Cumpl. del mes	28%	102%	28%	25%	26%

Figura 29 Evaluación Plan Mensual a una fecha- U.M La Arena

4.5 PLAN DE MINADO SEMANAL

Planeamiento a corto plazo se encarga de la recopilación y utilización de la información operacional. Además, se analizan los recursos utilizados en la operación de la mina y se definen indicadores que son evaluados para sustentar la planificación que tiene incidencia en la operación.

4.5.1 Software – Vulcan

Es un paquete completo de software para minería. Incluye herramientas para evaluar y analizar recursos, modelar, planificar y diseñar minas, estimar reservas y generar informes. Vulcan toma los datos no elaborados obtenidos de fuentes comunes (sondajes, muestras subterráneas, etc.) y amplía esa información hasta obtener un programa de producción.

Planeamiento Mina, como área de soporte técnico, trabaja con el modelo de Bloques que es entregado por el área de Geología Mina, éste Modelo es trabajado de acuerdo a las necesidades del planeamiento que se quiere realizar, son reportes de materiales con leyes, densidades, litologías alteraciones y volúmenes.

En este Software se realizan diseños de Tajos, Botaderos y Pads, así como rampas y todo tipo de trabajo que requiera rapidez y operatividad en su ejecución. Es un gran diseñador de Mallas de perforación también.

- **Diseño Minero**, Las herramientas intuitivas de diseño minero de Maptek Vulcan proporcionan la capacidad de analizar la productividad antes de mover la primera palada de tierra y tener una clara comprensión y horizonte de planificación a lo largo de la vida de la mina. Se pueden combinar soluciones técnicas de calidad en todo el ciclo del diseño minero para aprovechar todos sus datos disponibles, dándole un paquete de capacidad técnica que satisfaga sus requerimientos totales de diseño. Crea modelos topográficos precisos en 3D y mapea las características geotécnicas en minutos. Diseña y ejecuta la perforación y voladura con un nivel de precisión sin precedentes. Visualiza las secciones transversales del diseño antes de la excavación para entender cómo cobrará vida la mina.
- **Planificaió de Mina**, Se obtiene el plan minero óptimo y programa operaciones basadas en los precios de los productos básicos. Valida diseños para tener una mina más segura y pone a prueba escenarios de minería en el escritorio antes de que comiencen las operaciones mineras. Toma en cuenta la incertidumbre en condiciones geológicas y económicas. Utiliza indicadores clave derivados de datos históricos para mejorar la productividad, el rendimiento de voladuras y lo más importante, la recuperación del mineral. Soporta la planificación operativa con una rápida retroalimentación de conformidad del diseño.

El Sistema Short Term Planner, logra que la programación de bloques se logra interactiva y rápidamente entre sólidos, sin tener que establecer leyes de corte predefinida, usando técnicas de acumulación lineales y radiales. Esta acumulación se restringe a cada período del plan para toda la mina y los objetivos de la planta. Las opciones incluyen:

- Definir pilas de almacenamiento para múltiples productos
- Modificar objetivos
- Cambiar ley de corte
- Alterar posiciones del equipo

A partir de ello la información generada desde Short Term Planner se basa en hojas de cálculo y se puede visualizar en el ambiente Vulcan. También está completamente integrado con otras herramientas estadísticas y de Vulcan. Los resultados del Short Term Planner le permiten al usuario:

- Analizar diferentes programas de producción
- Configurar pilas de almacenamiento inicial
- Determinar las secuencias de extracción
- Simular varios escenarios para evitar la repetición del manejo de materiales

4.5.2 Actualización de la Topografía.

Con la ayuda de la topografía realizada en el frente de diseño del Modelo Digital del Terreno (DTM) podemos realizar diseños en 3D con el software Vulcan y podemos realizar la actualización de la topografía; con esta información vamos a diseñar los corte de minado, las mallas de perforación, diseño de canales, con toda esta información podemos realizar la planificación para cumplir los objetivos según el estimado y Budget.

En la actualización de la topografía vamos a considerar algunos trabajos en particular muy importantes que mencionamos a continuación:

- Levantamiento de los frentes de minado (toes y cretas).
- Levantamiento de los taladros de perforación.
- Levantamiento de pad y botaderos.
- Levantamiento de pozos de bombeo.

- Levantamiento de canales y cunetas de drenaje.

Toda esta información es importada en formato (dxf) al Vulcan para su actualización, después se procesa y se obtiene toda la información actualizada en tiempo real para la elaboración del plan de minado de la semana.

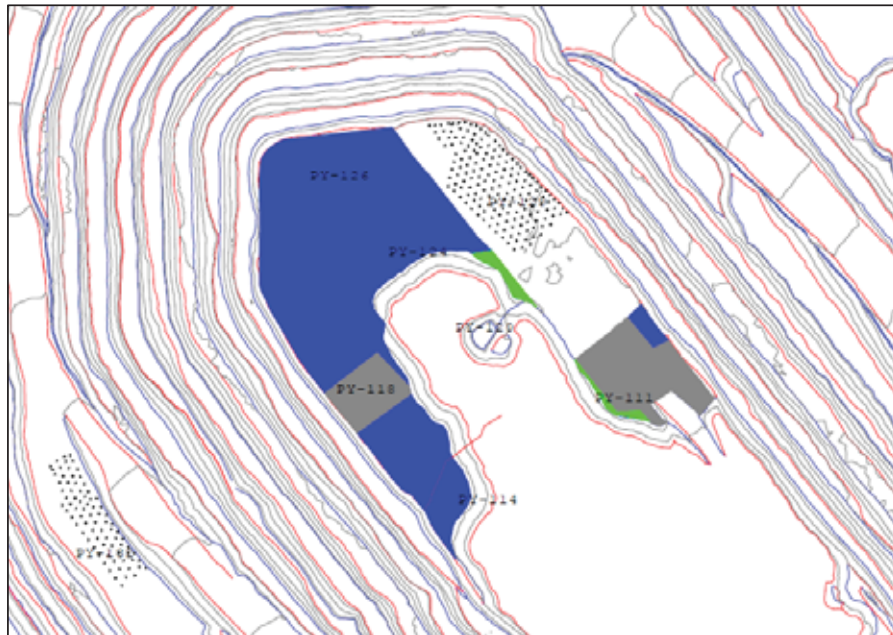


Figura 300 Frente avance de minado CF10. Topografía original - U.M. La Arena

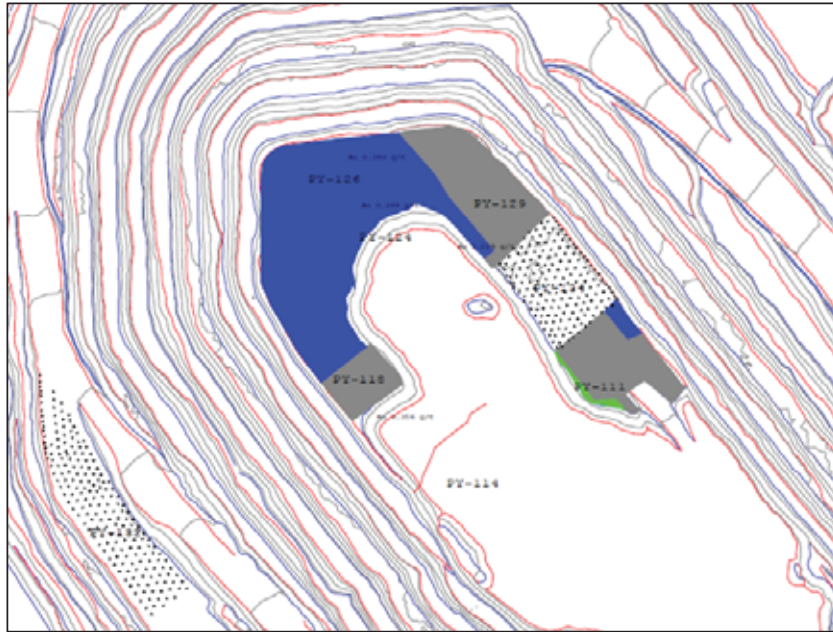


Figura 311 Nuevo Frente de Minado CF10 - Topografía actualizada U.M La Arena

Como supervisión el ingeniero de corto plazo tendrá que revisar detalladamente todos los levantamientos de los distintos frentes de minado para poder realizar el plan de la semana.

Entrar en el detalle del levantamiento es más importante para el cierre topográfico de cada mes que es conciliado con el reporte de Producción VIMS.

La actualización de los avances de minado es importante para dar seguimiento al avance de los equipos de minado y zonas de descarga.

- Controlar los límites de minado.
- Controlar el piso de la pala.
- Replanteo de las mallas de perforación según el avance de la pala.
- Control de ancho de rampas.
- Control de pendiente de las rampas.
- Control de los límites de los Pads y botaderos.

4.5.3 Diseño de Cortes de Minado

Los cortes de minado son trabajados en paralelo visualizando el modelo de bloques del mes en mención, direccionando el minado (cortes) al cumplimiento de onzas.

En un plan semanal, los cortes obedecen al objetivo de tonelaje programado por equipo de carguío, estos a la vez deben de aportar determinada cantidad de onzas. Estos cortes contienen información importante, volúmenes, leyes, densidades, tipos de material, etc; esta información se exporta a una hoja Excel para mejor tratamiento y presentación.

Los cortes que se realiza para cada día de semana tienen un color en particular. A continuación se muestra los cortes diarios para todos los frentes de trabajo.

