



UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO
DEPARTAMENTO DE MINAS, METALURGIA
Y GEOLOGIA

**“OPERACIONES MINERAS QUE SE REALIZAN PARA LA
OBTENCION DEL ORO EN EL YACIMIENTO AURIFERO DE
METASOMATISMO DE CONTACTO DE LAS MINAS LA SUBIDA-
SAN ANDRES”**

**REPORTE DE OPERACIÓN MINERA PARA OPTENER EL
TITULO DE LA LICENCIATURA EN INGENIERO DE MINAS**

PRESENTA:
FRANCISCO JAVIER MENA LOZANO
MAYO DEL 2015

Guanajuato, Gto., junio de 2015

Asunto: **Aprobación de Trabajo
de Titulación.**

**DR. LUIS ENRIQUE MENDOZA PUGA
DIRECTOR DE DIVISION DE INGENIERIAS
CAMPUS GUANAJUATO
P R E S E N T E.**

Los que suscriben, revisores del trabajo, que como requisito para obtención de Título Profesional, fue presentado a revisión por:

C. Francisco Javier Mena Lozano

Pasantes del Programa Educativo de Ingeniero de Minas de la División de Ingenierías del Departamento de Ingeniería en Minas, Metalurgia y Geología de la Universidad de Guanajuato, en la modalidad de **Trabajo de Ejercicio Profesional**, con el Título:

**“Operaciones Mineras que se realizan para la Obtención del Oro en el
Yacimiento Aurífero de Metasomatismo de Contacto
de las Minas La Subida – San Andrés”**

Una vez leído, analizado y revisado el trabajo, ha sido aprobado para que continúen con los trámites requeridos para solicitar fecha y sustenten examen.

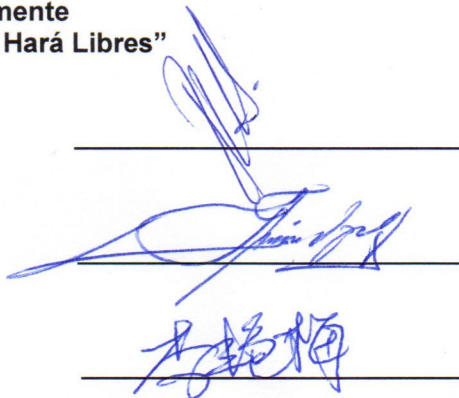
Sin más por el momento reciba un cordial saludo.

**Atentamente
“La Verdad Os Hará Libres”**

M.C. B, Ricardo Marín Herrera
Director del Trabajo

M.C. Federico Vogel González
Sinodal del Trabajo

Dra. Yanmei Li
Sinodal del Trabajo



C.c.p.- Archivo.

DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CAMPUS GUANAJUATO
Ex-Hacienda San Matías s/n, 36000, Guanajuato, Gto., Tels. (473) 732 22 91, Fax (473) 732 38 64

Dedicatorias y Agradecimientos

Dedico este trabajo profesional a mis tres hijos; Francisco, Victor y Renata, a mi esposa Liliana, a mi madre Rosa Amelia, y por ultimo a mis hermanos; Omar, Jacsiry y Edwin.

Tengo profundo agradecimiento a cada uno de los profesores del departamento de Minas, Metalurgia y Geología que fueron los que me formaron al estudiar esta interesante y hermosa licenciatura en ciencias de la tierra.

También un aplauso y agradecimiento a los Ings. Roberto Diaz Colunga y Jose de Jesus Lopez Orduña que con el apoyo de la empresa minera Goldcorp me dieron la oportunidad y la facilidad de cumplir una de mis metas.

Índice

1.- Antecedentes	(pág. 1)
2.- Entorno Físico	(pág. 2)
2.1.- Localización.....	(pág. 2)
2.2. - Vías de acceso.....	(pág. 3)
2.3.- Clima.....	(pág. 3)
2.4.- Fisiográfica.....	(pág. 3)
3.- Servicios	(pág. 5)
3.1.- Agua.....	(pág. 5)
3.2. – Electricidad.....	(pág. 8)
4.- Entorno Geológico	(pág. 10)
4.1.- Geología Regional.....	(pág. 10)
4.2. – Geología Local.....	(pág. 13)
4.3.- Yacimientos Minerales.....	(pág. 16)
5.- Descripción de los Procesos Principales	(pág. 20)
5.1.- Descripción de Procesos de Mina.....	(pág. 20)
5.1.1.- Sistema de Explotación.....	(pág. 20)
5.1.2.- Metas de Desarrollo.....	(pág.26)
5.1.3.- Barrenación y Voladuras.....	(pág. 28)
5.1.4.-Rezagado y Acarreo.....	(pág. 32)
5.1.5.-Relleno con tepetate seco.....	(pág. 34)
5.1.6.- Zarpeo y Anclaje.....	(pág. 36)
5.1.7.- Sistema de Ventilación.....	(pág. 41)

6.- Seguridad y Ecología.....	(pág. 44)
6.1.- Programas de Seguridad.....	(pág. 44)
6.2.- Ecología.....	(pág. 46)
6.3.- Refugio Minero.....	(pág. 47)
6.3.1.- Manual para la operación del Refugio Minero.....	(pág. 48)
6.3.2- Suministros de la Cámara.....	(pág. 51)
6.3.3.-Equipamiento de la Cámara.....	(pág. 52)

Figuras y Fotografías

Figura 1.- Plano de localización

Figura 2.- Diagrama de flujo bombeo de agua

Figura 3.- Diagrama de subestación eléctrica

Figura 4.- Geología Regional 1

Figura 5.- Geología Regional 2

Figura 6.- Geología Regional 3

Figura 7.- Ubicación de minas del distrito

Figura 8.- Planta de minas sector norte y sur

Figura 9.- Sección de minas sector norte y sur

Figura 10.- Corte y relleno convencional: usado para vetas > 6mts.

Figura 11.- Doble corte y relleno: usado para vetas > 6mts. < 8mts.

Figura 12.- Cuartos y pilares: usado para vetas > 8mts.

Figuras 13 y 14.-Metodo de minado utilizado

Figura 15.-Sección longitudinal del área de las deysis

Figura 16.-Sección Longitudinal del C/cañón 50 y proyecto los diegos

Figura 17 y 18.-Plantillas de barrenación para desarrollos

Figura 19.-Plantillas de barrenación para rebajes

Figura 20.-Historial de la producción de las minas Subida – San Andres

Figura 21.-Diagrama de cómo estaba la ventilación en La Subida – San Andres

Figuras 22 y 23.- Diagrama actual de la ventilación en La Subida – San Andres y
comportamiento de flujos del 2009 al 2014

Fotografías 1 y 2.- Se muestra estación de bombeo y tanque afuera de mina

Fotografía 3.- Subestación eléctrica

Fotografía 4.-Barrenación de rebajes con jumbo

Fotografía 5.- Rezagado de rebaje con scoop tram

Fotografía 6.- Cargado de mineral a camiones

Fotografía 7.- Relleno de rebajes con tepetate seco

Fotografías 8 y 9.- Lanzado de concreto vía húmeda y vía seca

Fotografía 10.- Anclaje de split set con jumbo

Fotografía 11.- Anclaje de split set con máquina de pierna

Fotografía 12.- Cartucho de cemento con alma de acero

Fotografía 13.- Anclaje de varilla corrugada y malla con jumbo

Fotografía 14 y 15.- Personal tomando los programas de capacitación

Fotografía 16, 17, 18, y 19.- Carteles y eslogan referentes a la seguridad industrial

Fotografías 20 y 21.- Capacitación del refugio minero

Fotografía 22.- Cámara de refugio minero para emergencias

Fotografías 23 y 24.- Suministro de la cámara

Fotografías 25 y 26.- Equipamiento del refugio minero

1. Antecedentes

La historia del The Guerrero Gold Belt comenzó cuando el oro fue descubierto en Xochipala en 1924 por la familia Franco Urias, quien operaba una pequeña propiedad familiar. Ellos minaron y molieron hasta 1988, produciendo 360,000 onzas de oro.

La mina Nukay empezó con su operación en 1947, como una pequeña mina subterránea de corte y relleno. El oro que se produjo es lo que entonces se describió como depósitos manto y el relleno de fisuras en vetas. Alrededor de 500,000 toneladas métricas de mineral con una ley de 18 gr/ton de Au (290,000 oz Au) se extrajeron entre 1947 y 1964.

Las empresas Miranda Mining Corporation (Miranda), Teck, Industrias Peñoles S.A. de C.V. (Peñoles) y Newmont Mining Corporation (Newmont), llevaron los primeros descubrimientos resultantes de la exploración con barrenamiento a diamante: proyecto de Peñoles-Newmont Bermejil (1987) y el proyecto Los Filos de Teck-Miranda (1997). Para el 2004 la empresa minera canadiense Goldcorp adquiere estos proyectos, así como las minas subterráneas de Nukay que estaban en operación.

Goldcorp es una de las compañías mineras más grandes a nivel mundial en la producción de oro. Es una compañía canadiense, con el corporativo en Vancouver, Canadá, empleando a más de 10,000 personas a nivel mundial. Goldcorp tiene 16 operaciones de clase mundial y varios proyectos en varias partes del mundo.

En el año 2004 compro el proyecto Los Filos y las minas en operación Nukay, La Conchita, La Subida, San Andres y Los Diegos.

Para el 2006 se empezó la producción de la mina a tajo abierto Los Filos, y en el 2009 se empieza con la expansión de las minas subterráneas.

2. Entorno Físico

2.1. -Localización

La unidad minera Filos – Nukay se encuentra en el poblado llamado Mezcala en la parte central del estado de Guerrero, cerca de varios centros de fama nacional como Iguala, Chilpancingo y a 120 Km. de Acapulco y de la Hidroeléctrica El Caracol.



Figura 1.- Plano de localización

2.2. – Vías de Acceso

El área minera puede ser accesada conduciendo al sur de la ciudad de México a la villa de Mezcala vía autopista 95, la mayor ruta que conecta la ciudad de México y Acapulco. Mezcala, está localizada cerca donde se unen el Río Balsas y dicha autopista, hay 12 Km. de terracería, donde está el proyecto de Los Filos, Bermejál, los depósitos de Nukay, La Agüita, La Subida, y minas La Independencia, que están situadas a las afueras de Mezcala.

El tiempo estimado conduciendo de la Ciudad de México al sitio de las minas es más ó menos de 3 a 4 horas.

2.3. - Clima

Cálido subhúmedo con lluvias en verano y Seco muy cálido y cálido

2.4.- Fisiografía

El área de estudio se encuentra dentro de la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur y en la sub-provincia Balsas – Mezcala según Raiz E. (1959), o Cuenca del Balsas, según Ordóñez (1946). La superficie de la provincia es de 113,000 Km² de terreno accidentado donde únicamente el 6 % de la extensión corresponde a terreno plano (De la O Carreño, 1954). El relieve topográfico de la sub-provincia está formado por valles de fondos estrechos, separados por cerros y promontorios alargados cuyas cimas son estrechas que forman filos, lo que indica que la región se encuentra en estado de madurez, con disección avanzada y bien drenada.

Regionalmente el área está caracterizada por la presencia de grandes montañas de caliza de la Formación Morelos, como el cerro Azul con una altitud de 2,640 metros sobre el nivel del mar (msnm) o de roca granodiorítica como los cerros de la Media Luna y El Limón con 1,600 msnm, localizados a unos 10 Km. al Noroeste del área del proyecto. La pendiente en dichos cerros varía de 35 %, en el cerro Azul, a 70 % en el cerro El Limón, ladera Sur hacia el río Balsas.

Entre las elevadas montañas se encuentran valles intermontanos muy planos, como el de Mezcala a una altitud de 500 a 550 msnm y con una extensión mayor a 10 Km²; el valle de Atzcala, localizado al Norte-Noreste y unos 10 Km. de la unidad minera Los Filos - Nukay, a una altitud de 500 msnm y con 3 Km² de extensión; y el valle de Mazapa a una elevación entre los 900 y 1,000 msnm y con 90 Has de superficie.

El patrón de drenaje de la región es dendrítico, con valles en “V”, rectos, cortando las rocas en profundos barrancos. Las laderas del depósito los Filos son escarpadas, y son comunes los gradientes cercanos a la vertical dentro del área de la mina. La elevación máxima en la cumbre del cerro Los Filos es de unos 1,740 msnm. Los detalles topográficos Como se puede ver en el depósito de Los Filos se ubica en el lado Este de un drenaje mayor que separa el área del tajo propuesto Los Filos y el área del tajo existente La Agüita. Este drenaje fluye hacia el Norte desde el sitio de la mina y es tributario al arroyo de Mazapa, al Norte del poblado del mismo nombre, aproximadamente tres kilómetros hacia el Noroeste aguas abajo del área de Los Filos. Las laderas del valle del lado de La Agüita han sido removidas por las operaciones mineras y se alojaron

depósitos superficiales de tepetate en las laderas con los desechos producto de las operaciones (Bruce, 1999).