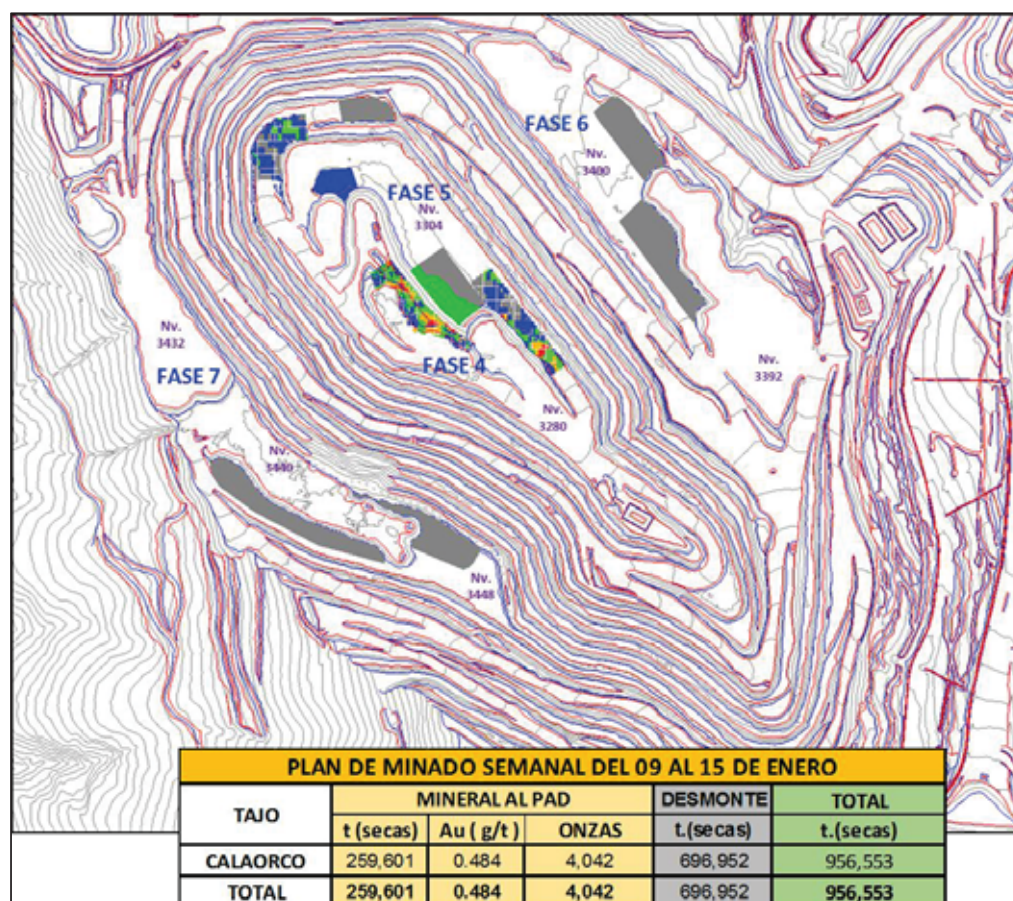


Figura 32 Zonas de Minado semana 09 al 15 de Enero U.M. La Arena

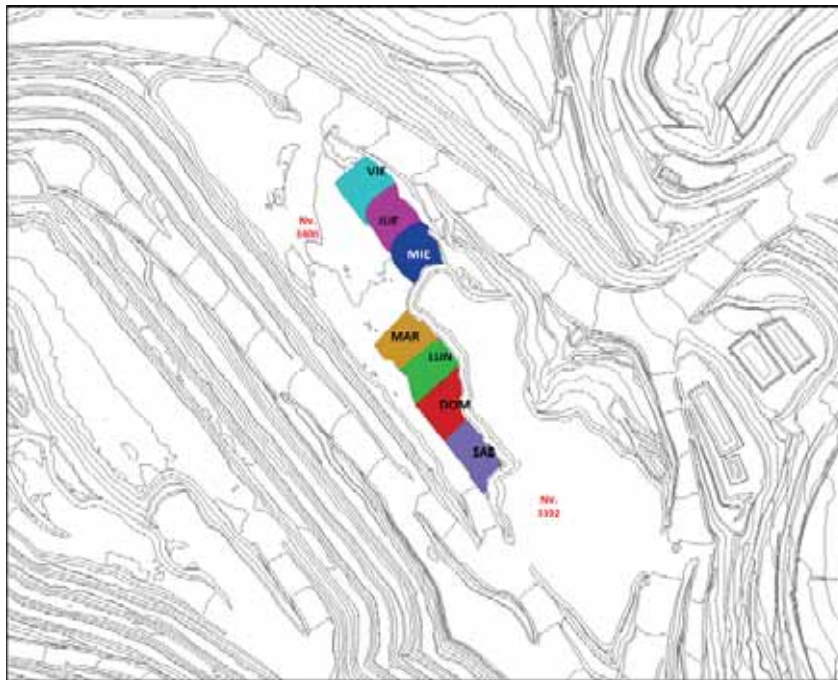


Figura 33 Cortes de minado Semanal CF10, U.M La Arena

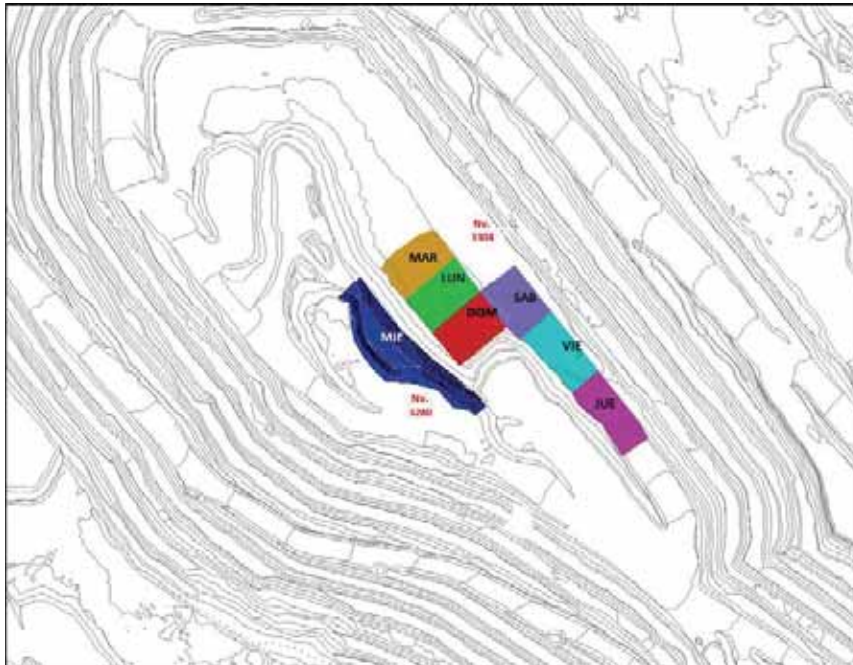


Figura 34 Cortes de minado semanal PH06, U.M. La Arena.

4.5.4 Diseño de Mallas de Perforación.

Colección de Datos

Se requiere una Topografía actualizada del Tajo, específicamente del área donde se ubicará la malla de perforación. Además, será necesario tener la Fase de minado para marcar el límite de proyecto ceñido al diseño de Fase, este límite se define de acuerdo a las zonas de minado planeadas en el mes, tomando en cuenta la secuencia de minado y necesidad de tipo de material.

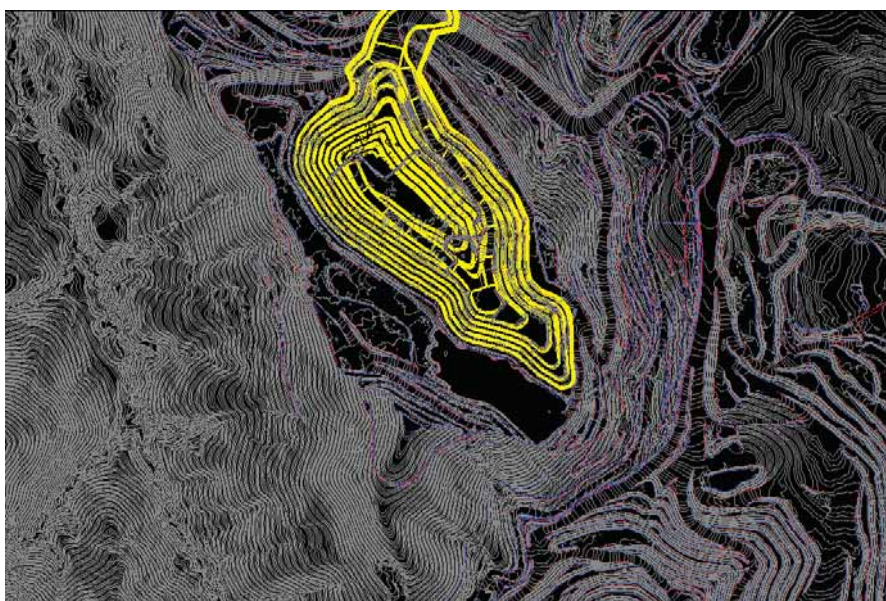


Figura 35 Diseño de Fase con Topografía Actualizada, U.M La Arena

Las consideraciones geotécnicas y geológicas son inputs esenciales, aquí se define el Espaciamiento de la malla, contactos litológicos, límite de mineralización.

Esta información se enviará al área de Grade Control y Geotecnia para su respectiva evaluación que posteriormente será respondido.

Geotecnia: Indicará el espaciamiento y el límites de contacto en caso haya alteraciones de roca (dureza).

Grade Control: Indicará los límites de contacto por tipo de material (ore, waste), cuidando que los ángulos internos del proyecto sean mayores a 70° para tener mayor recuperación.

La verificación en campo del cumplimiento de diseño de Taludes es importante, para no dejar pasivos que posteriormente afecten la estabilidad.

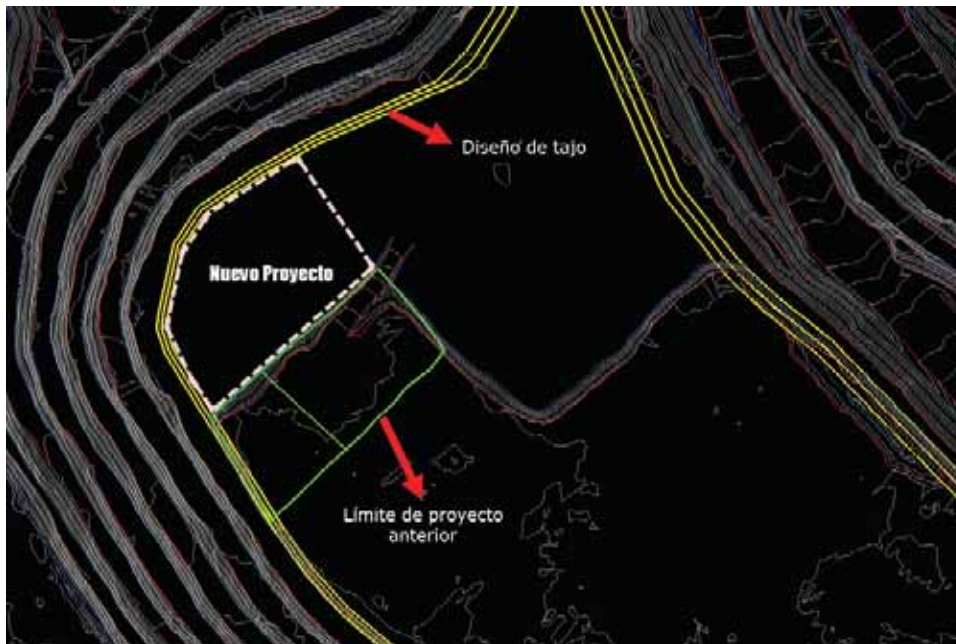


Figura 36 Limite de proyecto de malla, U.M. La Arena

Elaboración del Diseño de Malla de Perforación

En el Software Vulcan, haciendo uso de la herramienta Drill and Blast se procede a definir el límite del proyecto, limitado por la cresta del banco definido del diseño de fase, también se añaden los taladros perforados de proyectos cercanos al nuevo límite.

Se diseña una primera línea Buffer que tiene un espaciamiento menor, en promedio de 3.5 m. Posterior a ello, procede a diseñar los puntos de Producción con un espaciamiento promedio de 5.2 m., dependerá de la litología, mineralización y requerimiento de granulometría específica.

La dirección de las filas será sugerida por el área de Voladura para facilitar la secuencia de salida en el proceso de Voladura.



Figura 37 Diseño de taladros de Perforación, U.M La Arena

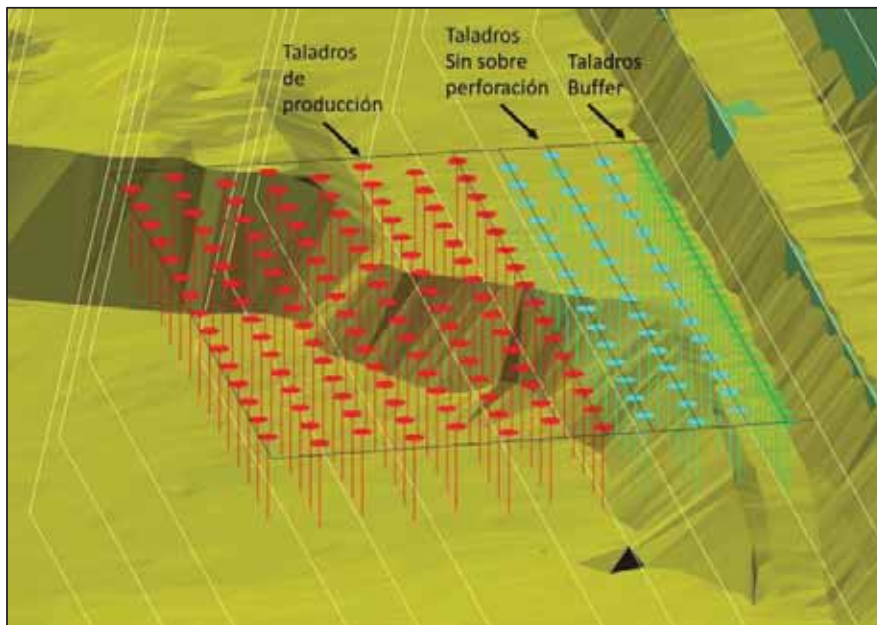


Figura 38 Vista 3D Diseño de taladros de perforación, U.M La Arena

Trabajos Auxiliares

Una vez obtenida el diseño total de la malla, se procede a replantear en campo indicando altura de corte, para este caso los bancos son de 8 m., para iniciar con la peroración.

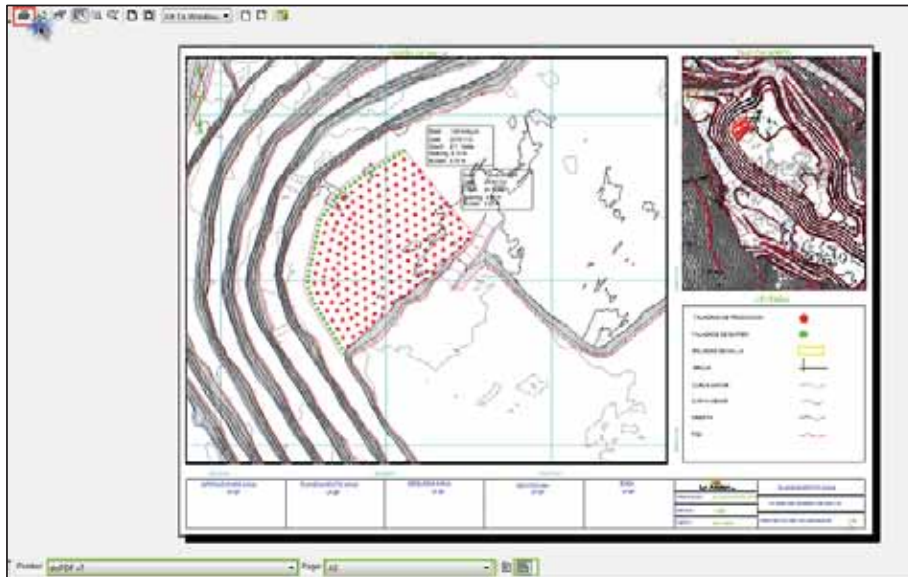


Figura 39 Plano de Diseño de Malla, U.M. La Arena

Importancia de los taladros de amortiguación (taladros buffer).

Los taladros de amortiguación soportan todas las ondas de choque generadas por los taladros de producción. Los taladros diseñados son procesados para ingresarlos al GPS y replantear en campo, para ello el ingeniero de corto plazo se debe de asegurar de que la zona a perforar esté liberada, la plataforma debe de tener los taludes perfilados y las crestas libre de bermas.

4.6 Diseño de Botaderos.

Se denominan botaderos a las acumulaciones de material estéril extraído del tajo debe ser dispuesto en lugares específicos y adecuados para este fin, por lo que tendremos que definir las características de estos lugares. Se detalla todas las exigencias para su habilitación, tanto técnicas como económicas, de las cuales podemos mencionar las siguientes:

- La distancia entre el punto de carga de los camiones en el tajo y el lugar de descarga del material estéril debe ser la mínima posible, por una razón económica, ya que el rendimiento de los equipos de transporte es afectado por esta distancia (el acarreo es el proceso más costoso).
- El lugar donde se depositarán los escombros o estéril debe ser geológica y geomecánicamente apto para ello, ya que la gran cantidad de material a depositar puede generar siniestros geomecánicos en el sector mismo (hundimiento) o en sectores aledaños (distribución de esfuerzos).
- El sector elegido debe carecer de importancia económica en el presente y en un futuro, es decir hay que comprobar la inexistencia de recursos utilizables en el sector (por ejemplo un yacimiento con bajo interés económico hoy, pero que puede ser interesante en el futuro, o una reserva importante de agua, etc.).



Figura 40 Foto Botadero 02 U.M. La Arena

La disposición de botaderos puede ser en laderas, quebradas y en pilas o tortas. En la Arena los diseños de Botaderos iniciaron en una quebrada para posteriormente apoyarse en una ladera.

4.6.1 Disposición de Botaderos en Laderas

Comúnmente se disponen los residuos minerales en las laderas de los cerros circundantes a la explotación, más que nada por razones de simplicidad en la descarga, mantención y estabilidad, además que se encuentra disponible un mayor espacio para la actividad y ésta se puede realizar de una manera más uniforme.

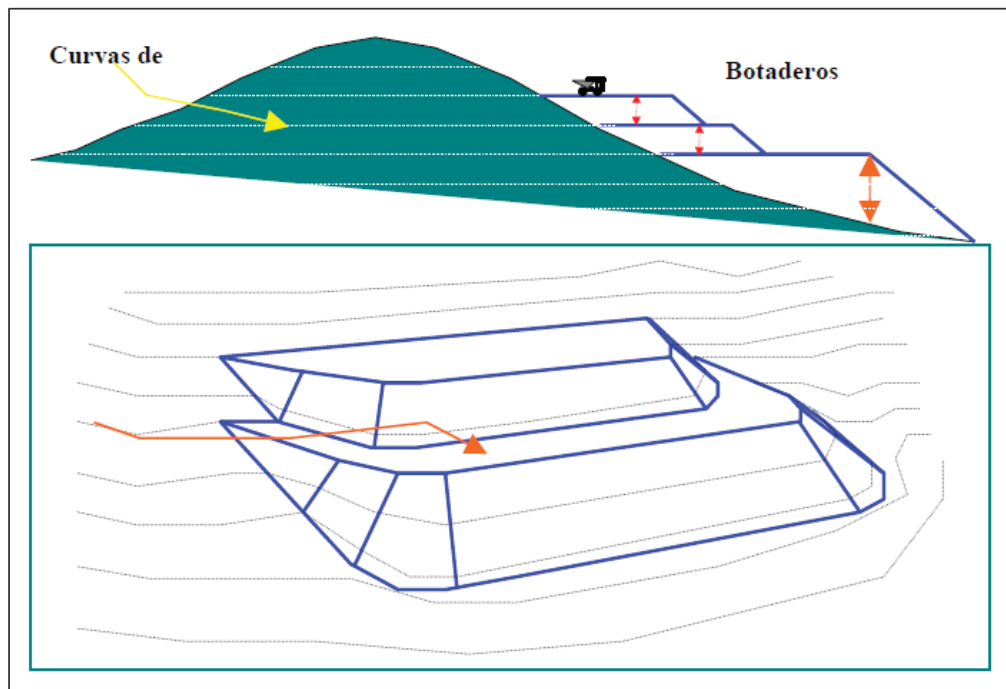


Figura 41 Diseño de Botadero en Laderas - Botadero 02, U.M. La Arena

4.6.2 Consideraciones Técnicas

Las características técnicas que se deben tener en cuenta para el estudio detallado para un diseño de un botadero.

- Capacidad requerida.
- Ubicación del botadero.
- Terreno de fundación.
- Procesamiento de materiales.
- Estabilidad.
- Hidrología y drenaje.

4.6.3 Características de diseño del botadero 02 en La Arena

- Capacidad desde enero 2019 98.0 Mt.
- Distancia del tajo Calaorco es de 3.0 Km.
- Altura de la pila 10 m.
- Ancho de rampa 25 m.
- Pendiente de 10%.
- Angulo de cara de la pila 33.69°.
- Berma de 10m.

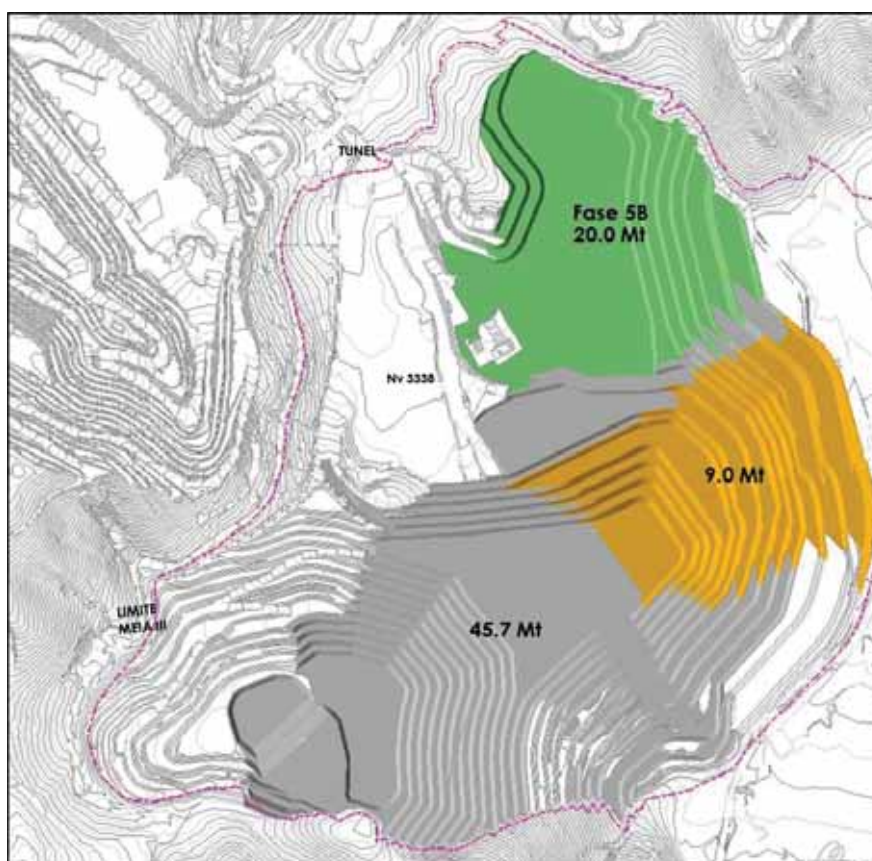


Figura 42 Diseño de Botadero 02, U.M La Arena

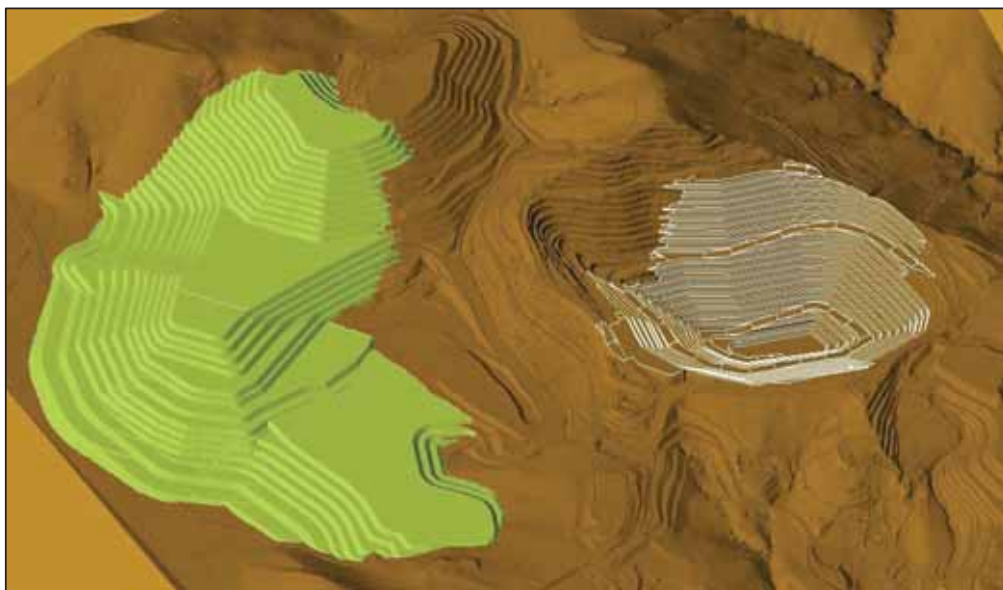


Figura 43 Diseño de Botadero 02 respecto al Tajo Calaorco, U.M La Arena

4.6.4 Plan de descarga en botadero 02

Para el apilamiento de material estéril se contempla dos tipos de material.

NAG que es un material limpio no generador de agua ácida, sirve para la conformación de los primeros bancos como contrafuerte, en el tajo se le conoce como material arenisca.

PAG, que es un material generador de agua ácida en el tajo se conoce como material intrusivo, este material es incompetente y se descarga en zonas determinadas del botadero.

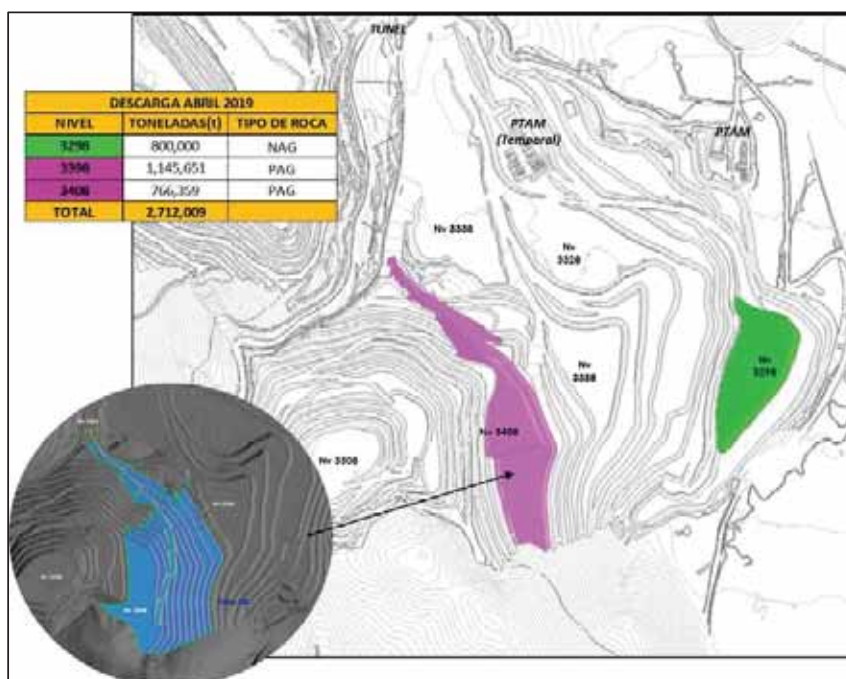


Figura 44 Plan de Apilamiento Desmonte Abril 2019, U.M. La Arena

4.7 DISEÑO DE PAD.

Para lograr el proceso de lixiviación de oro debe acondicionarse una pila de mineral con todas las medidas de estabilidad y seguridad que las buenas prácticas de diseño de ingeniería de minas recomiendan dentro de lo que la legislación permite. Esta pila se denominará Pad de lixiviación y deberá estar dotada de una base impermeable de geomembrana doble con tubo de control diseñada en forma aislada del suelo original del terreno que lo sustenta. De esta manera el mineral dispuesto en la pila podrá ser bañado con la solución cianurada para la extracción del oro.