3. Servicios

3.1. – Agua

Este consta de cuatro estaciones de bombeo, de un área de clarificación y un tanque de almacenamiento. La primera estación consta de tres bombas centrífugas verticales tipo sump, con motor de 250 HP. En una primera etapa las bombas se encontrarán montadas sobre una plataforma, ubicada dentro de la galería filtrante, dos de las bombas estarán en operación y la otra se mantendrá de reserva, mismas que conducirán el agua proveniente de la galería filtrante hasta la segunda estación. El tiro esta provisto grúa colgante para el mantenimiento del equipo.

Debido a la cantidad de sólidos en suspensión contenidos en el agua proveniente de la noria nukay, aproximadamente de 5000 pmm, es necesario someter el agua a tratamiento básico con la finalidad de eliminar los sólidos contenidos en el agua mediante un sistema de clarificación. De la primera estación el agua se conducirá a dos distribuidores para alimentar a la batería de clarificadores; previo a estos distribuidores, se cuenta con un mezclador estático de 10" de diámetro marca Sulzer cuya función será distribuir el floculante y hacer más eficiente el sistema de clarificación y por tanto, optimizar el consumo de floculante. De acuerdo a proyecto se instalaran ocho clarificadores de placa tipo delta AR de alta resolución modelo AR-3328-3343, de 3343 ft² de área de clarificación efectiva. El cuerpo será fabricado en placa de acero al carbón ASTM A-36 de 1/4" de

espesor de calidad comercial, los internos (clarificadores) fabricados a termofusión en placa de polipropileno de 1/4" y 1/2" de espesor, la descarga contará con válvula de mariposa con actuador electro neumático para control de los lodos en la descarga; el interior del cuerpo (tanque) será recubierto con epoxico de altos sólidos. El agua tratada se conducirá a un tanque (intermedio) de 12 m de diámetro por 3.65 de altura, a este ultimo se conectará a la succión del equipo de bombeo de la segunda estación por medio de una línea de tubería de acero de 14".

La segunda estación consta de seis bombas centrífugas horizontales de 3 X 4 X 9E, modelo DVMX de seis pasos con motor de 400 HP, cuatro de ellas estarán en operación y las restantes se mantendrán de reserva, el agua de ahí se conducirá a la tercera estación de bombeo por medio de dos líneas de 10" diámetro que alimentará al tanque de acero de 12 m de diámetro, de ahí se alimentará a la succión de la bombas de la tercera estación por medio una línea de tubería de acero de 14".



Fotografías 1 y 2.- Se muestra estación de bombeo y tanque afuera de mina

La tercera estación consta de tres bombas centrífugas horizontales de 4X6X10C, modelo DVMX, de 4 pasos con motor de 700 HP; dos bombas operarán normalmente y la restante se mantendrá en reserva; el agua de ahí se conducirá a la cuarta estación de bombeo por medio de una tubería de 14" de diámetro y se conducirá al un tanque de acero de 12 m de diámetro como carcamo de bombeo mismo que alimentara a la succión de la bombas de la cuarta estación por medio de una línea de tubería de acero de 14"; en esta ultima las bombas son iguales a las de la tercera estación; la segunda, la tercera y la cuarta estación contarán con una grúa viajera para mantenimiento de los equipos con capacidad de 3.2 toneladas. El agua de la cuarta estación se conducirá, por medio de una línea de tubería de acero de 14", al tanque de almacenamiento de 31.0 m de diámetro por 7.30 m de altura mismo que se fabricará en acero ASTM A-36, con capacidad de almacenamiento igual a 5507 m3.

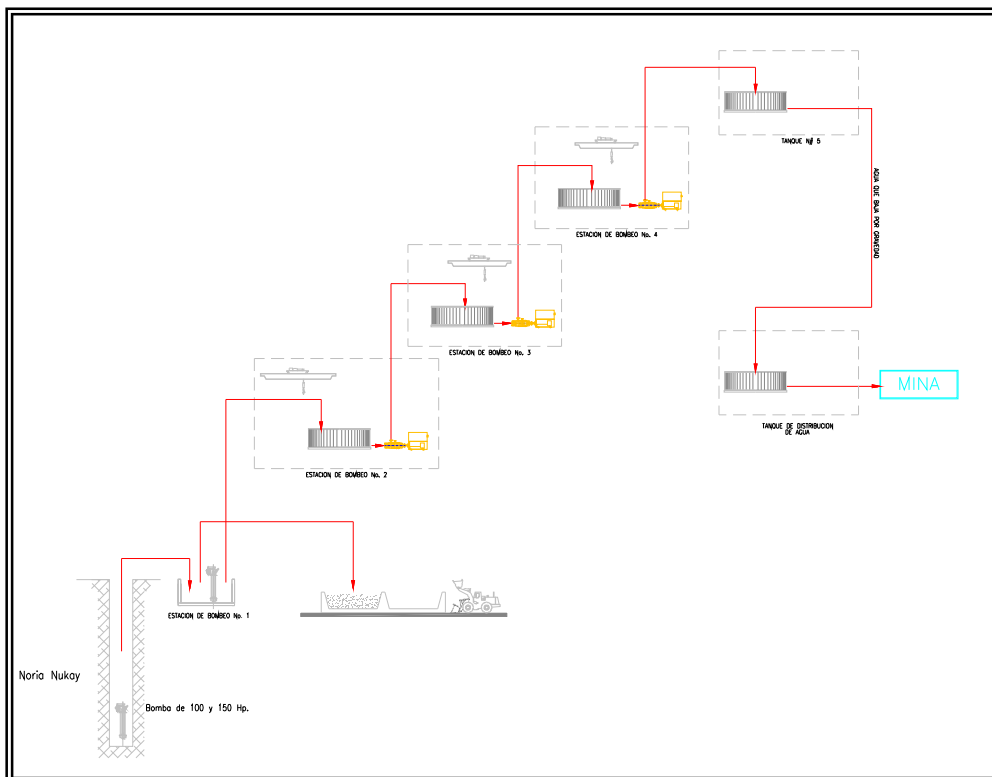


Figura 2.- Diagrama de flujo bombeo de agua

3.2. – Electricidad

CFE abastece la mina con una línea trifásica de 115,000 volts a una subestación que tiene dos transformadores de 12.5 MVA, de donde se transforma a 13,800 volts y se distribuye las minas Open Pit y Underground. En la zona sur de la mina subterránea se cuenta con 2 subestaciones eléctricas, las cuales se ubican sobre la rampa general 75 y el contra cañón 50.

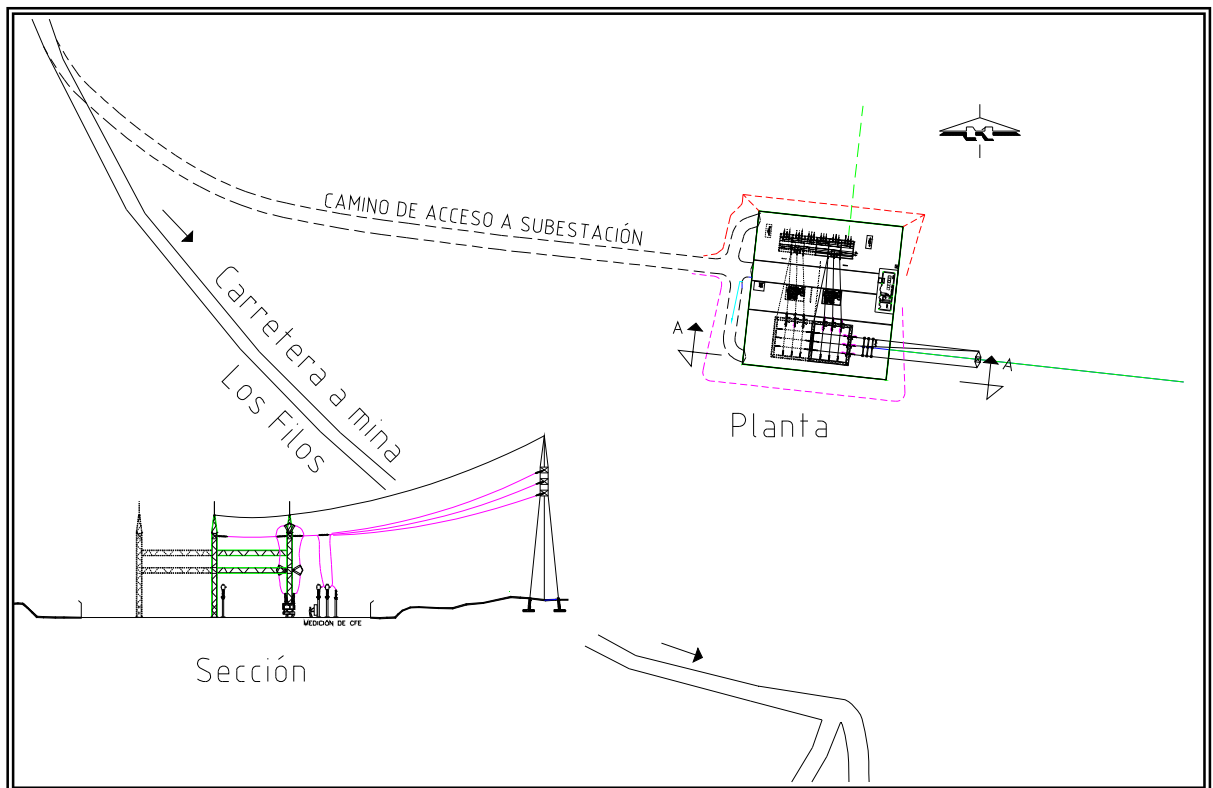


Figura 3.- Diagrama de subestación eléctrica



Fotografía 3.- Subestación eléctrica

4. Entorno Geológico

4.1. – Geología Regional

El área de Los Filos - Nukay se encuentra ubicada donde la placa activa de Cocos y la placa Rivera subducen a la placa Norteamericana. El sitio específico en donde ocurre la subducción se conoce como la Fosa Mesoamericana (Trinchera Medio Americana), localizada 200 Km al Suroeste de Los Filos, bajo la costa Sur de México. El sitio de la mina se encuentra ubicado dentro del Terreno Tectonoestratigráfico Mixteco (Campa U., M.F. et al, 1983). De acuerdo a estos autores, este terreno está caracterizado por la presencia de un basamento formado por el Complejo Metamórfico Acatlán del Paleozoico de 410 a 590 millones de años de edad.

La mayor parte de los afloramientos de roca dentro del área de estudio consisten en una secuencia de plataforma con calizas, pizarras y lutitas del Cretácico (70 a 110 millones de años), intrusionadas por granodioritas del Terciario (65 millones de años) y cubiertas parcialmente por una mezcla de rocas volcánicas y rocas sedimentarias detríticas (40 a 60 millones de años). Toda la mineralización significativa de oro conocida hasta ahora está asociada espacialmente con los cuerpos intrusivos terciarios y sus halos de mármol, formados durante el metamorfismo de contacto entre éstos y las calizas del cretácico. La figura muestra la geología de la región.