La pila queda conformada una vez que se cargan las celdas de lixiviación según el diseño operacional asegurándose de cargar las celdas con el blending apropiado o diferenciando las leyes cargadas para efectos de manejo metalúrgico de las plantas. El mineral es bañado por la solución lixivante (combinación de cianuro, agua y cal) que al bañar el mineral extrae el oro

logrando percollar un cianuro doble de sodio y oro que es derivado a la planta de beneficio como solución colectada por bombeo.

La pila de lixiviación crece hasta convertirse en una enorme instalación o cerro en superficie que es permanentemente bañado por solución lixivante mientras dure la vida útil de la mina.

La experiencia nos muestra que pilas de lixiviación pueden seguir extrayendo oro solo recirculando su solución varios años después de cerrar la extracción en mina siendo aún rentables.



Figura 45 Foto Pad de Lixiviación U.M. La Arena

4.7.1 Características de diseño del Pad en La Arena

- Capacidad desde enero 2019 52.0 Mt.
- Distancia del tajo Calaorco es de 1.5 Km.
- Altura de la pila 8 m.
- Ancho de rampa 25 m.
- Pendiente de 10%.
- Angulo de cara de la pila 34.59°.
- Berma de 8.4 m.

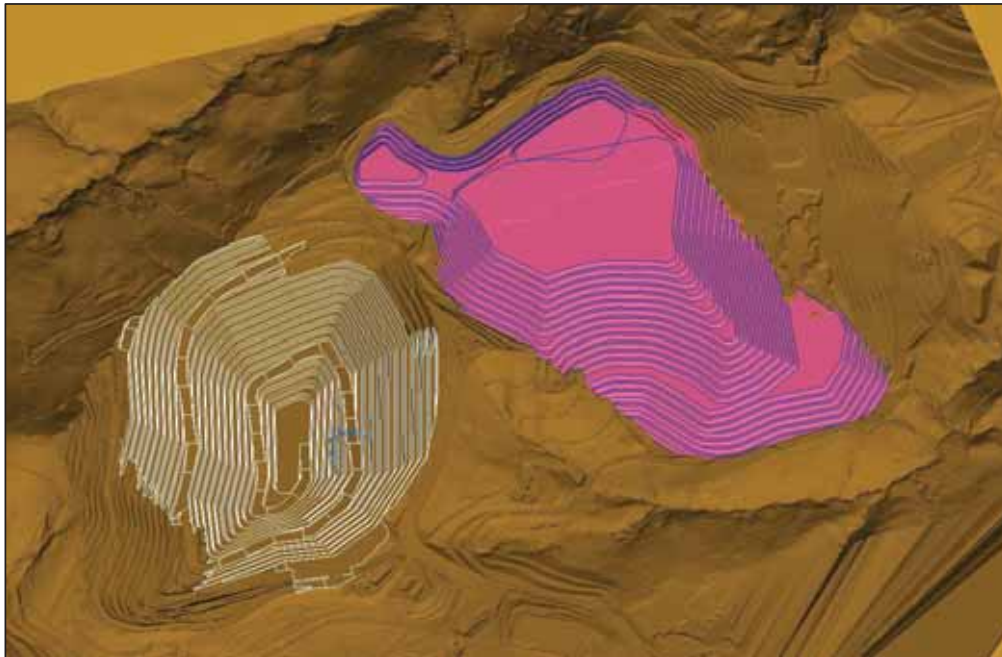


Figura 46 Diseño de Pad respecto a Tajo Calaorco, U.M. La Arena

4.7.2 Secuencia de descarga en Pad en La Arena

La secuencia de apilamiento en el Pad debe estar alineado al cumplimiento de onzas producidas, se debe de tener un buen manejo de alturas de riego para que no afecten el cumplimiento. Se conforman módulos o celdas, cada uno de un promedio de 120,000 t. de mineral. La idea es mantener una buena operatividad y que la puesta en riego sea lo más antes posible.

A continuación se muestra plan de descarga del mes de Abril 2019.

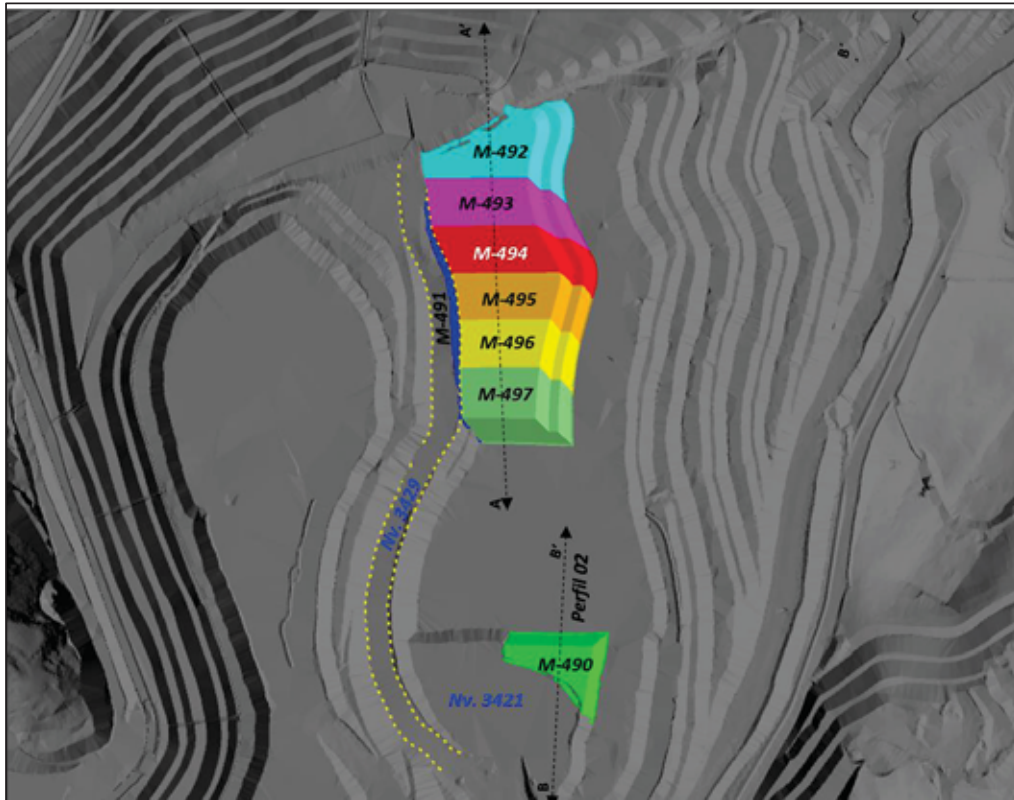


Figura 47 Plan de Apilamiento Pad Abril 2019, U.M. La Arena

MODULOS DE DESCARGA PAD ABRIL-2019							
CELDA	NIVEL	ALTURA (m) SECOS	ALTURA (m) HUMEDOS	AREA (m2)	TONELADAS (t.)	Ley (g/t)	Onzas (oz)
M-490	3421	8	52	2,000	37,000	0.415	493
M-491	3429	16	105	900	30,000	0.415	400
M-492	3429	16	106	3,750	120,562	0.415	1,607
M-493	3429	16	107	3,836	113,759	0.415	1,516
M-494	3429	16	109	4,018	121,068	0.415	1,613
M-495	3429	16	110	3,757	108,525	0.415	1,446
M-496	3429	16	104	3,162	97,433	0.415	1,298
M-497	3429	16	96	3,084	97,469	0.415	1,299
TOTAL				24,507	725,816	0.415	9,680

Tabla 15 Detalle Plan de apilamiento Pad Abril 2019, U.M. La Arena

Esta información es manejada por el área de Planta Lixiviación quien se encarga de proyectar el tiempo que se tardará en recuperar las onzas de cada módulo.

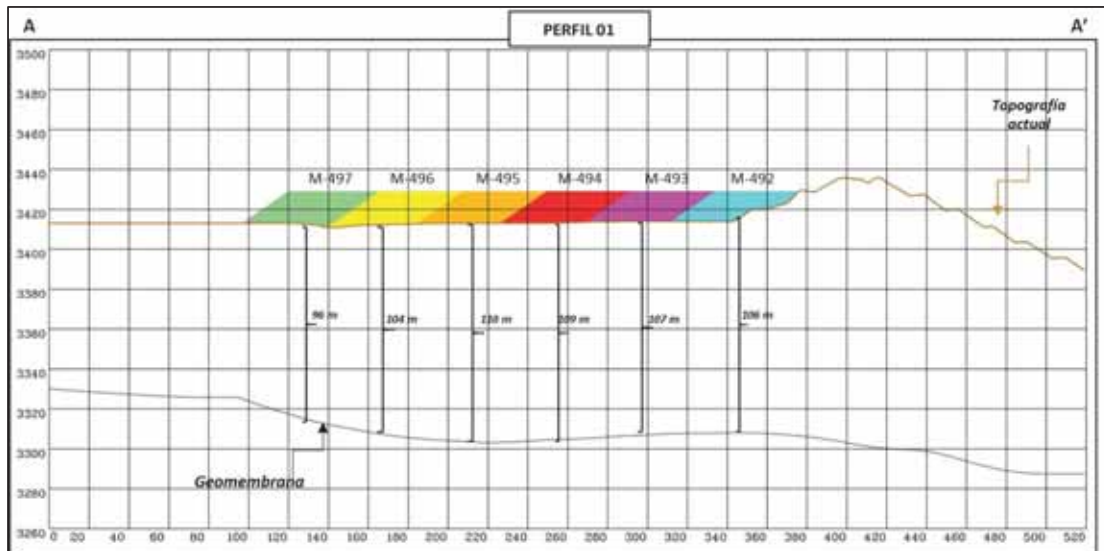


Figura 48 Alturas de Riego en Apilamiento de Pad 2019, U.M. La Arena

CONCLUSIONES

- Existe un orden en el proceso de planeación, pero el trabajo de planear en sí es un trabajo a criterio del planeador, basado en experiencia y conocimientos adquiridos.
- El Planeamiento a corto plazo facilita llevar la operación de manera sostenible, asegurando que el aporte de mineral sea continua.
- La confiabilidad de un Plan de Minado dependerá de la calidad de información que se procesa, además de situaciones operativas que no son controlados por el área de planeamiento.

RECOMENDACIONES

- La comunicación efectiva entre las áreas involucradas facilitará las tareas para cumplir el objetivo común.
- Es recomendable estandarizar espaciamientos de malla en base a pruebas y tomando en cuenta contactos geológicos y geotécnicos.

BIBLIOGRAFÍA

- ACKOFF, R. (2011). Definición de Planeamiento. *Planeamiento Estratégico*.
- CALDER, P. (2003). *Tópicos de Ingeniería de Minas a Tajo Abierto*. Santiago, Chile: Full Edition.
- CATERPILLAR. (2010). Especificaciones del Camión de Minería 777F. *Camión de Minería 777F*.
- CENTRO NACIONAL MINERO. (2001). Ventajas y Desventajas de la Minería a Tajo Abierto. *Fundamentos de Minería a Cielo Abierto*.
- MARIO F. NUÑONCA B. (2012) PLAN DE MINADO A CORTO PLAZO DE LA UNIDAD MINERA ANTAPACCA Y – XSTRATA COPPER.
- DEFINICIÓN DE PLANEAMIENTO. (2011). *Planeamiento Estratégico*, de <http://definicion.de/planeacion/>
- EL RINCÓN MINERO. (s.f.). *Procesos Productivos en Minería a Cielo Abierto*, de <http://ingenieroenminas.com/procesos-productivos-en-mineria-a-cielo-abierto/>
- MUNIER, N. (s.f.). *Planificación y Control de la Producción*. 2019, de http://www.frlp.utn.edu.ar/web/syllabus_industrial/nivel_IV/planificaci%F3n_control_producci%F3n.pdf
- OCHANTE, J. (s.f.). *Ley de Corte (Ley Cutt Off)*. 2019, de <http://www.slideshare.net/yorl10/ley-de-cut-off-ley-de-corte>
- Conceptos Sobre uso de Herramientas de Software, <https://www.maptek.com/cl/>
- VAZQUES, A., Galdanes, B., & Le-Feaox, R. (2009). *Apuntes Preliminar de Cielo Abierto*. Santiago, Chile: Publicaciones Mine Works.
- VELÁQUEZ, M. (2009). Planeamiento de Minado. *ESAN*, 2-3.