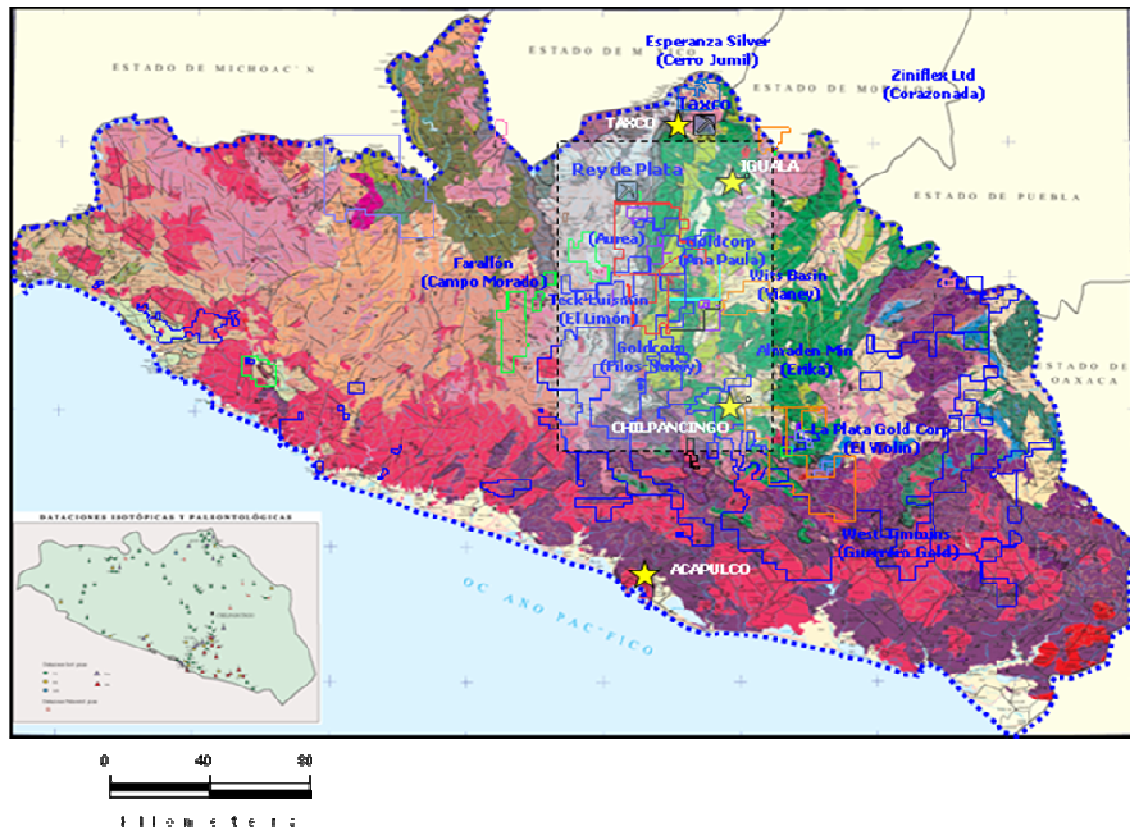


Figura 4.- Geología Regional 1

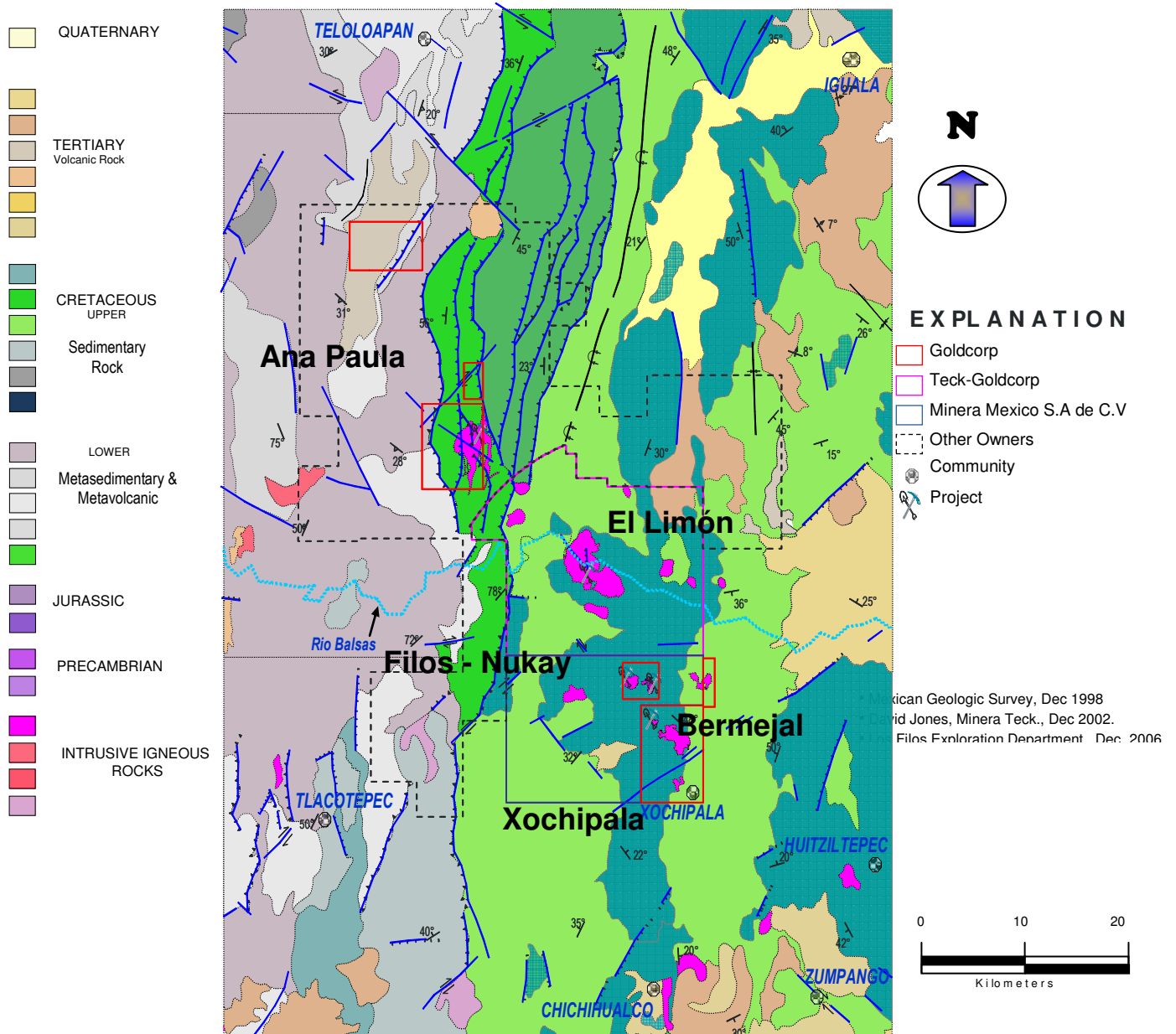


Figura 5.- Geología Regional 2

4.2. – Geología Local

Las rocas del Cretácico alojadas dentro del área de la mina están divididas en tres formaciones, que en la región corresponden de la más joven a la más antigua a las siguientes:

Formación Morelos (Km).

La Formación Morelos es una secuencia de calizas y dolomitas relativamente monótona. El espesor de las capas varía de 15 centímetros (cm) hasta 2.0 m, pero típicamente es de unos 50 cm. Presenta horizontes fosilíferos con *nerineas* sp., también es común la presencia de nódulos de pedernal. Las calizas se presentan de color gris que intemperizan a gris claro o blanco. La textura es de grano muy fino, mostrando fractura concoidea, aunque en las zonas de aureola de metamorfismo la textura es sacaroide y el color de la roca es más claro.

La Formación Morelos

Representa más del 60 % de las rocas expuestas en toda el área del proyecto. Se distribuye principalmente en la parte central formando el núcleo de un anticlinal cuyo eje está orientado Norte-Sur. Fries (1960) y De Cserna (1965) le asignan una edad del Albiano medio – Cenomaniano inferior, lo que la sitúa entre 100 y 110 millones de años. El contacto inferior no se observa dentro del área de estudio del proyecto, aunque el Consejo de Recursos Minerales, en la hoja Geológico-Minera Chilpancingo (clave 14Q-k(1)) a escala 1:100,000, menciona que “El contacto inferior es concordante y transicional con la Formación Zicapa, esta relación se observa en la Barranca Ayotzinapa al Oeste de la carta, en este afloramiento se encontraron yesos que pasan transicionalmente a calizas de

la Formación Morelos.” El contacto superior es transicional a una alternancia de horizontes delgados de calizas, lutitas y areniscas, con menor incidencia calcárea hacia arriba, que corresponde a la Formación Mezcala. Algunos autores consideran a esta transición, en la cual se presentan calizas, como la Formación Cuautla. En este trabajo se considera de esta manera, por lo que se describe a esta formación posteriormente.

Formación Cuautla (Ksc)

Esta formación es una unidad de transición entre la Formación Morelos, conformada principalmente por calizas, y la Formación Mezcala, constituida por lutitas y areniscas. La Formación Cuautla se presenta únicamente en forma muy local en contacto transicional con la Formación Morelos dominada por calizas. El contacto entre éstas es definido arbitrariamente donde las capas de calizas tienen espesores menores de 10 cm. La edad de la Formación Cuautla se estima en 95 millones de años, lo que la sitúa entre el Cenomaniano y el Turoniano, del Cretácico Superior. En el área estudiada la Formación Cuautla está constituida principalmente por una alternancia de calizas y lutitas, y calacarenitas en localidades aisladas.

Las capas de caliza tienen espesores de 15 a 20 cm, son de color gris pardo con vetillas de calcita.

Las capas de lutita son de color ocre de espesores entre 30 y 70 cm. Lateralmente las calizas cambian de color gris pardo a negro. También se observan lodolitas de diferente espesor y zonas brechadas de 2 a 3 m de ancho.

Formación Mezcala (Ksm)

La Formación Mezcala es una secuencia de capas delgadas (de espesor menor que 10 cm) de lutitas y areniscas con ausencia total de rocas carbonatadas, que en total tiene algunas centenas de metros de espesor. La litología de la Formación Mezcala corresponde a un flysch típico. En condiciones normales el contacto inferior con la Formación Cuautla es concordante y transicional. El contacto superior no aflora en el área de este estudio, sin embargo, “es discordante con la Formación Tetelcingo (del Terciario) aunque en ocasiones aparentemente se observa transicional con algunos conglomerados que posiblemente corresponden a la Formación Balsas del Terciario” (COREMI – hoja Geológico-Minera Chilpancingo, escala 1:100,000).

Dentro del área del proyecto, la Formación Mezcala ocupa aproximadamente el 10 % de las rocas expuestas, encontrándola expuesta en la loma Oeste del poblado de Mazapa. Aflora a lo largo del valle del arroyo de Xochipala, donde se ubica el núcleo de un sinclinal orientado Norte-Sur. Su edad ha sido determinada en varios puntos; Fries (COREMI – hoja Geológico-Minera Chilpancingo, escala 1:100,000) asigna para la Formación Mezcala una edad Turoniano – Campaniano. Salinas (1986) reporta amonites índice del Turoniano inferior (80 a 90 millones de años)

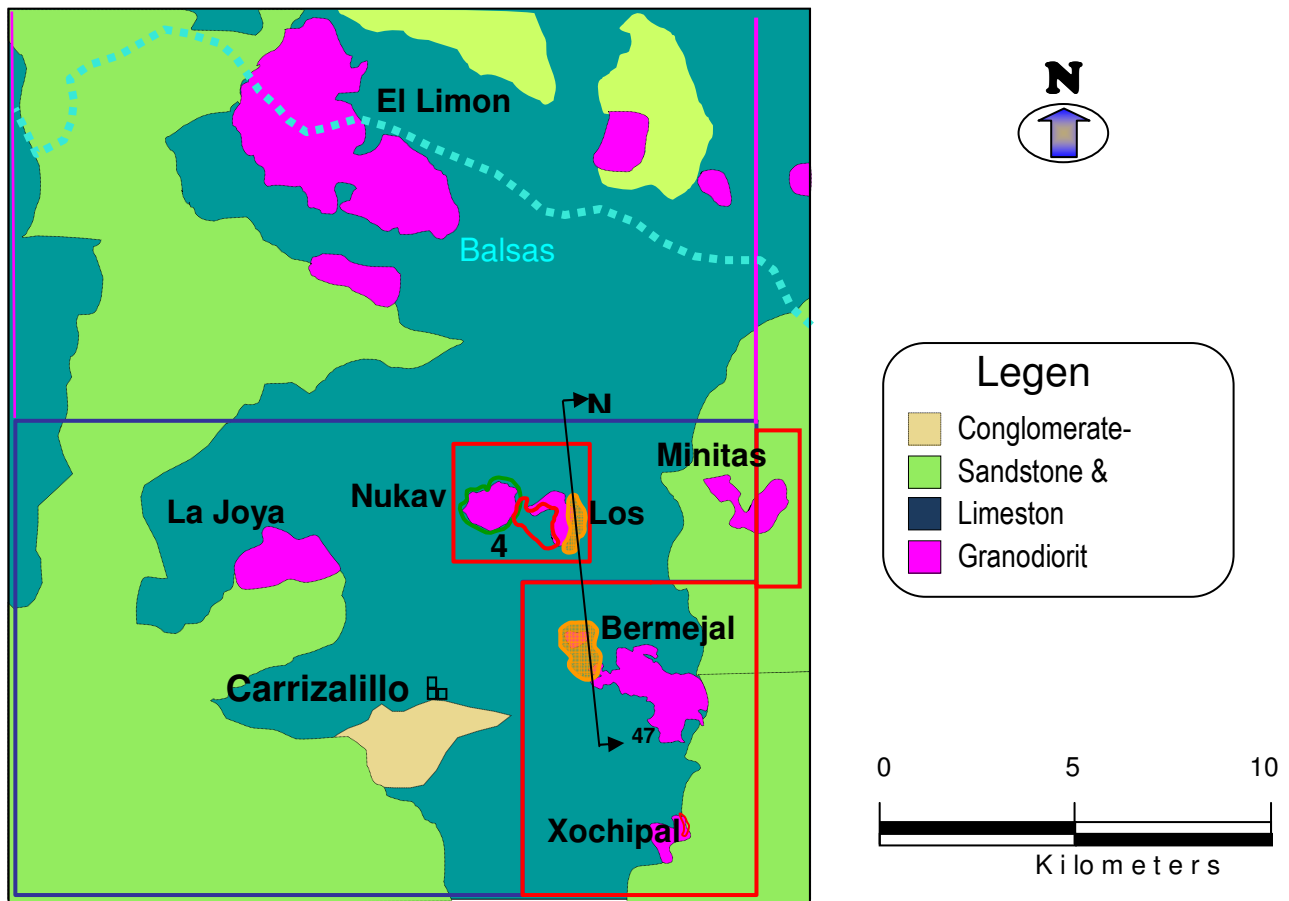
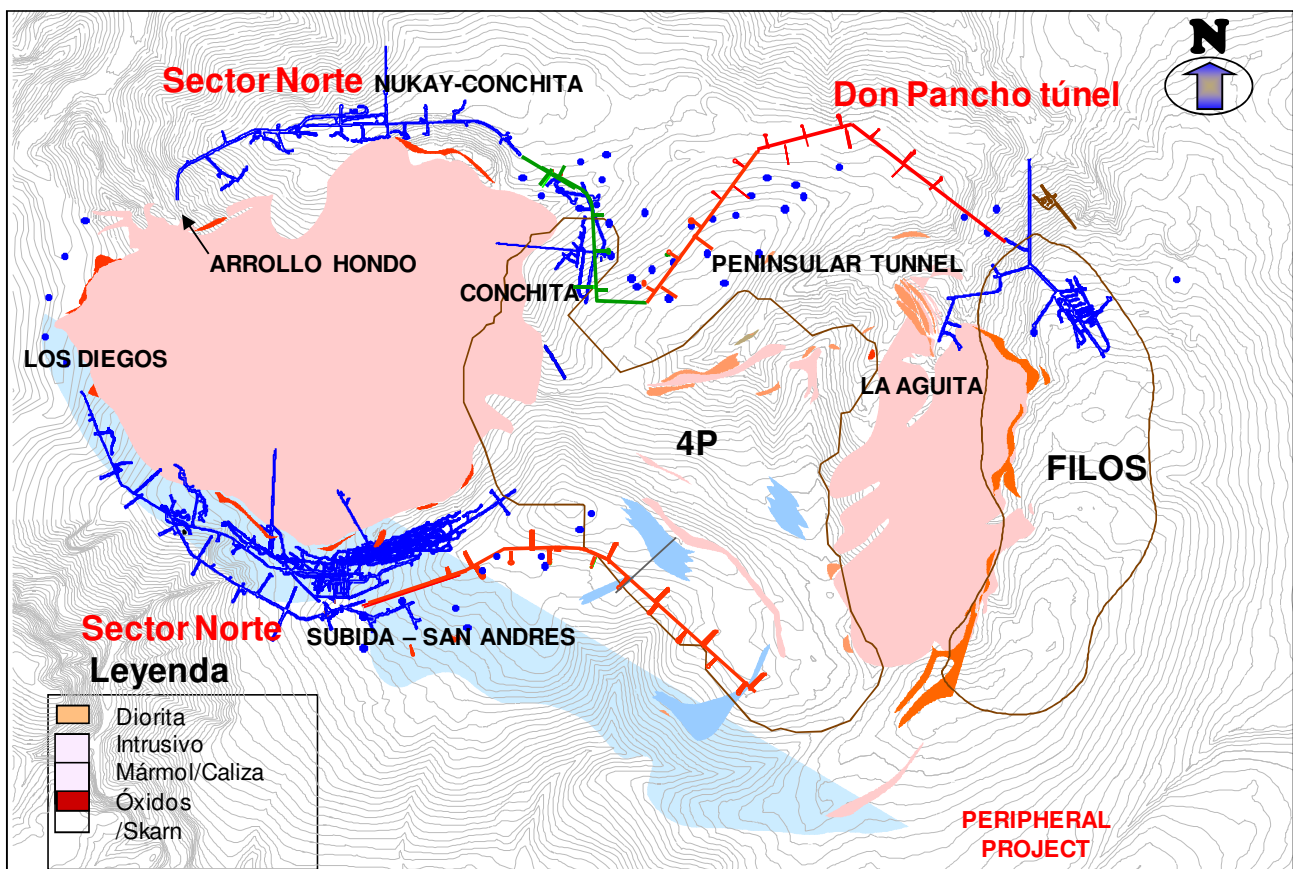