ANEXOS 01



Fases de Minado Tajo Calaorco



Carguío y Transporte – Tajo Calaorco



Inspección en Campo – Tajo Calaorco



Replanteo de Mallas de Perforación – Tajo Calaorco



Levantamiento de Taladros de Perforación – Tajo Calaorco



Difusión de Plan de Minado Semanal – U.M. La Arena S.A.



Reunión diaria, Reparto de Guardia – U.M La Arena S.A.



Coordinaciones en Campo – Tajo Calaorco



Control de Derrames, Crestas y Toes – Tajo Calaorco

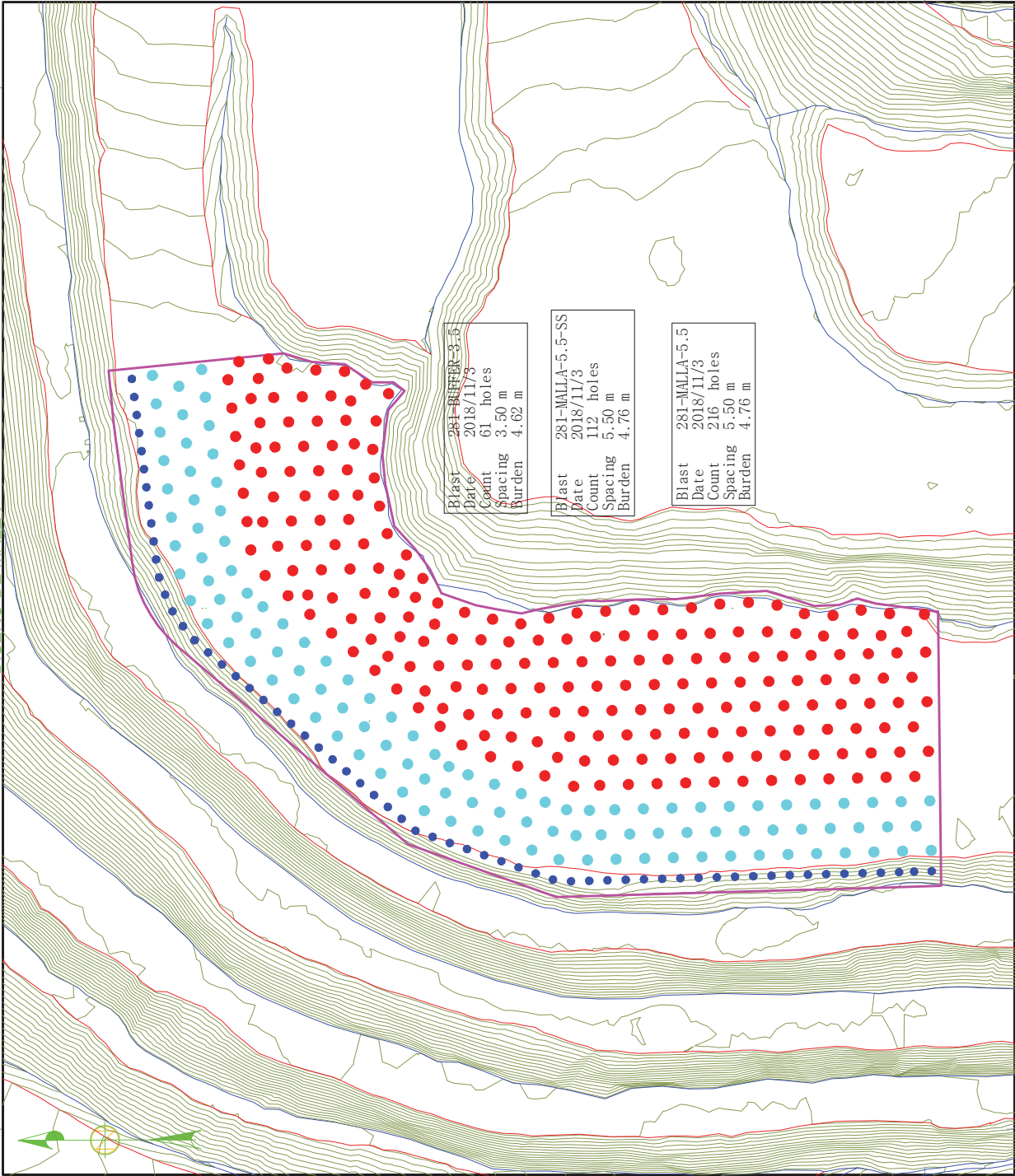
ANEXOS 02

- **Anexo 1.** Actualización de avance diario de Tajo, Pad y Botadero.
- **Anexo 2.** Diseño de malla de perforación, Proyecto 281.
- **Anexo 3.** Forma correcta de diseñar una malla de perforación.
- **Anexo 4.** Mapa Vial La Arena S.A.
- **Anexo 5.** Distancia del Tajo a centros poblados cercanos.
- **Anexo 6.** Cronograma de Ejecución de Tajo Calaorco.
- **Anexo 7.** Plano Arreglo General de la mina.
- **Anexo 8.** Diseño Final tajo y perfiles.
- **Anexo 9.** Apilamiento Final botadero 02 y perfiles.
- **Anexo 10.** Diseño Operativo de la Fase 3B Botadero 02.

DISEÑO

DISEÑO DE MALLA

TAJO CALAORCO



Blast 281-BUFFER-3-5
 Date 2018/11/3
 Count 61 holes
 Spacing 3.50 m
 Burden 4.62 m

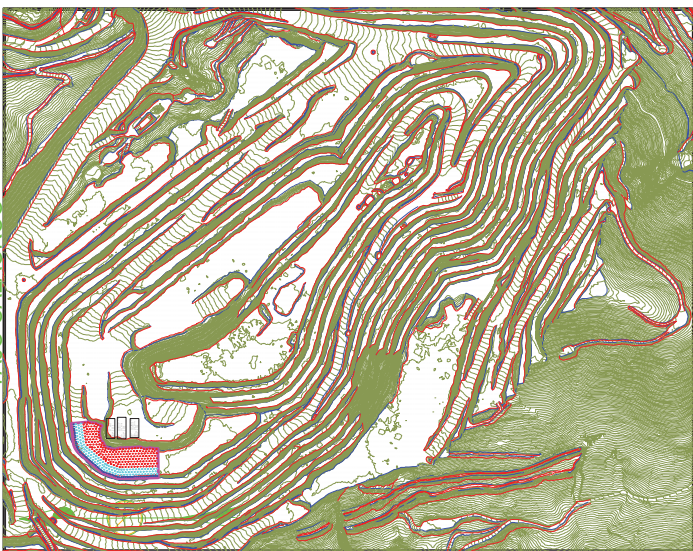
Blast 281-MALLA-5.5-SS
 Date 2018/11/3
 Count 112 holes
 Spacing 5.50 m
 Burden 4.76 m

Blast 281-MALLA-5.5
 Date 2018/11/3
 Count 216 holes
 Spacing 5.50 m
 Burden 4.76 m

9126400

LEYENDA

TALADROS DE PRODUCCION	
TALADROS DE BUFFER	
POLIGONO DE MALLA	
GRILLA	
CURVA MAYOR	
CURVA MENOR	
CRESTA	
TOE	



8.1. OPERACIONES MINA
Vº Bº

PLANEAMIENTO MINA
Vº Bº

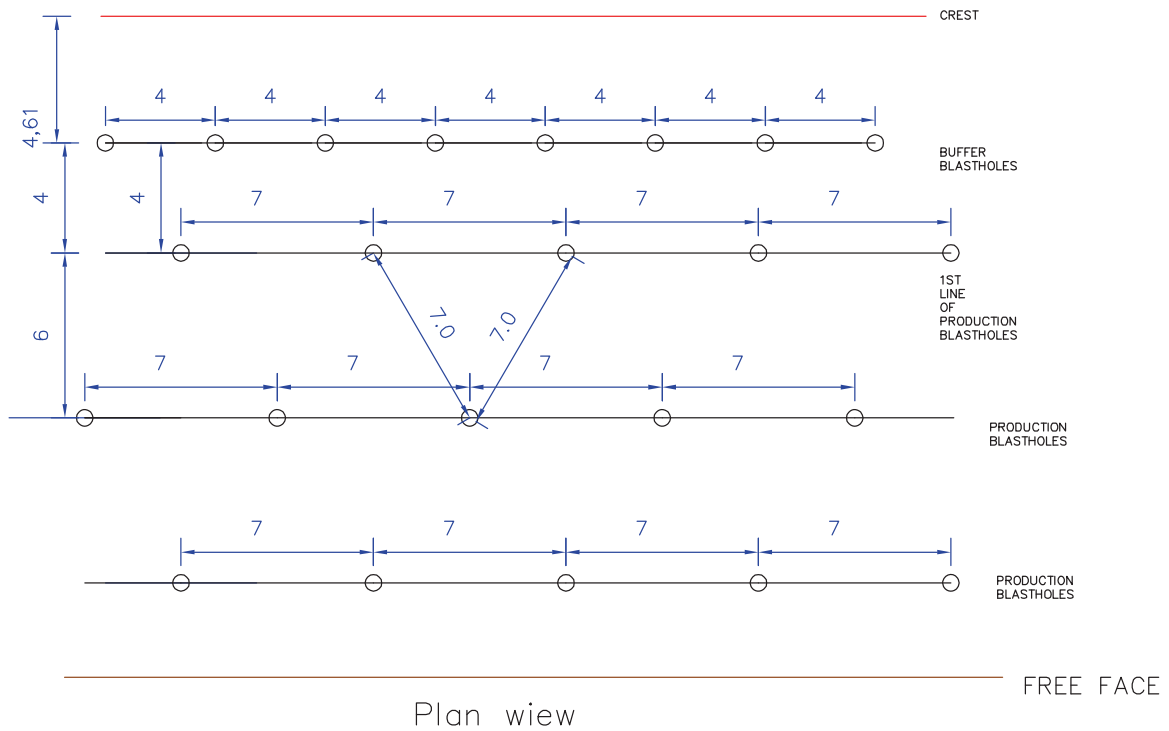
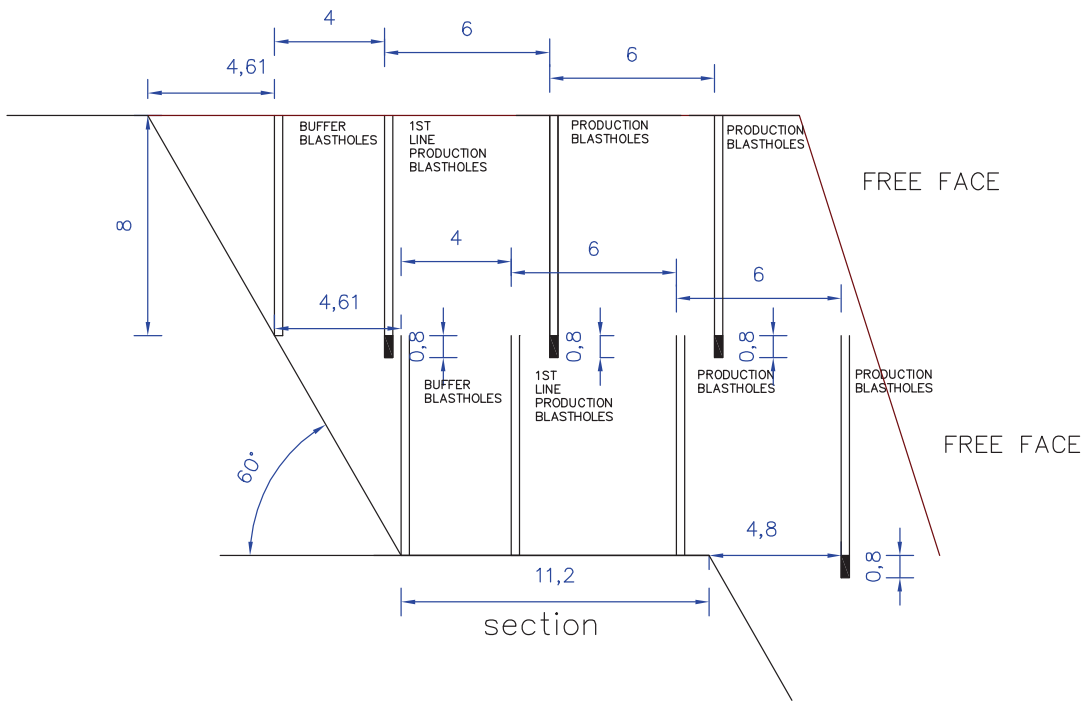
GEOLOGIA MINA
Vº Bº

PERFORACION & VOLADURA
Vº Bº

EXSA 0
Vº Bº

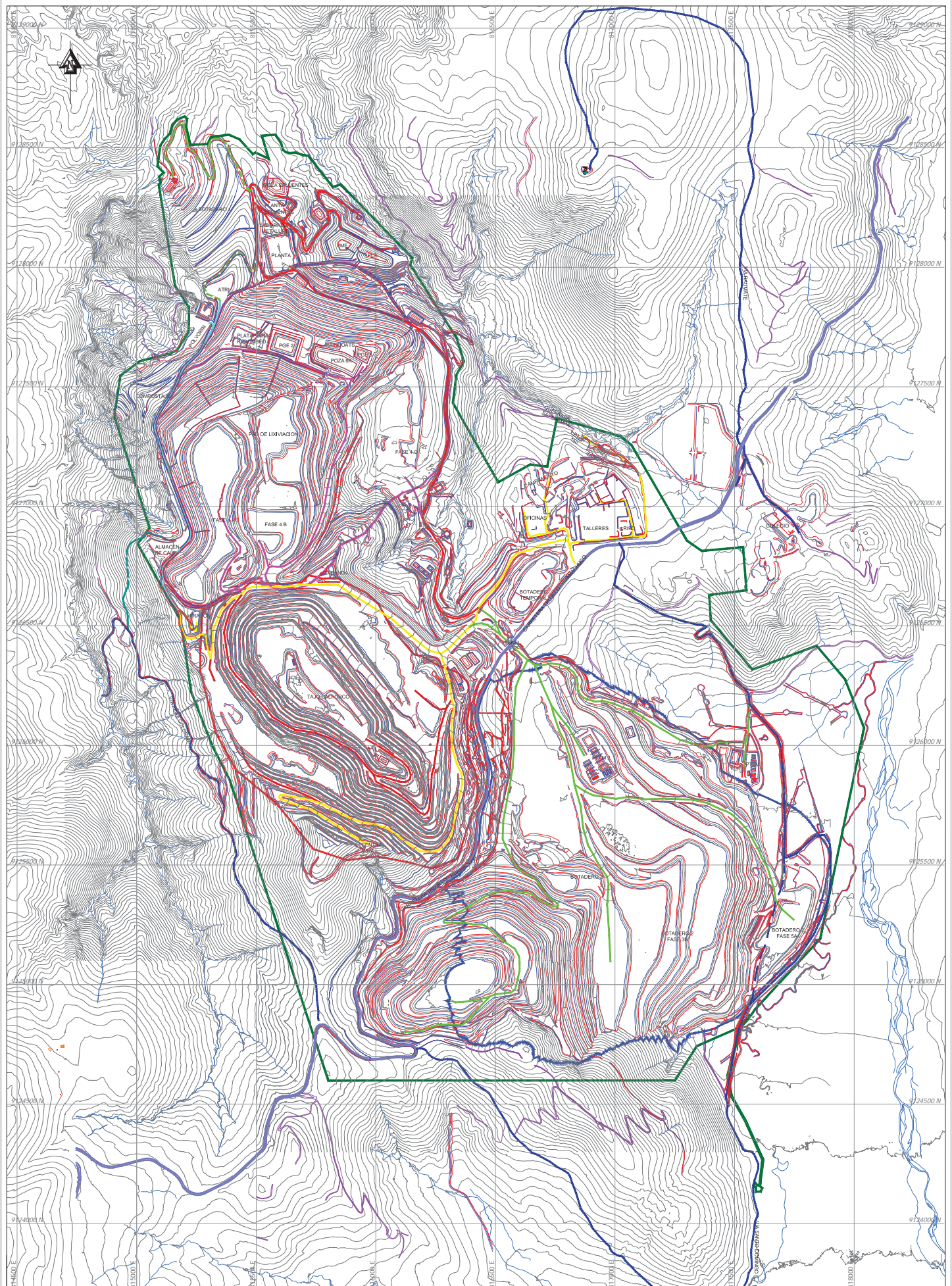
	PLANEAMIENTO MINA
PREPARADO: PLANEAMIENTO MINA	PLANO DE DISEÑO DE MALLA
ESCALA: 1:1000	PROYECTO DE VOLADURA Nº 281
FECHA: 3336	
BANCO: 11/12/2018	

Double bench—Bench angle 60° – GRID 7 m x 7 m Waste—Intrusive



Plan view

LA ARENA		PLANEAMIENTO	
Proyecto : DISEÑO DE MALLA		LA ARENA	
Dibujado : R. VEGA		TAJO CALAORCO	
Preparado : R. VEGA		Escala : S/E	
Revisado : J. CABRERA		Fecha 10/09/14	
Aprobado : L. JORDAN		Detalles: WGS 84 Archivo : A3	
Ruta : C:\Users\VEGA\Desktop\DISERNO_MALLA_ROCA\MALLA_75_5x5x5(M30).dwg			










LEYENDA CARRETERA ASFALTADA CURVA MAYOR CURVA MENOR CRESTA TOE	 VIA OFICINAS CAMPAMENTOS VIA ALIZAR VIA TAJO CALAORCO VIA PAD LIMVIACION		VIA BOTADERO 02 VIA COMUNIDAD VIA POLVORIN VIA PLANTA PROCESOS ADR	

TANCHE PERU SUPERINTENDENCIA DE PLANEAMIENTO	
U. M. LA ARENA MAPA VIAL LA ARENA	
PROYECTO: LA ARENA INSTITUCION: PLANEAMIENTO SIENA ASESOR: MARIO GIL ASESOR: ALEX FERNANDEZ DISEÑADOR: EDUARDO DUELA	ESCALA: 1:5000 FECHA: 2005/04/20 HOJA: 01/01

DISTANCIAS A CENTROS POBLADOS

LA PERDIZ - PARTE ALTA

Leyenda

-  DISTANCIA LIMITE TAJO - LA RAMADA (1.49 Km)
-  DISTANCIA LIMITE TAJO - ALIZAR (0.48 Km)
-  DISTANCIA LIMITE TAJO - CEMENTERIO (0.68 Km)
-  DISTANCIA LIMITE TAJO - LA ARENA (0.68 Km)
-  DISTANCIA LIMITE TAJO - LA PERDIZ PARTE ALTA (2.32 Km)
-  DISTANCIA LIMITE TAJO - PEÑA COLORADA (2.76 Km)
-  HUELLA MEIA III TAJO CALAORCO

LA ARENA

HUELLA MEIA III - TAJO

CEMENTERIO

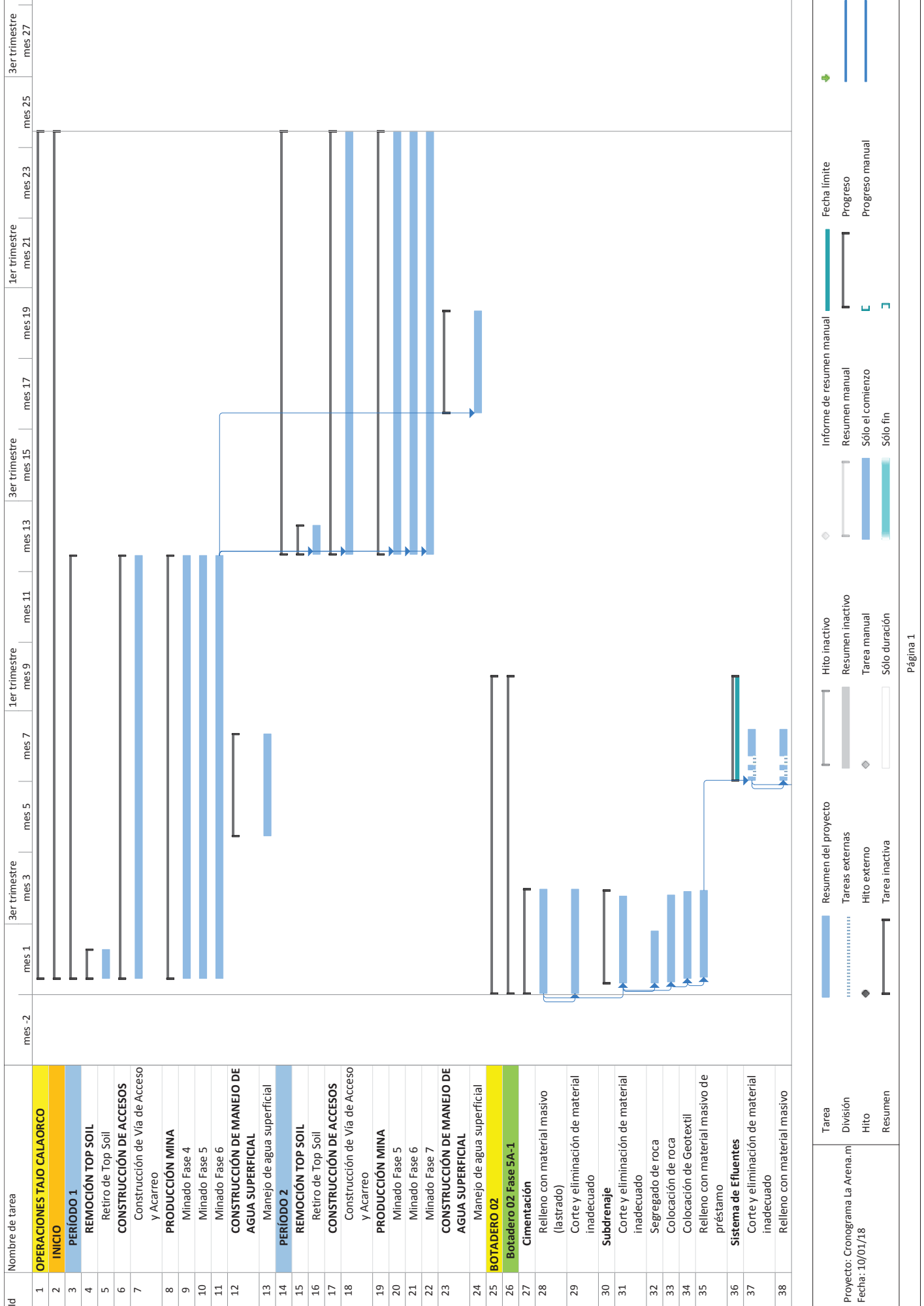
LA RAMADA

PEÑA COLORADA

ALIZAR



2 km



Id	Nombre de tarea	3er trimestre		1er trimestre		3er trimestre		1er trimestre		3er trimestre		1er trimestre		3er trimestre		
		mes -2	mes 1	mes 3	mes 5	mes 7	mes 9	mes 11	mes 13	mes 15	mes 17	mes 19	mes 21	mes 23	mes 25	mes 27
39	Preparación y colocación de soil liner															
40	Instalación de geomalla															
41	Colocación de tubería perforada o sólida de colección															
42	Colocación de grava para sistema de subdrenaje															

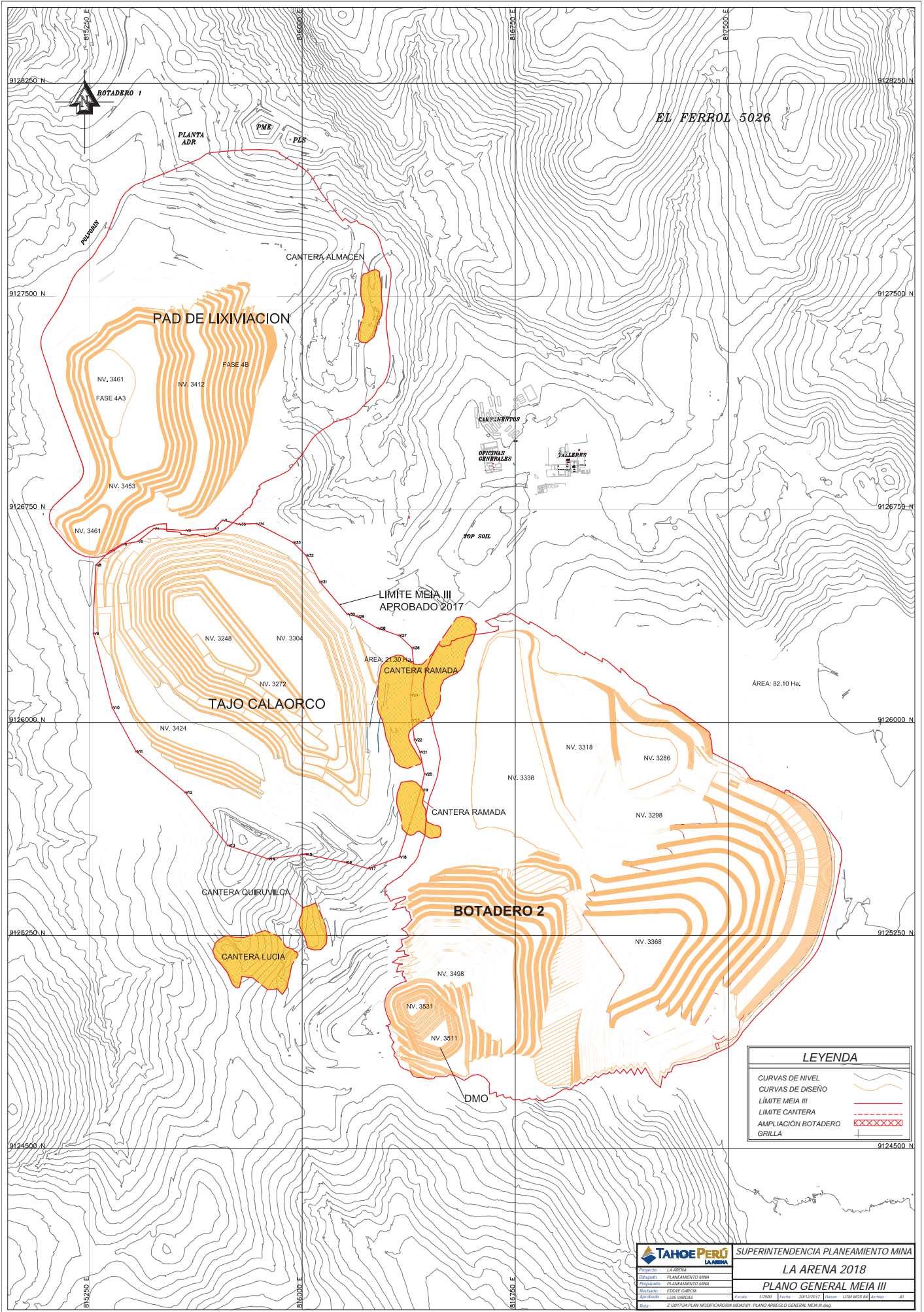


Tarea **Resumen del proyecto** **Hito inactivo** **Informe de resumen manual** **Fecha límite**