Figura 6.- Geología Regional 3

4.3. – Yacimientos Minerales

El depósito Los Filos se ubica en el distrito geológico de Nukay en el estado de Guerrero. Otros depósitos significativos de oro y plata en el área incluyen los tajos La Agüita y Nukay y mina La Subida. La mineralización de oro en el área se relaciona espacial y temporalmente con el emplazamiento de intrusiones félsicas en el Terciario temprano, las cuales intruyeron rocas carbonatadas de la Formación Morelos del Cretácico superior. Se reconocen tres fases intrusivas principales, que consisten en diorita de enfriamiento rápido, diorita-tonalita-granodiorita cuarcífera, y granodiorita cuarcífera-beta.

La elevada temperatura y los fluidos hidrotermales han desarrollado varias fases de alteración hidrotermal y la consiguiente mineralización de las rocas. La diorita de enfriamiento rápido en Los Filos es un huésped importante de la mineralización aurífera. La naturaleza de la mineralización ha sido documentada por Jones (1999) y otras referencias incluidas en este trabajo. Se han identificado varias etapas de alteración.



0 500 1.000
metros

Figura 7.- Ubicación de minas del distrito

Asociaciones de endoskarn de progrado, asociado al emplazamiento de diorita (no muy bien desarrollado en la granodiorita) y se compone de clinopiroxeno + magnetita; Exoskarn de progrado en los mármoles adyacentes, generalmente ricos en magnetita; y fases de skarn de retrogrado que comprenden la oxidación del skarn original (hematita + calcita/cuarzo + vetillas de sulfuros, hematita y luego magnetita, alteración de cuarzo-sericita (argílica) + hematita + sulfuros en la granodiorita).

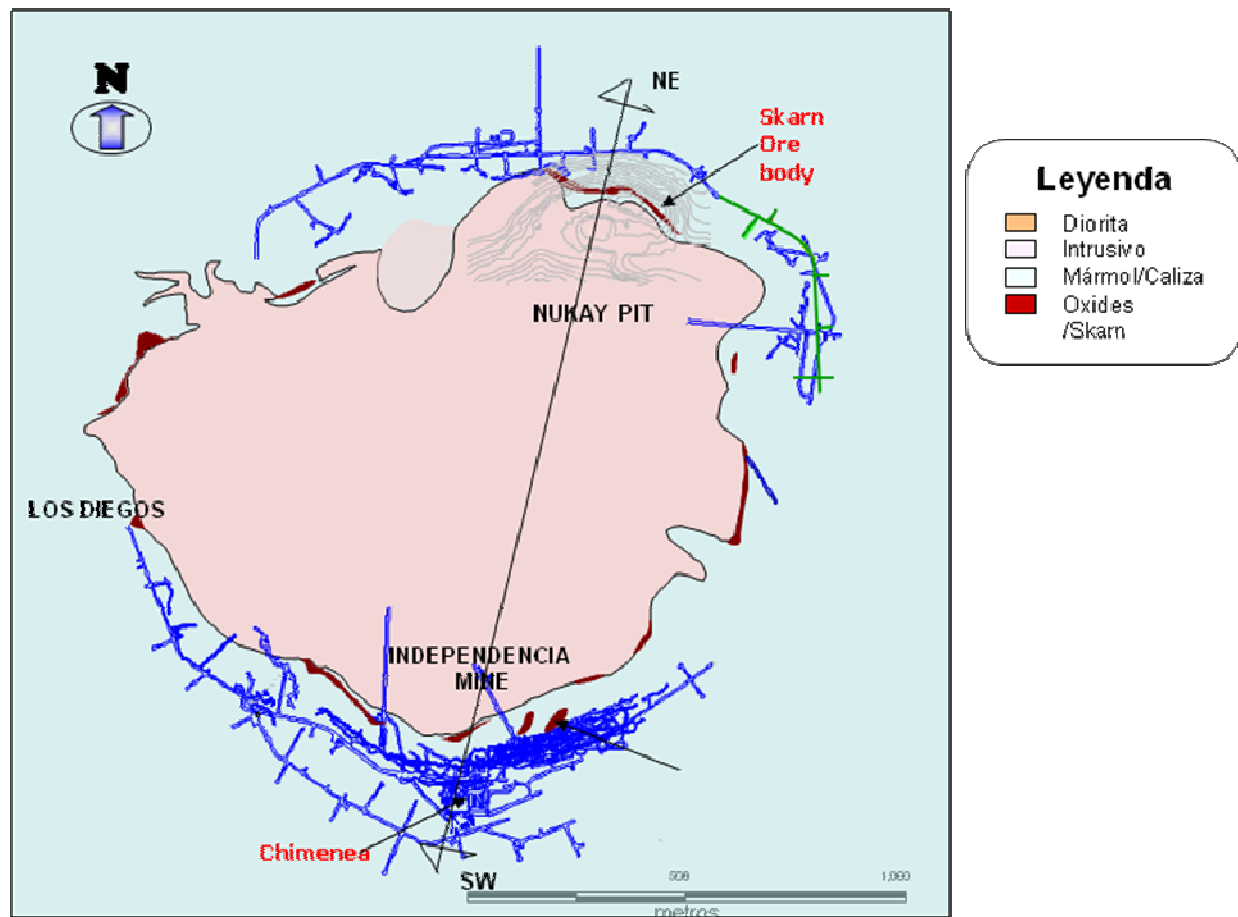


Figura 8.- Planta de minas sector norte y sur

Un detallado trabajo resumido por Jones (1999) indica fuertemente que la mineralización de oro se asocia con las fases de skarn de retrogrado y particularmente con vetilleo de cuarzo-sericita-hematita. Se ha interpretado un zoneamiento en la alteración tardía de retrogrado alejándose del cuerpo granodiorítico a partir de un cambio de asociación mineralógica en vetillas; vetillas de cuarzo-hematita que cambian a calcita-hematita.

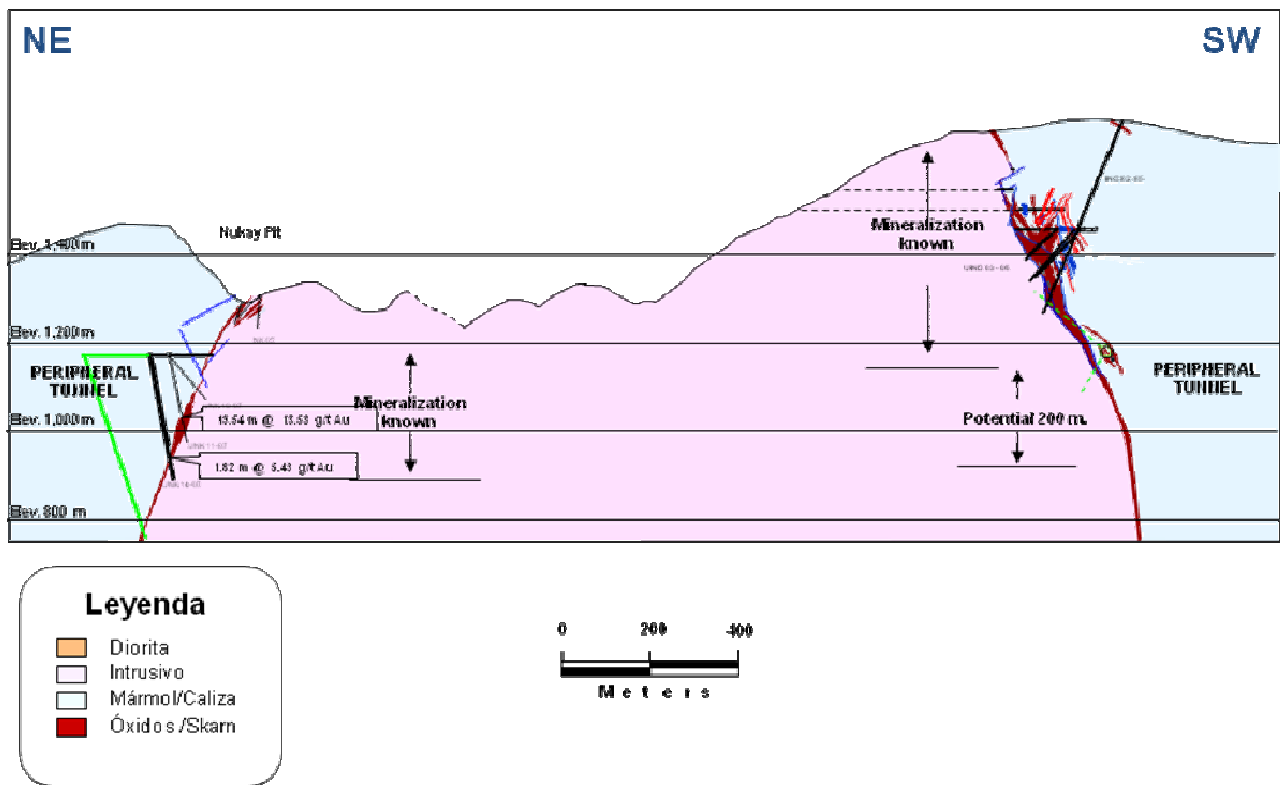


Figura 9.- Sección de minas sector norte y sur

5. Descripción de los Procesos Principales

5.1– Descripción de Procesos de Mina

5.1.1. – Sistema de Explotación

Para el minado de las estructuras minerales, fueron propuestos 3 métodos, esto dependiendo del ancho de dichas estructuras, así como también por experiencia y comparación con otros yacimientos.

Estos métodos son:

Corte y relleno convencional: Usado para vetas > 6mts.

Doble corte y relleno: Usado para vetas > 6mts. < 8mts.

Cuartos y pilares: Usado para vetas > 8mts.

El esquema de esos métodos esta descrito en las siguientes figuras:

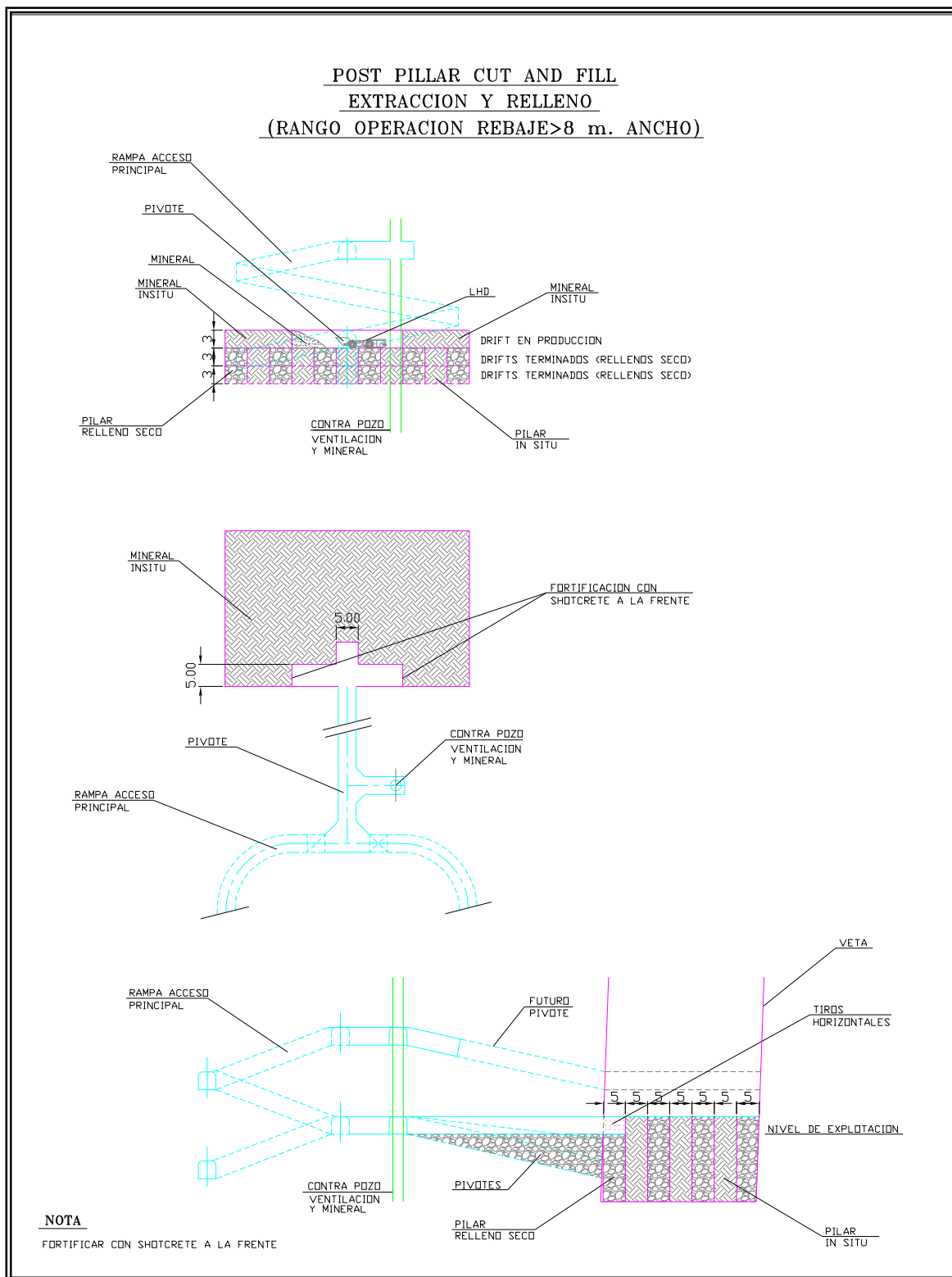


Figura 10.- Corte y relleno convencional: Usado para vetas > 6mts.

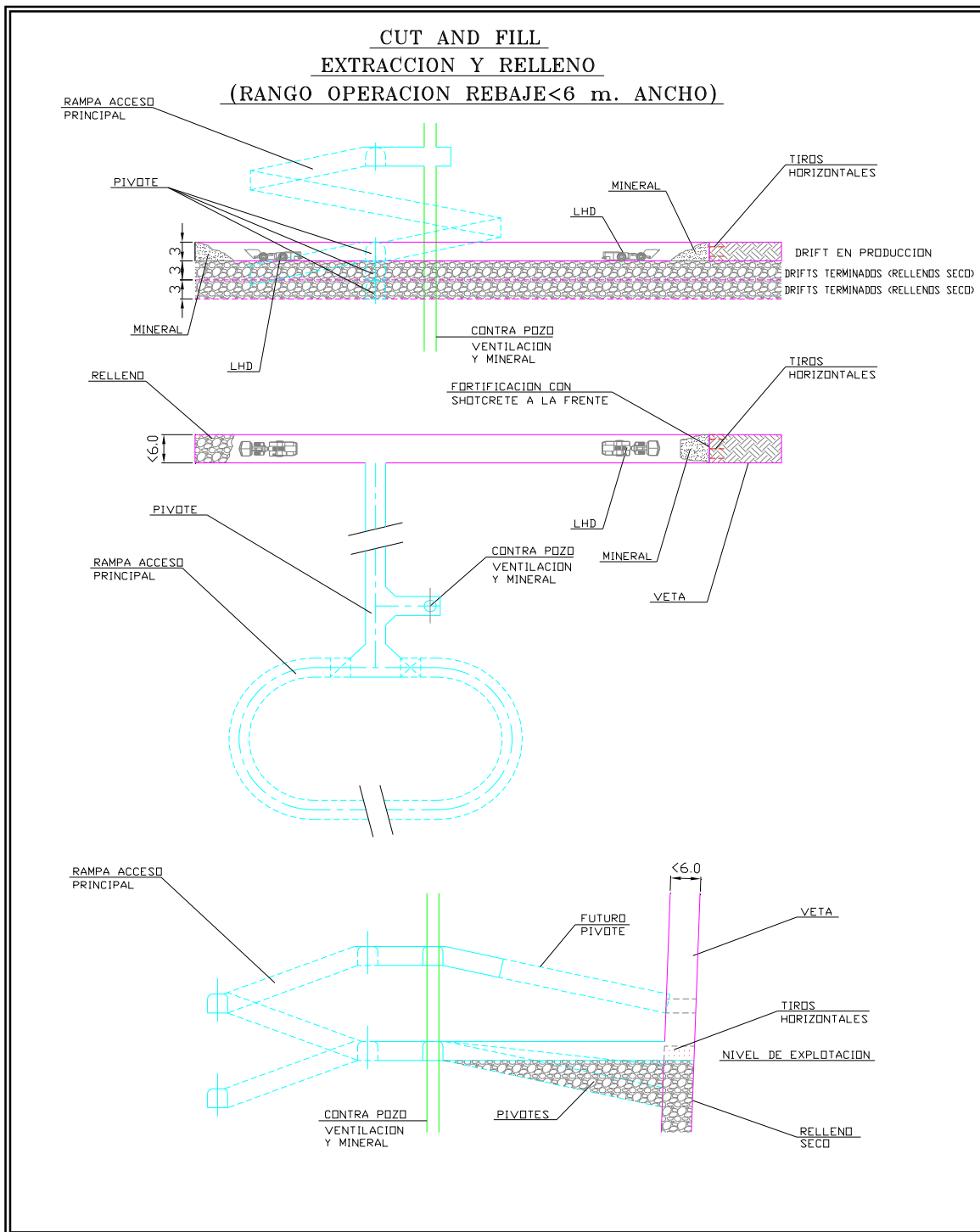


Figura 11.- Doble corte y relleno: usado para vetas > 6mts. < 8mts.

CUT AND FILL
EXTRACCION Y RELLENO
(RANGO OPERACION REBAJE 6-8 m. ANCHO)

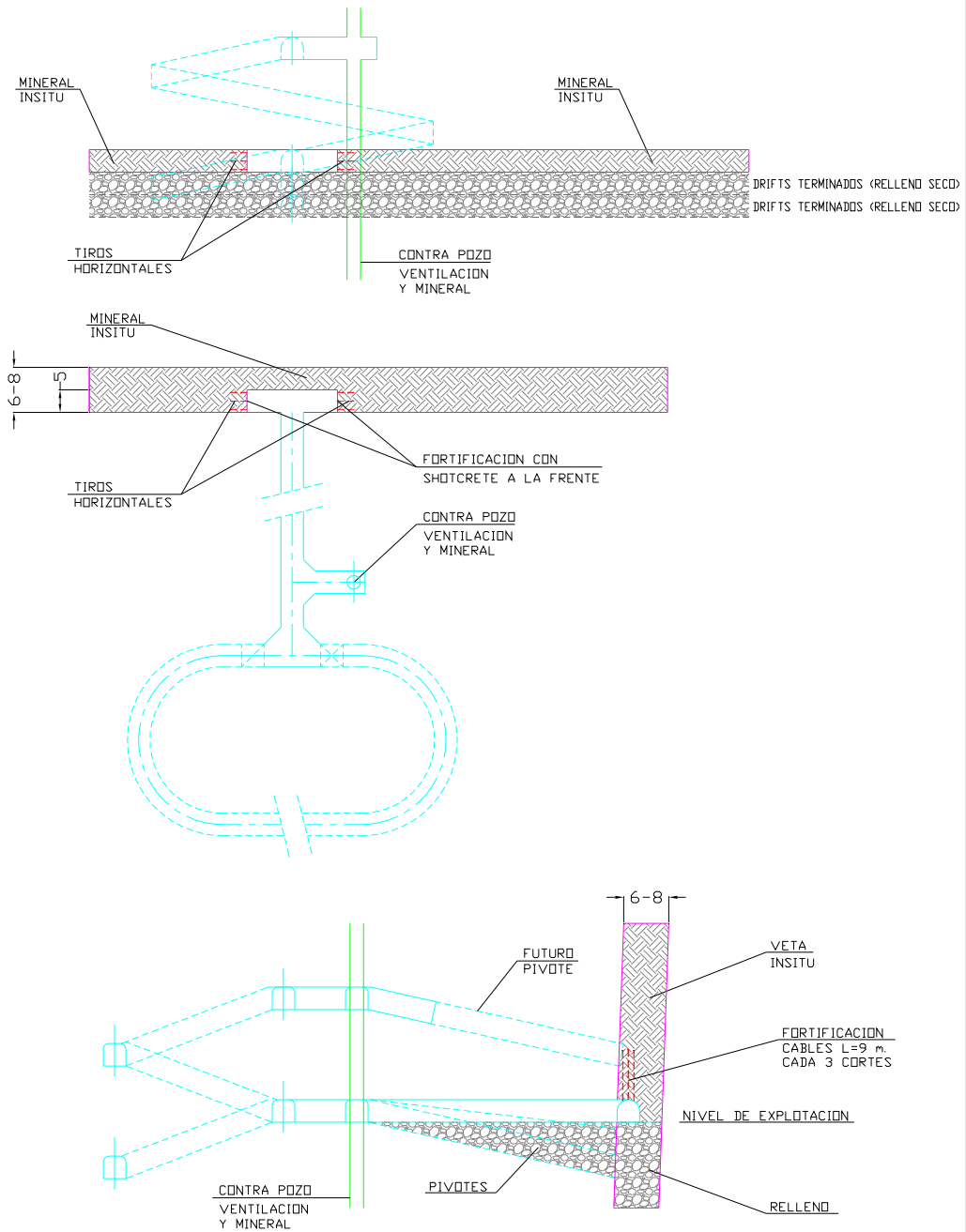
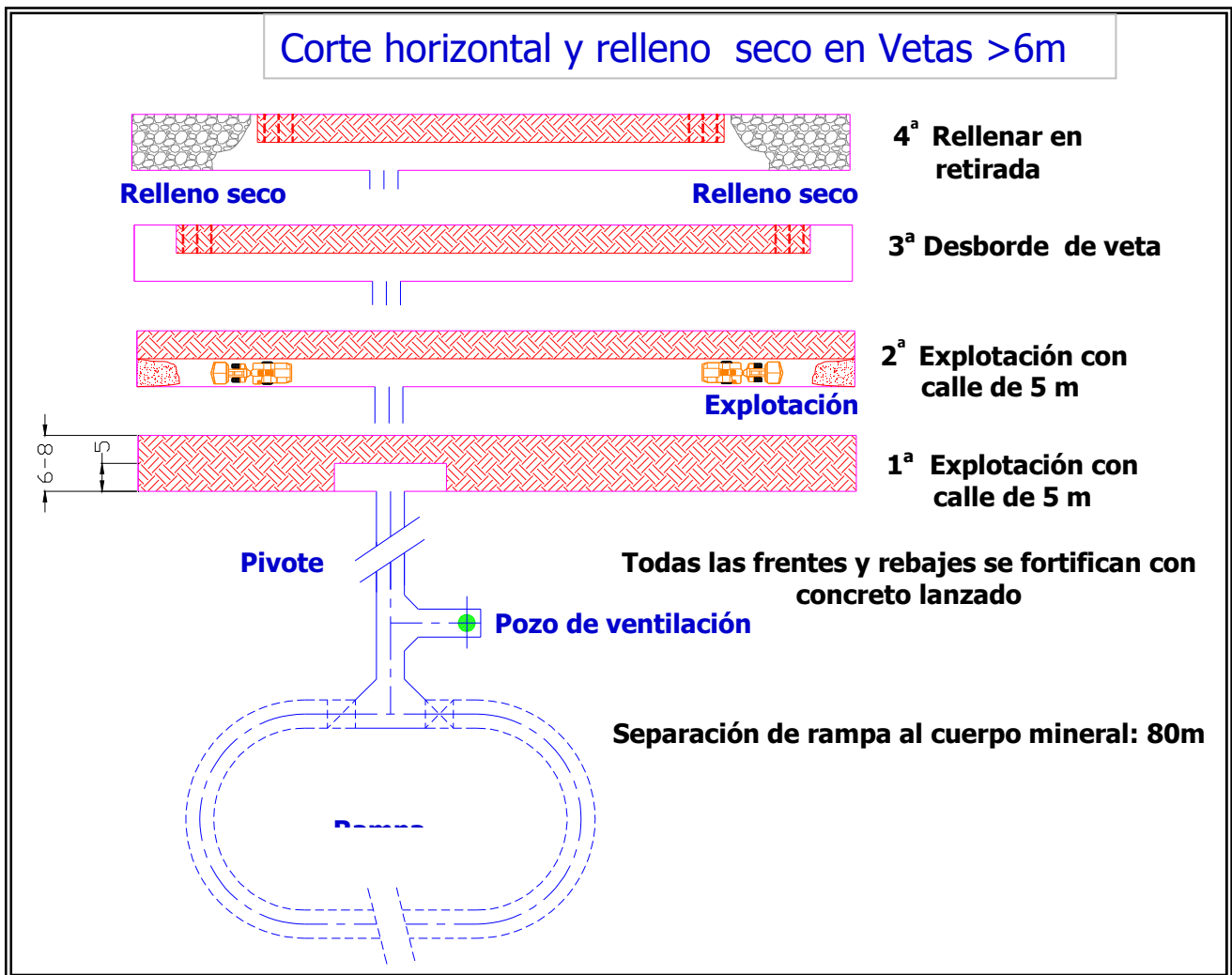