División **Tareas externas** **Resumen inactivo** **Resumen manual** **Progreso**

Hito **Hito externo** **Tarea manual** **Sólo el comienzo** **Progreso manual**

Resumen **Tarea inactiva** **Sólo duración** **Sólo fin**



EL FERROL 5026

BOTADERO 1

PAD DE LIXIVIACION

CANTERA ALMACEN

TAJO CALAORCO

LIMITE MEIA III APROBADO 2017

AREA: 21.30 Ha.

CANTERA RAMADA

CANTERA RAMADA

BOTADERO 2

CANTERA QUIRUVILCA

CANTERA LUCIA

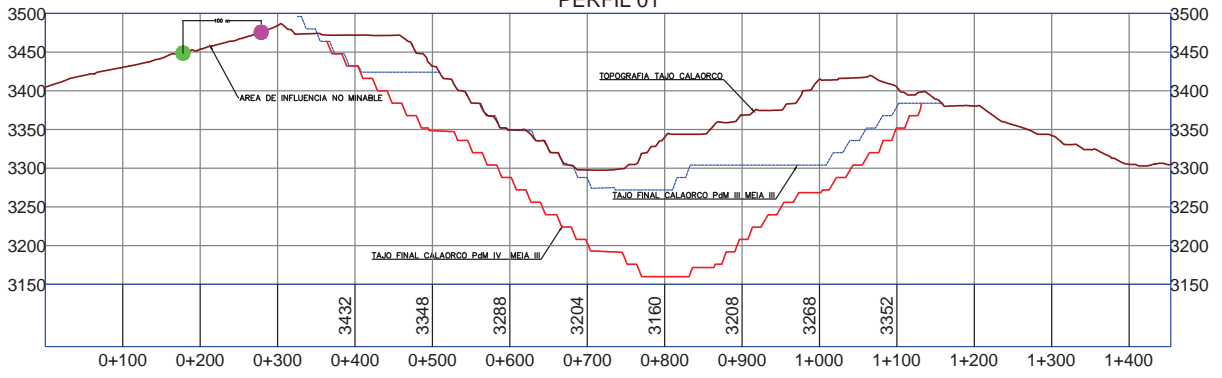
DMO

AREA: 82.10 Ha.

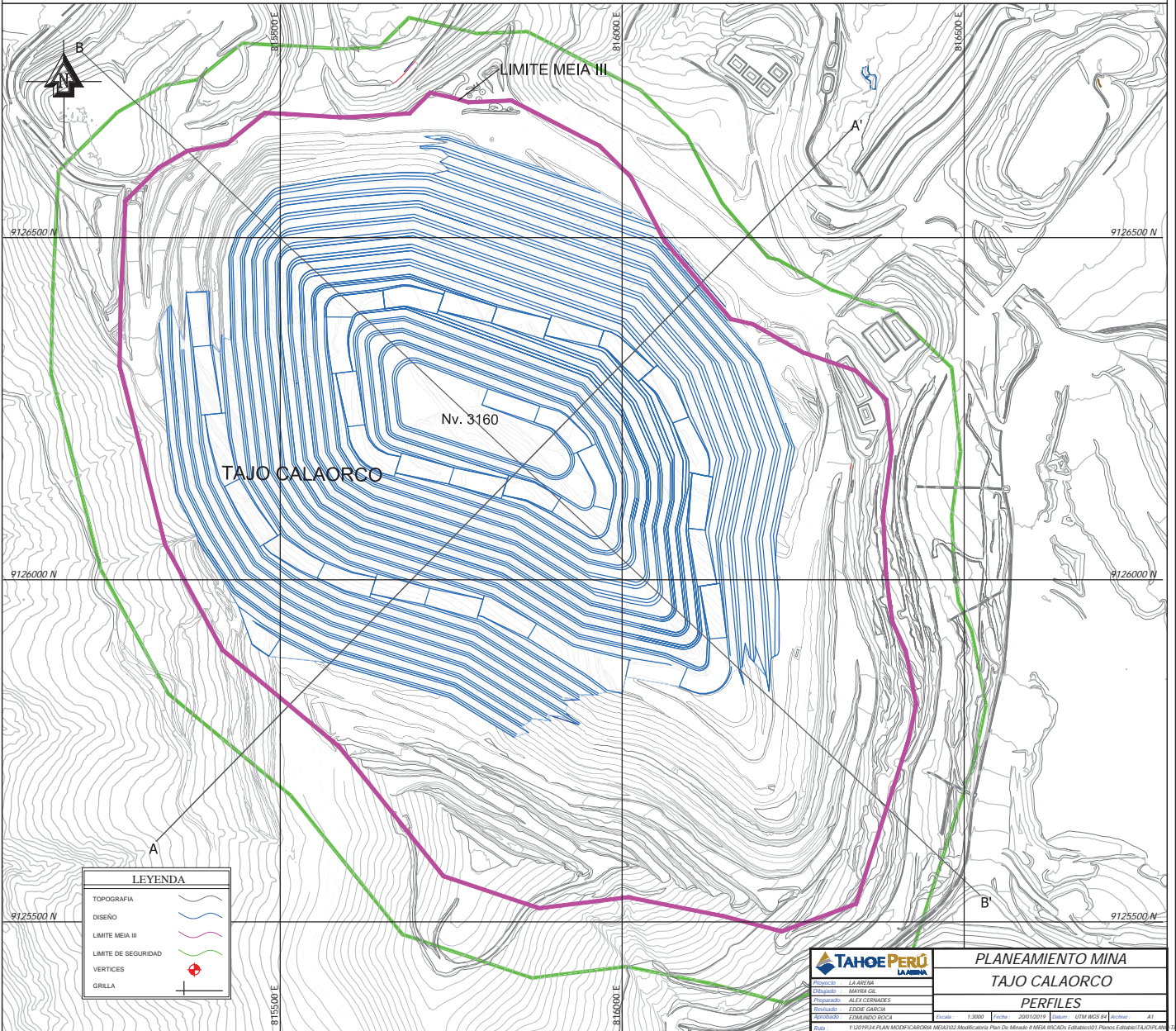
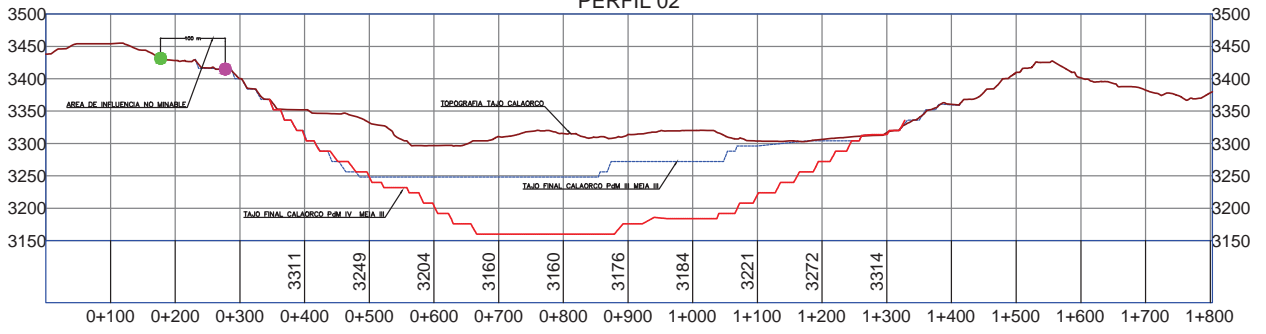
LEYENDA	
CURVAS DE NIVEL	
CURVAS DE DISEÑO	
LIMITE MEIA III	
LIMITE CANTERA	
AMPLIACION BOTADERO	
GRILLA	

	SUPERINTENDENCIA PLANEAMIENTO MINA	
	LA ARENA 2018	
	PLANO GENERAL MEIA III	
	Proposición: LA ARENA Diseñado: PLANEAMIENTO MINA Preparado: PLANEAMIENTO MINA Revisado: EDYTE GARCIA Aprobado: GUY BARRERA	Escala: 1/2500 Fecha: 2012/05/17 Sistema: UTM WGS 84 Formato: A1
Base: Z:\017154 PLAN MODIFICACIONES MEIA301 - PLANO ARREGLO GENERAL MEIA III.dwg		