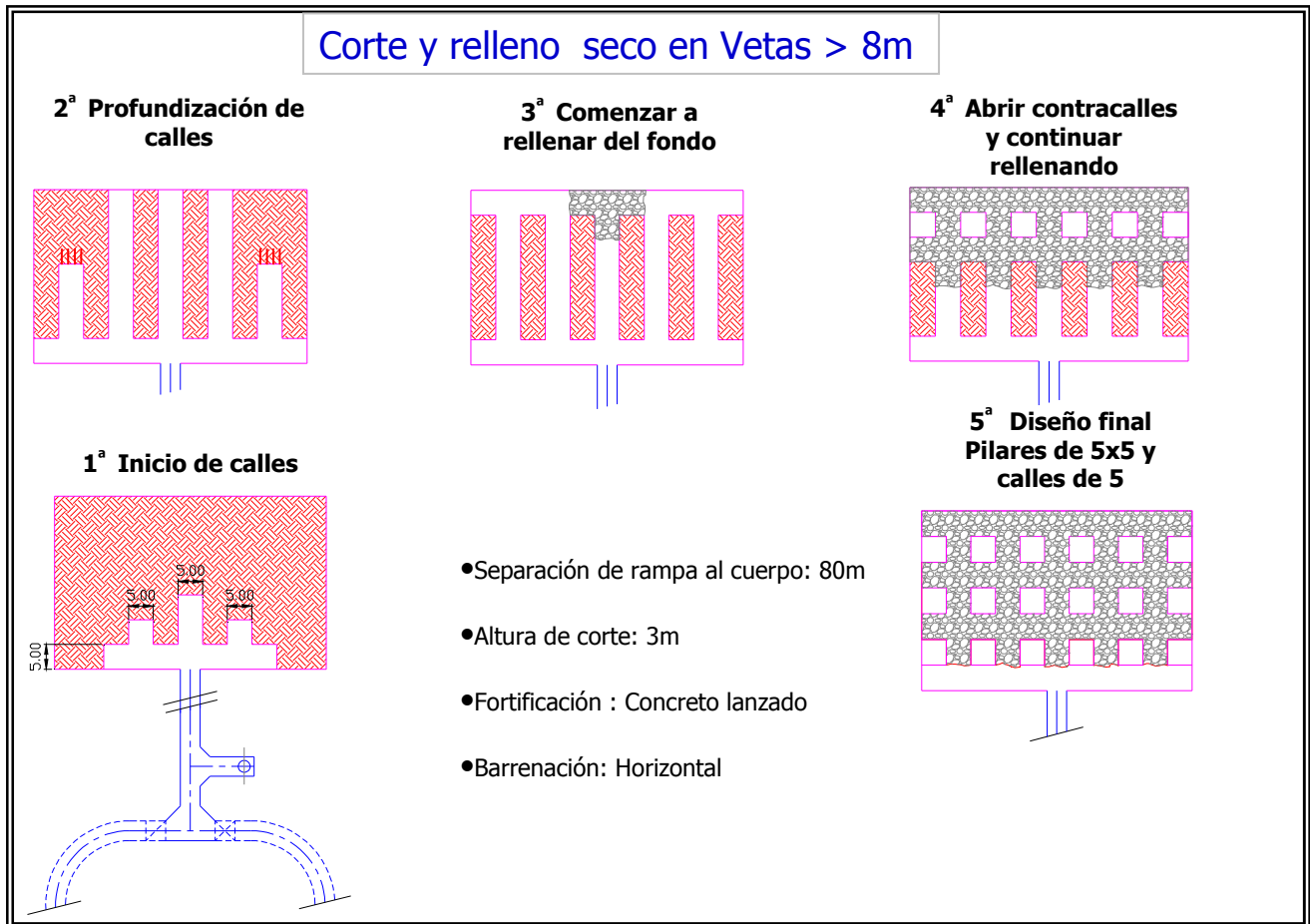
Figura 12.- Cuartos y pilares: usado para vetas > 8mts

Después de revisar la calidad de la roca, es bastante obvio que la mina debería ser minada usando algunas variaciones de los métodos de relleno, ya que dicha calidad de roca es de mala a muy mala y por consiguiente requiere de soporte con zarpeo y anclaje.

El método para el minado de la mina es corte horizontal y relleno con tepetate seco. En estructuras mayores a 8mts de ancho, se utiliza en método de cuartos y pilares. Estos métodos serán con un 15% de dilución y 72% de recuperación.

A continuación se muestran la secuencia de minado en varios pasos para estructuras > 6 metros y < 8 metros:





Figuras 13 y 14.-Metodo de minado utilizado

Se puede observar que para cada uno de los métodos, se comienza con el desarrollo de una rampa principal de 4.5 metros de ancho y una altura de 4.0 metros. También se desarrollan cruceros para los robbins de ventilación de 3.5 metros de ancho y de alto.

El acceso de 80 metros hacia el mineral también es de 3.5 x 3.5 metros. Cuando el acceso corta mineral se desarrollan las frentes en mineral de 3.0 x 3.0 metros hacia el oriente y poniente. En algunos casos si la estructura de mineral es menor a 3.0 metros se barrena a 2.2 metros, en donde pueda entrar a rezagar un scoop tram de 2yd³. Las frentes se desarrollan hacia los 2 extremos hasta que la ley del mineral este por debajo del rango de

la ley de corte (3.12gr/ton) ó la estructura se estrangule. Después de desarrollar las frentes se continuo con el ahogado del rebaje, y se hacen los desbordes del mineral de la tabla del bajo o del alto según sea el caso. Estos accesos tiene una pendiente de 12% (-), y nos sirven hasta para 10 pivotes en la producción de los rebajes.

5.1.2. – Metas de Desarrollo (obras de preparación, desarrollo y tumbé)

En lo que se refiere al desarrollo y preparación de obras, se están preparando varias rampas, frentes y accesos. En la mina San Andrés tenemos para desarrollar la frente 675 E 100 metros más 25 metros para plazas de barrenación. En el área de las Deysis entre la rampa 682, cargadero, crucero 704 y crucero 714 se están desarrollando 800 metros.

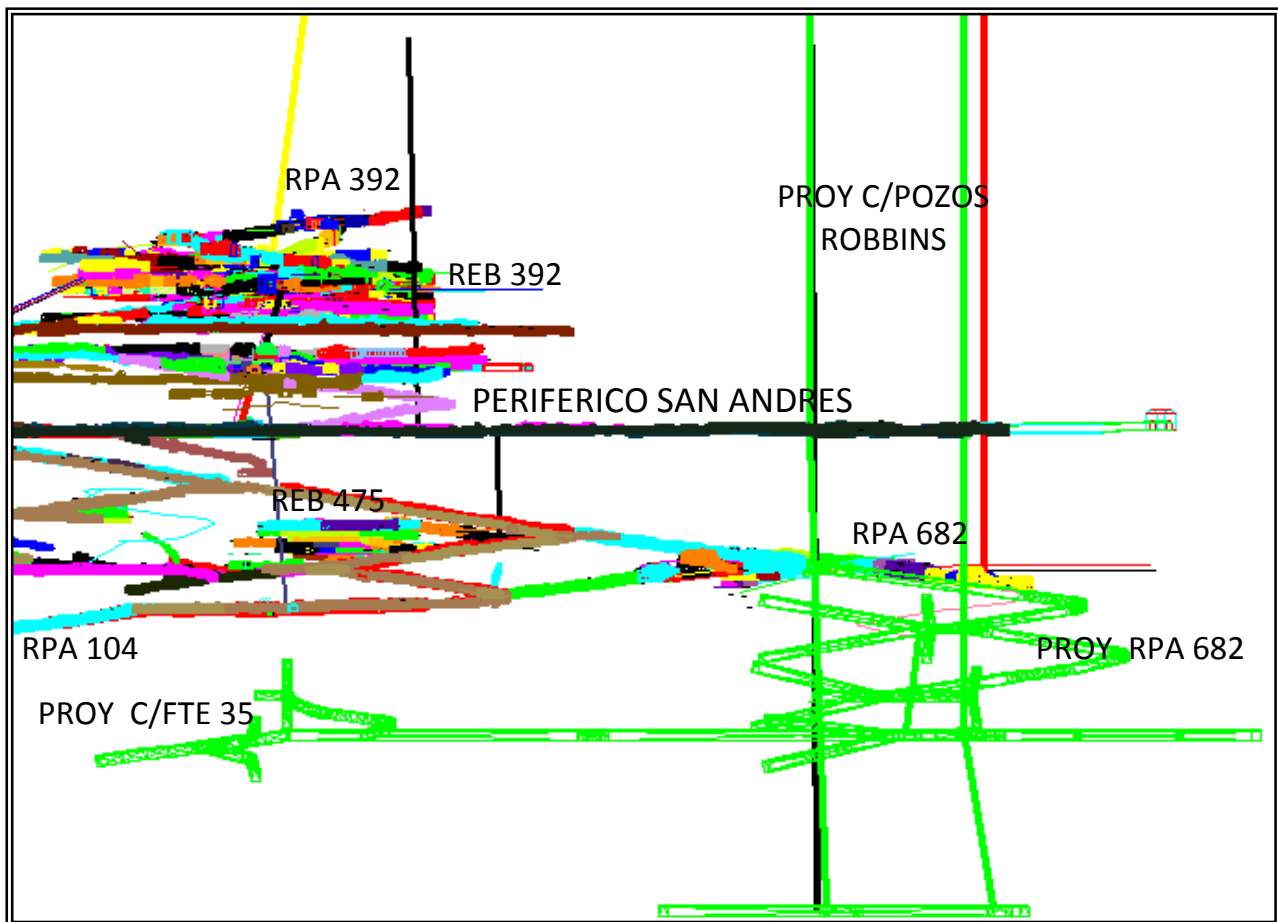


Figura 15.-Sección longitudinal del área de las Deysis

Las rampas generales se desarrollan con una sección de 4.5 x 4.0 metros, ya que en estas hay constante tráfico de personal, vehículos de transporte y de camiones grandes del acarreo de mineral y tepetate. En la mina La Subida se están preparando las obras para continuar con el minado de los rebajes que están sobre el contra cañón 465 y 653. Se tiene un presupuesto de desarrollo de 500 metros en la contra frente 35, así mismo sobre la rampa 511, se están desarrollando los accesos 585 y 615 que son para los siguientes cortes de dichos rebajes.

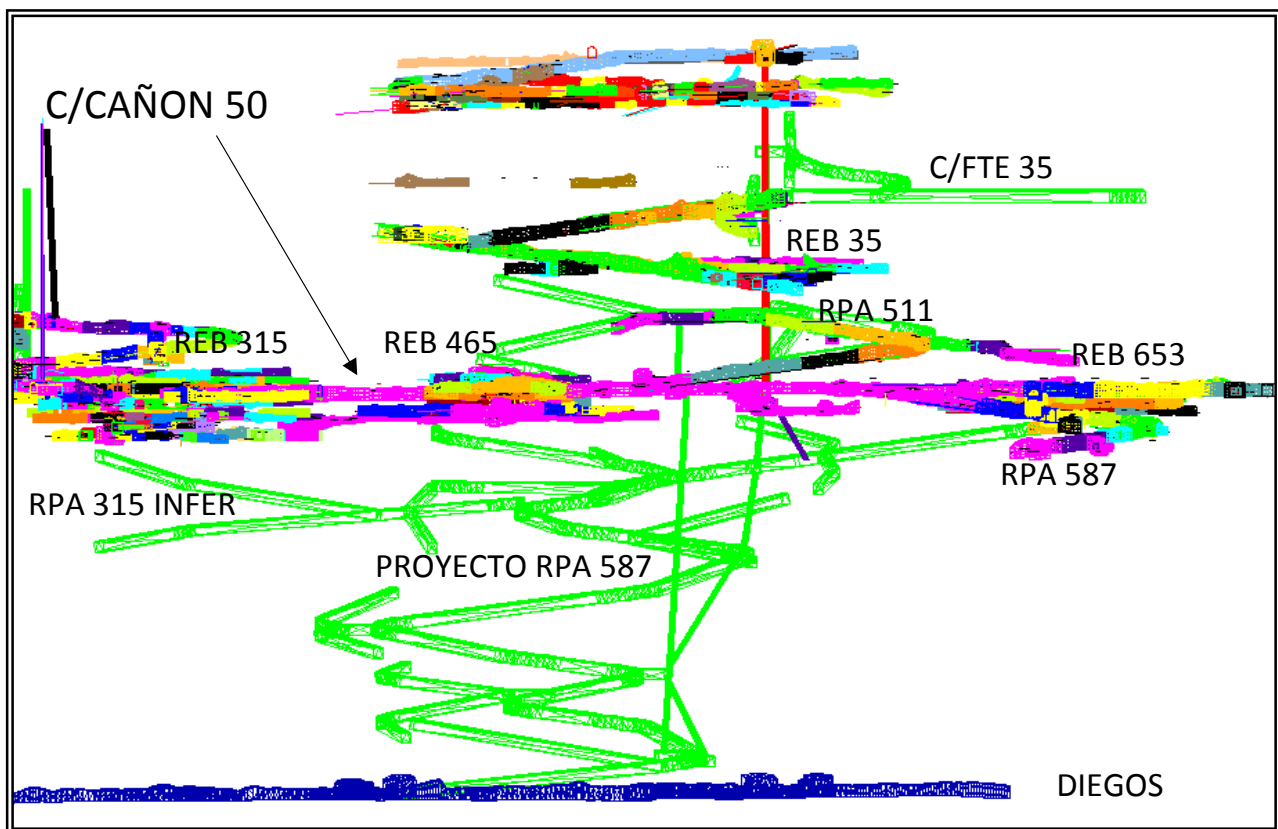


Figura 16.-Sección Longitudinal del C/cañón 50 y proyecto los Diegos

En el área del Contra Cañón se continúa desarrollando de acuerdo a los resultados obtenidos de los barrenos de exploración que se dan en las plazas de barrenación a cada 25 metros como las secciones geológicas. Ahí mismo la rampa 587 se tiene para desarrollar alrededor de 1,200 metros entre la rampa general, cruceros de escape, creceros para robbins y accesos, que serán para llegar al nivel de Diegos.

Para todos estos proyectos se tienen 2,000 metros para varios robbins y contra pozos que se desarrollaran para ventilación.

5.1.3. –Barrenación y Voladuras

Para la barrenación se cuenta con jumbos electro-hidráulicos. La longitud de barrenacion es de 14ft (4.3mts) y 16ft (4.9mts), con diámetros de 1 ¾ pulg (44.5mm) y 1 7/8pulg (47.6mm).



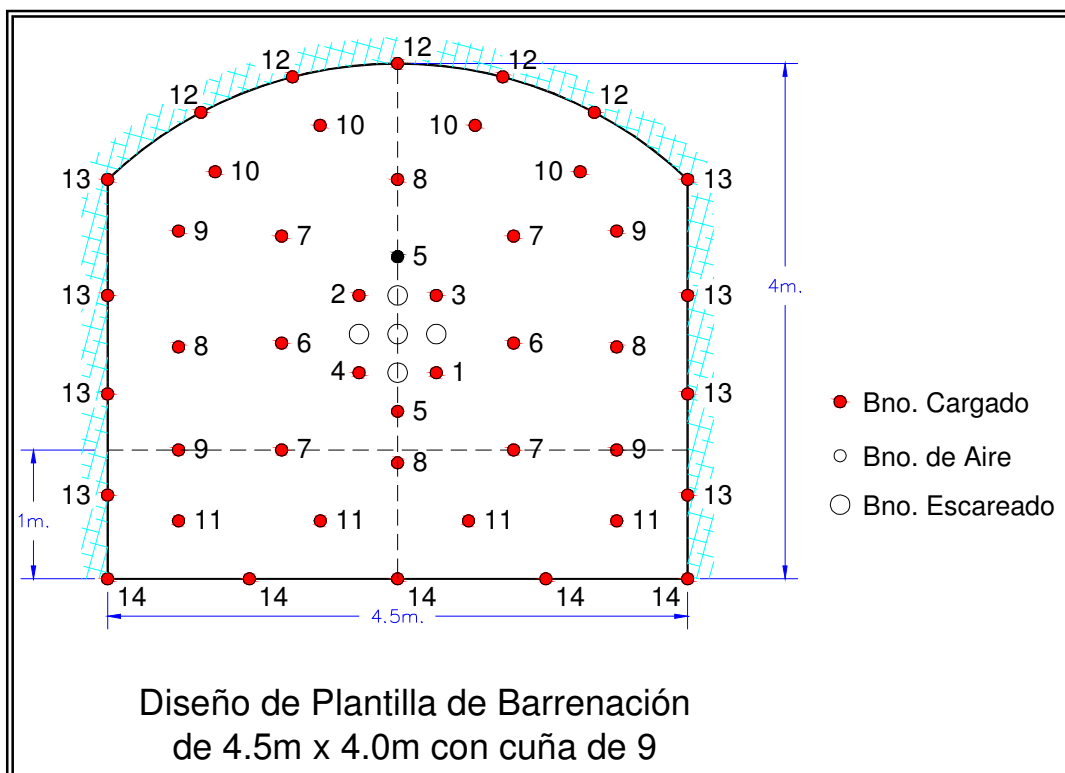
Fotografía 4.-Barrenación de rebajes con jumbo

Se cuenta con el siguiente equipo para la barrenación de topes y bancos de mineral:

Numero de Equipo	Capacidad (Ft)	Marca	Modelo
Jumbo JU-02	10	Atlas Copco	Boomer 281
Jumbo JU-03	10	Atlas Copco	Boomer 282
Jumbo JU-04	16	Sandvik	Axera 5
Jumbo JU-05	14	Sandvik	Axera 5
Jumbo JU-06	14	Sandvik	DD310
Jumbo JU-08	16	Sandvik	DD310
Jumbo JU-12	10	Sandvik	DD210

En el año 2013 el factor de carga para obras de desarrollo fue de 30.46 kg/ml. Actualmente tenemos un factor de carga de 33.86 kg/ml.

Para la barrenacion de obras de preparación y exploración que se desarrollan en caliza se utilizan las siguientes plantillas. La efectividad del disparo promedio en los desarrollos en los años 2012 y 2013 fue de 3.01 metros, para lo que va del 2014 es de 3.1 metros. La caliza tiene una densidad de 2.3 a 2.6 ton/m³.



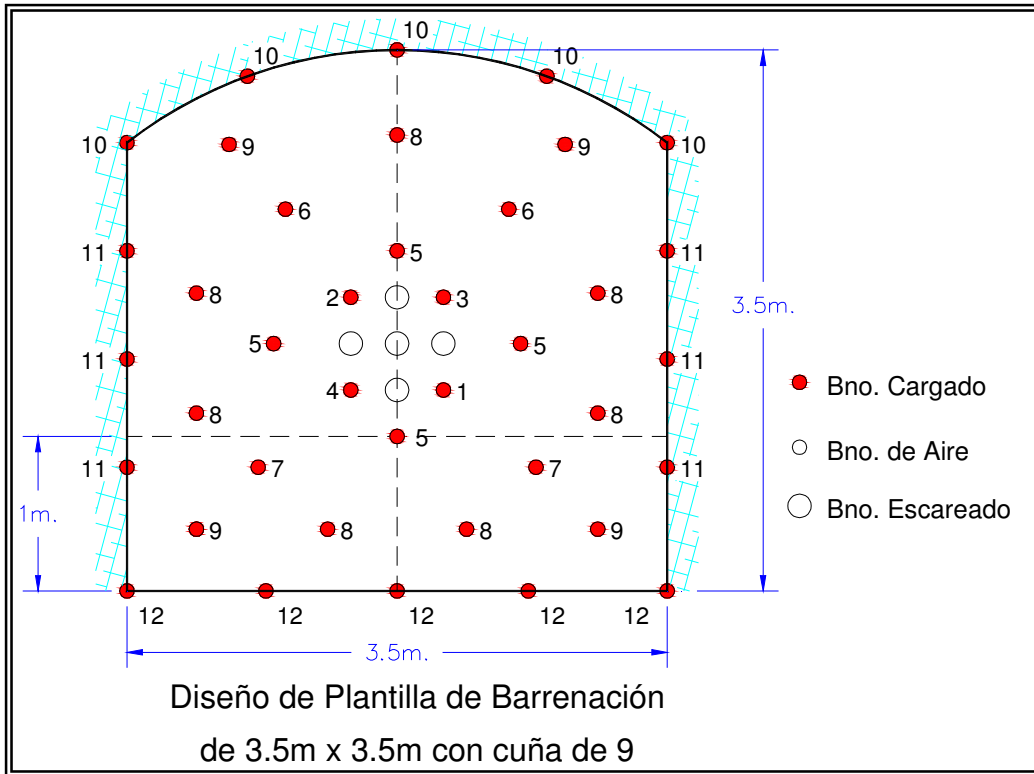


Figura 17 y 18.-Plantillas de barrenación para desarrollos

En los rebajes la barrenación es sobre bancos horizontales, esto a la mala calidad de la roca, ya que su RQD de mala a muy mala. El mineral (óxidos) tiene una densidad de 2.8 a 3.3 ton/m³. La plantilla que se utiliza para los rebajes es la siguiente.

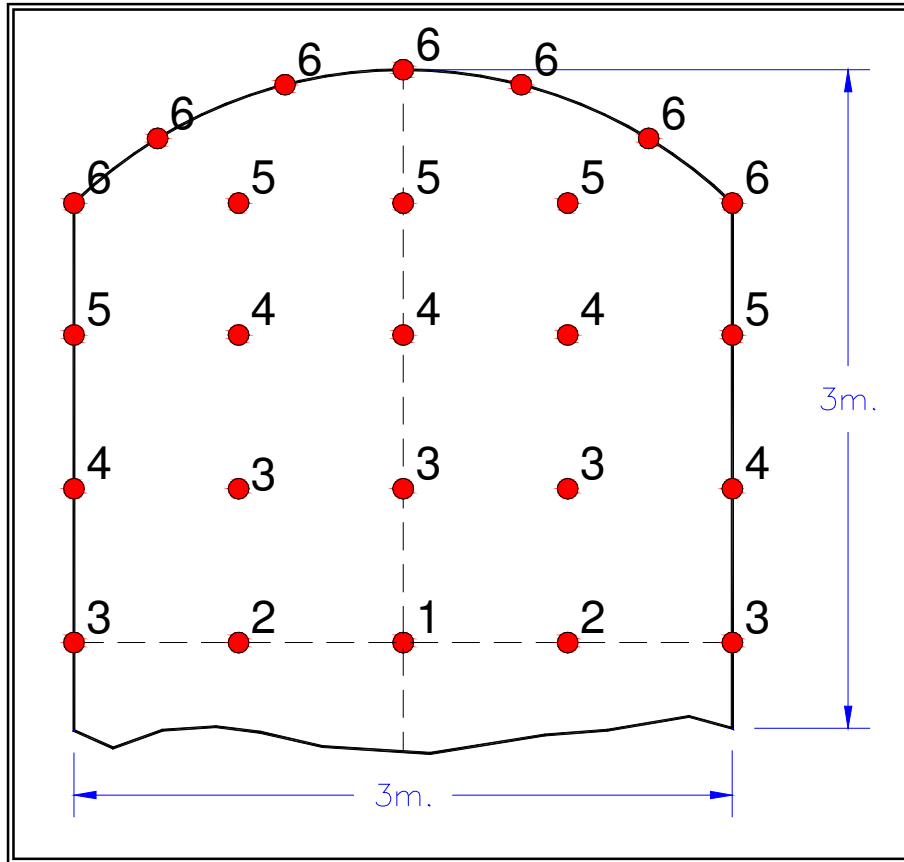


Figura 19.-Plantillas de barrenación para rebajes

El factor de carga en el año 2013 para los rebajes fue de 0.397 Kg/Ton. Para el 2014 tenemos un factor de carga de 0.358 Kg/Ton. En el área del rebaje 315 donde la roca de muy mala calidad actualmente se está utilizando retro excavadora con una fresadora o cabeza rozadora. La utilización de este equipo nos ha ayudado a utilizar menos explosivo en las voladuras, y por consiguiente cuidar más el terreno de las obras.