PERFIL 01

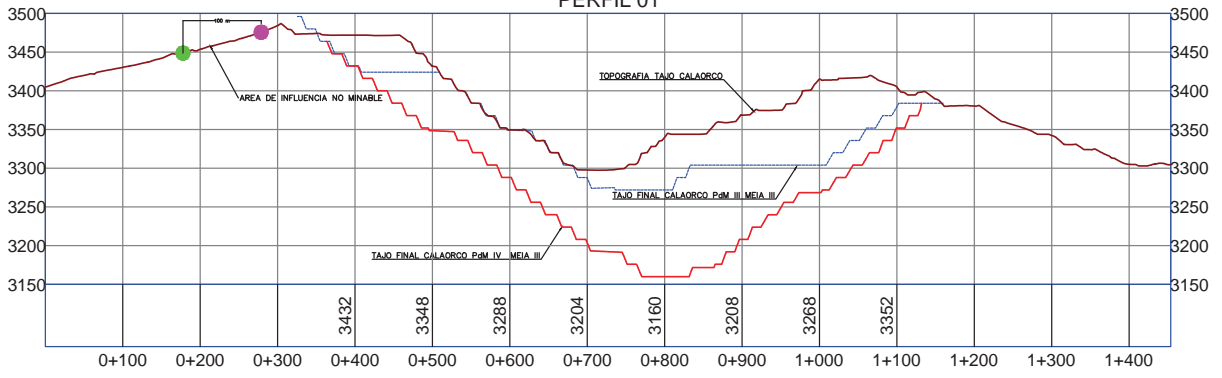


PERFIL 02

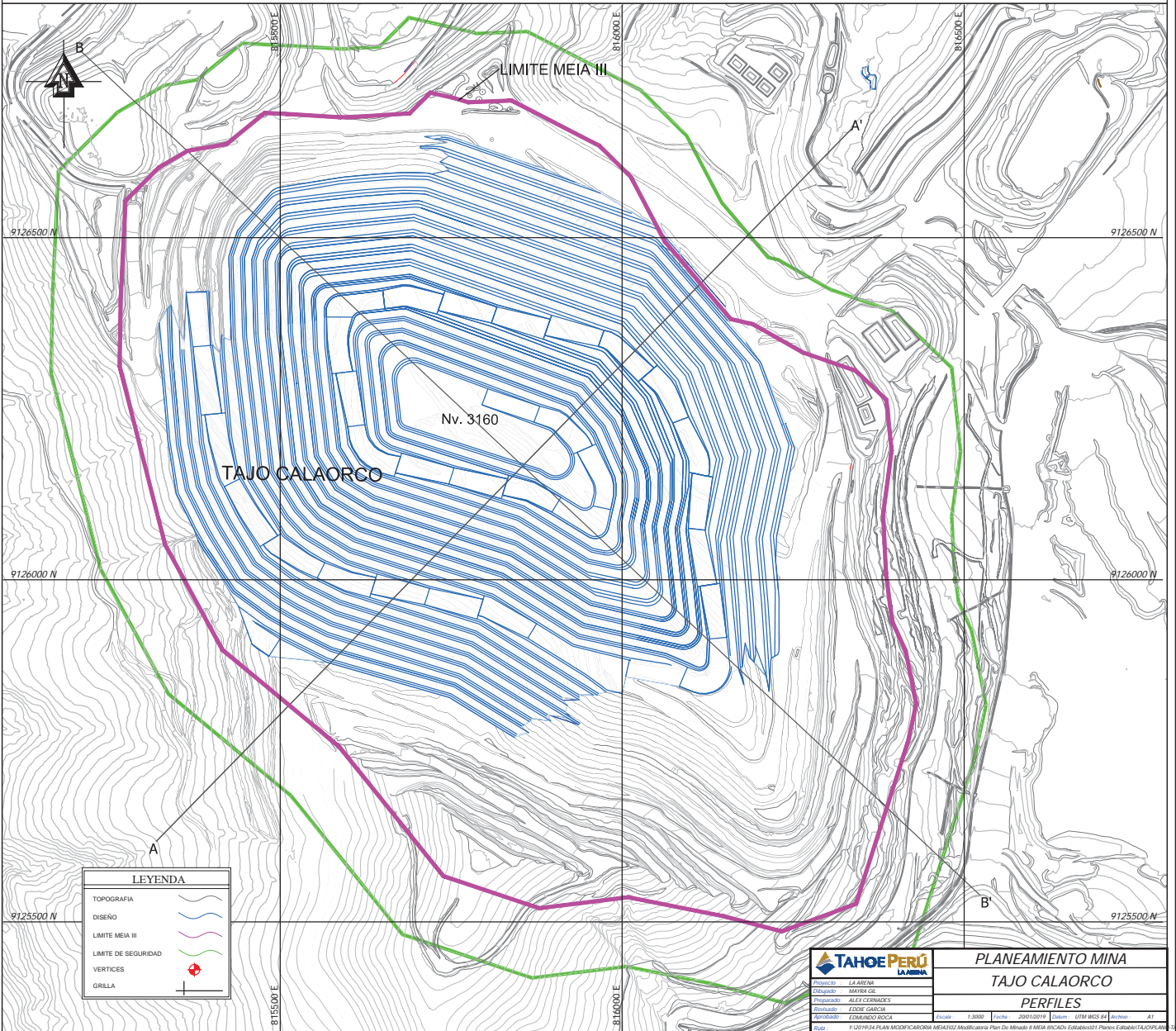
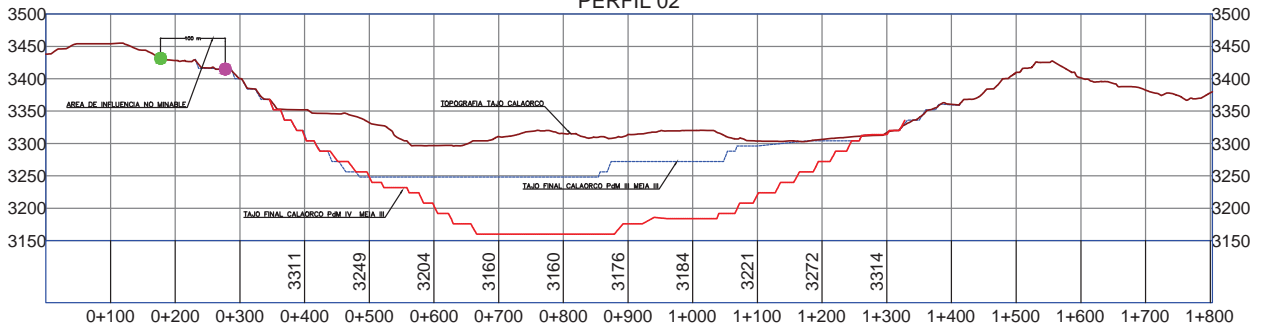


	PLANEAMIENTO MINA	
	TAJO CALAORCO	
	PERFILES	
	Proyecto: LA ARIMA Cliente: MINERA SA Preparado: ALEX CERNADES Revisado: EDOE GARCIA Aprobado: EDUARDO ROSA	Escala: 1:500 Fecha: 2021/02/24 Sistema: UTM WGS 84 Hoja: 41

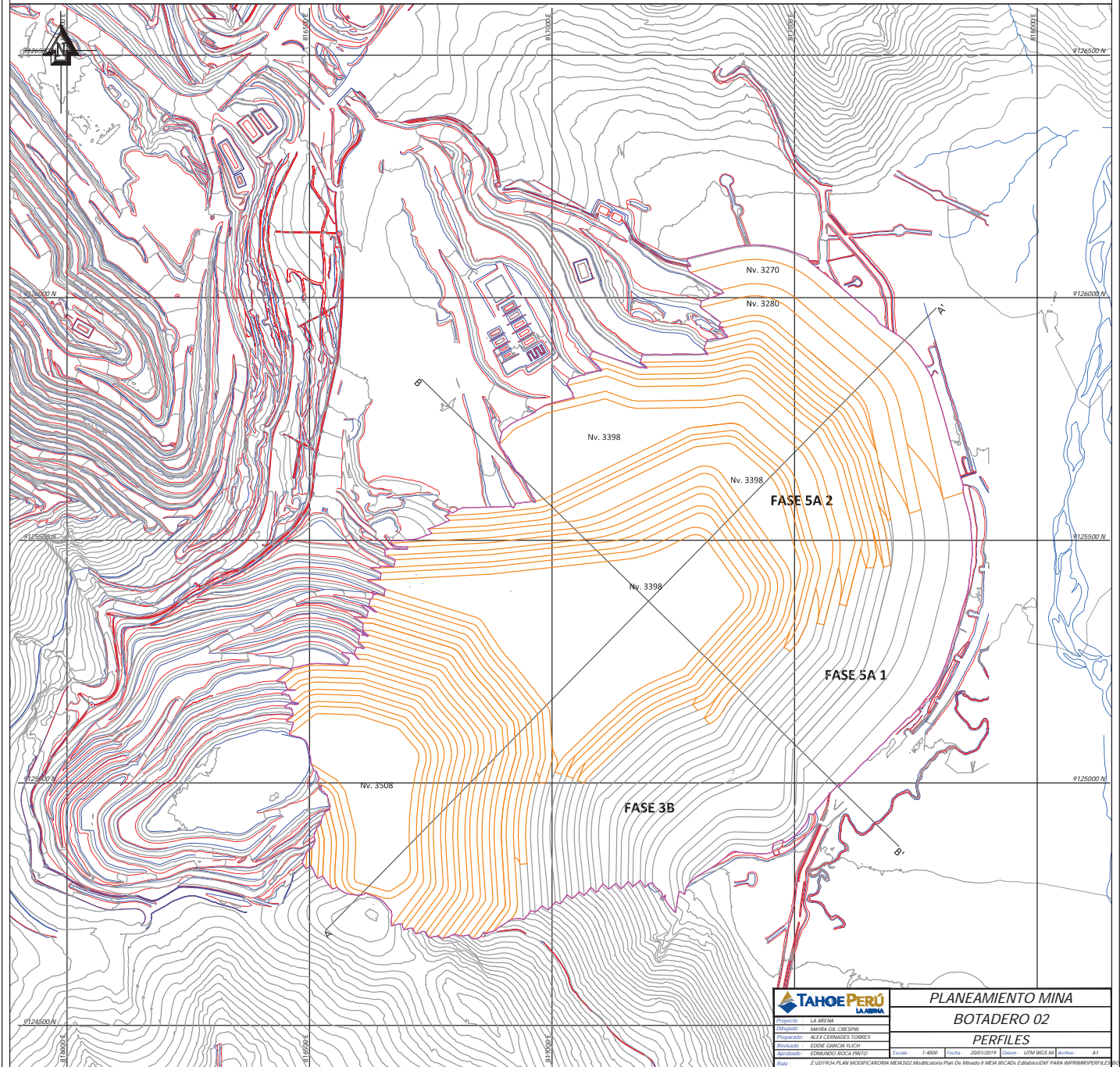
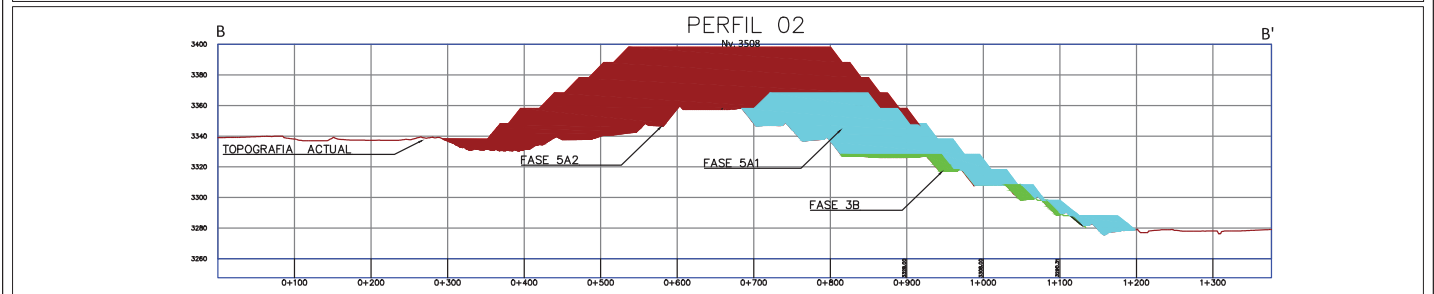
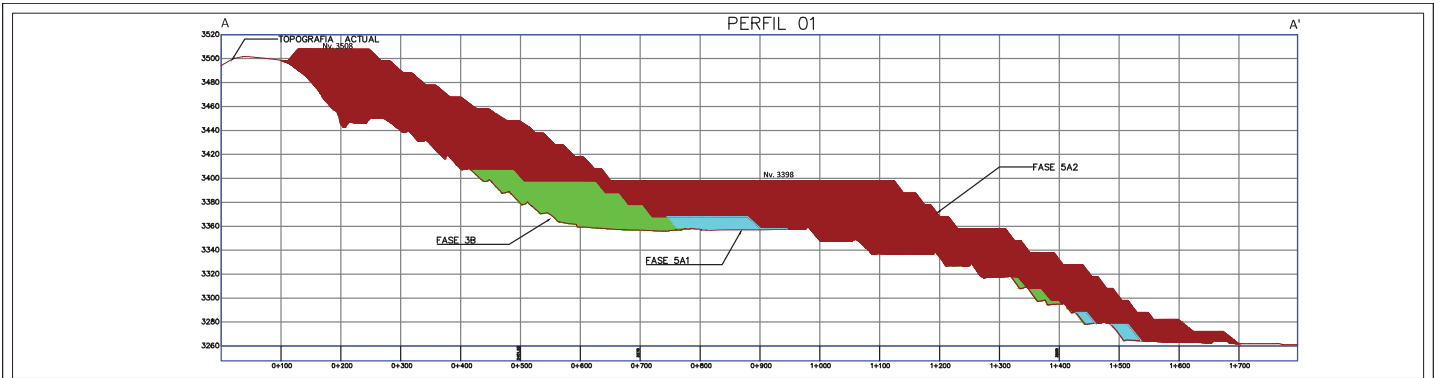
PERFIL 01



PERFIL 02



		PLANEAMIENTO MINA TAJO CALAORCO PERFILES	
Proyecto: LA ARIMA Cliente: MINERA SA Preparado: ALEX CERNADES Revisado: EDOE GARCIA Aprobado: EDUARDO ROSA	Escala: 1:500 Fecha: 2021/02/24 Sistema: UTM WGS 84 Hoja: 41	Base: V-1201934 PLAN MODIFICACION REVISI22 Modificacion Plan De Minao 4 MEIA BICAD3 Estacion101 Planos Estadio TAJOPLAN	



	PLANEAMIENTO MINA	
	BOTADERO 02	
	PERFILES	
	Proyecto: LA ARINA Cliente: MINERA CIA. COBSON Preparado: ALEX CERVANTES TORRES Revisado: EDOR GARCIA TILCH Aprobado: EDUARDO RIVERA FERRIZ	Escala: 1:4000 Fecha: 2021/2021 Hoja: 07M1002 04 Accesorio: A1
Base: 2-D01934 PLAN MODIFICACION ME14302 Modificacion Plan De Minao 8 ME14302 Elaborado ENF PARA IMPRIMIR/PERFILES		

Apilamiento Botadero 02- Fase 3B