5.1.4. –Rezagado y Acarreo

Para el rezagado de topes de preparación o desarrollo, se utilizan scoops tram de 6yd³. En rebajes como el 190, 392 o 967 que son de sección grande se utilizan estos scoops ya sea para rezagar el mineral o ahogar el rebaje con tepetate seco.



Fotografía 5.- Rezagado de rebaje con scoop tram

Para cargar los camiones de mineral o tepetate en el interior de la mina también se utilizan los scoops de 6yd³. En los rebajes donde la estructura de mineral es menor que 3 metros se utilizan scoops trams de 5yd³ y 2yd³.

La siguiente tabla muestra el equipo:

Numero de Equipo	Capacidad (Yd ³)	Marca	Modelo
Scoop Tram ST-07	6	Atlas Copco	1020
Scoop Tram ST-12	6	Sandvik (Tamrock)	Toro 007
Scoop Tram ST-13	6	Sandvik (Tamrock)	Toro 007
Scoop Tram ST-15	6	Sandvik (Tamrock)	Toro 007
Scoop Tram ST-19	2	Atlas Copco	2G
Scoop Tram ST-17	6	Atlas Copco	1030
Scoop Tram ST-22	6	Sandvik	LH410
Scoop Tram ST-23	2	Sandvik	LH207
Scoop Tram ST-24	4	Sandvik	LH307
Scoop Tram ST-25	4	Sandvik	LH307

Los scoops 17, 22, 23, 24 y 25 cuentan con control remoto.

En el acarreo se utilizan camiones de 15tons. El mineral es transportado al patio de las quebradoras y de ahí hacia los patios de lixiviación.



Fotografía 6.- Cargado de mineral a camiones

5.1.5. –Relleno con tepetate seco

Igual que para el rezagado se utilizan los scoop trams de 6yd3, 5yd3 y 2yd3 para ahogar los rebajes cuando el corte de mineral llega a su límite económico. El ahogado es con tepetate seco que estratégicamente se estoquea cerca del rebaje para su aprovechamiento en el ahogado del mismo.

Se cuenta con robbins para el vaciado de tepetate seco, y así evitar distancias largas en el traspaleo de tepetate para el ahogado de los rebajes. Los robbins 39 y 48 se utilizan para el vaciado de tepetate de los rebajes 190 y 315 respectivamente. Cuando los rebajes están en producción estos robbins se utilizan para ventilación ya sea del rebaje o de otras obras.



Fotografía 7.- Relleno de Rebajes con tepetate seco

La producción diaria de mina es de 550 toneladas, las cuales se contempla que al llegar a los cuerpos de mineral de las áreas el Contra cañon, Zona 70 y Los Diegos se multiplique, y para el 2016 se triplique. El presupuesto de desarrollo mensual es de 550 metros el cual en los últimos meses se ha estado cumpliendo el 95%.

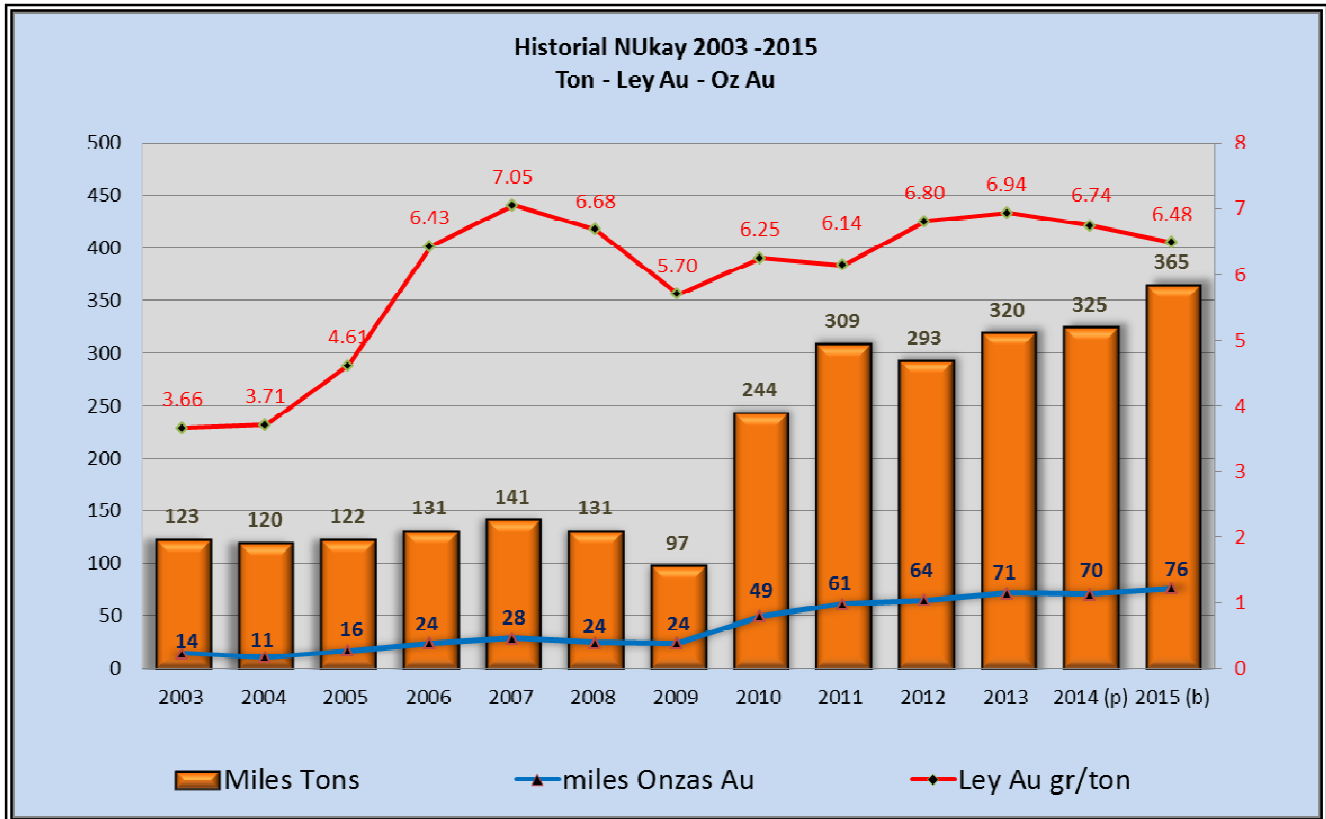


Figura 20.-Historial de la producción de las minas Subida – San Andres

5.1.6–Zarpeo y Anclaje

La finalidad de esta actividad es ayudar a auto sostener la masa rocosa en las excavaciones mineras de infraestructura, preparación, exploración y producción.

El zarpeo consiste en lanzar concreto a las obras mineras que lo requieran. El lanzamiento de concreto es mediante vía seca y húmeda; para esto se mezclan el cemento, los agregados, el agua y los aditivos.





Fotografías 8 y 9.- Lanzado de concreto vía húmeda y vía seca

El equipo que se utiliza para el zarpeo via humeda es Putzmeister y Alpha 20 Semmco. Para la vía seca se utiliza Alliva y Piccola Allentown.

Para el anclaje, se cuenta con jumbos ancladores y máquinas de pierna. Es un anclaje sistemático en tres bolillo con patrón de 1.2 x 1.2 mts en obras de infraestructura y de preparación, y para los lugares de producción (rebajes), el anclaje es sistemático solo en la tabla del bajo (intrusivo), y en algunas ocasiones si se requiere también se ancla la tabla del alto (caliza).

Las anclas que se utilizan son split set de 6ft (1.8mts) y varilla corrugada de 8ft (2.4mts), según el claro de la obra con diámetros de 1½pulg (39mm) y ¾ pulg (19.05mm).



Fotografía 10.- Anclaje de split set con jumbo



Fotografía 11.- Anclaje de split set con máquina de pierna

Las anclas se inyectan con cartuchos de cemento de fraguado instantáneo con alma de acero. Para el split set se inyectan 4 cartuchos obtener un soporte de 8 y 10 tons según sea el tamaño del ancla. En las varillas corrugadas se inyectan de 17 a 20 cartuchos según el terreno, para obtener un soporte de 18 tons.

Para obras permanentes se utiliza varilla corrugada de 8ft (2.4mts) con diámetro de $\frac{3}{4}$ pulg (19.05mm). Se utiliza el mismo patrón que la split set. En algunas ocasiones por el tipo de terreno este patrón puede variar.

En terrenos fracturados se utiliza malla electro soldada, la cual en combinación con el anclaje nos da una mejor soporte en las obras mineras. En las áreas del contra cañón 50 y Zona 70 últimamente se ha estado soportando con malla electro soldada y varilla corrugada. Esto debido a que el macizo rocoso es de buena calidad. Al no zarpear estas obras de desarrollo, nos ha ayudado a bajar nuestros costos e incrementar la eficiencia de nuestros ancladores.



Fotografía 12.- Cartucho de cemento con alma de acero



Fotografía 13.- Anclaje de varilla corrugada y malla con jumbo.

5.1.7. – Sistema de Ventilación

En lo referente a ventilación, se hizo un diagnostico en las minas Subida y San Andrés. Y de acuerdo al reporte que se presento, se realizaron las adecuaciones necesarias de acuerdo al plan de crecimiento de las minas y su vida misma.

A continuación se muestran diagramas esquemáticos de este análisis:

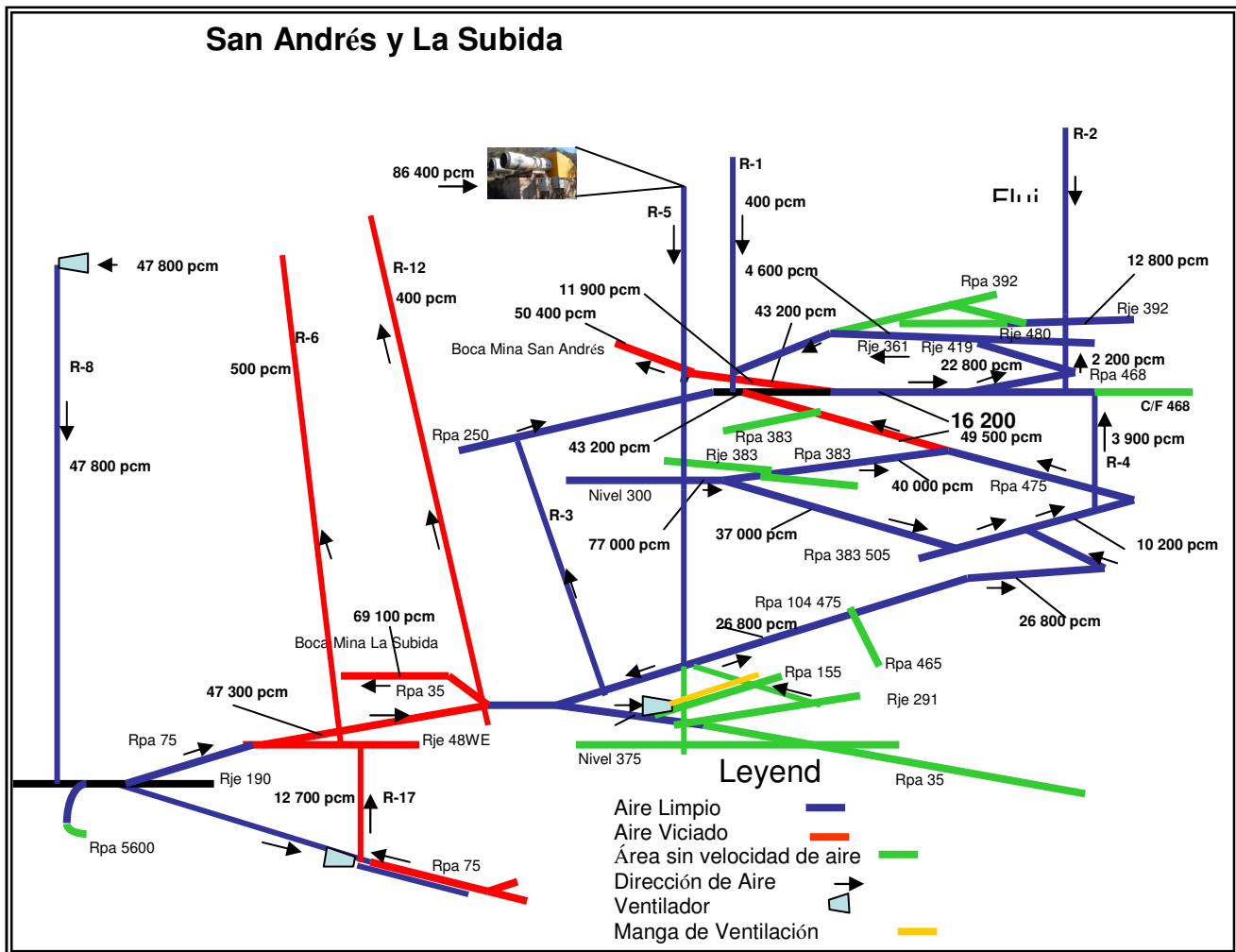
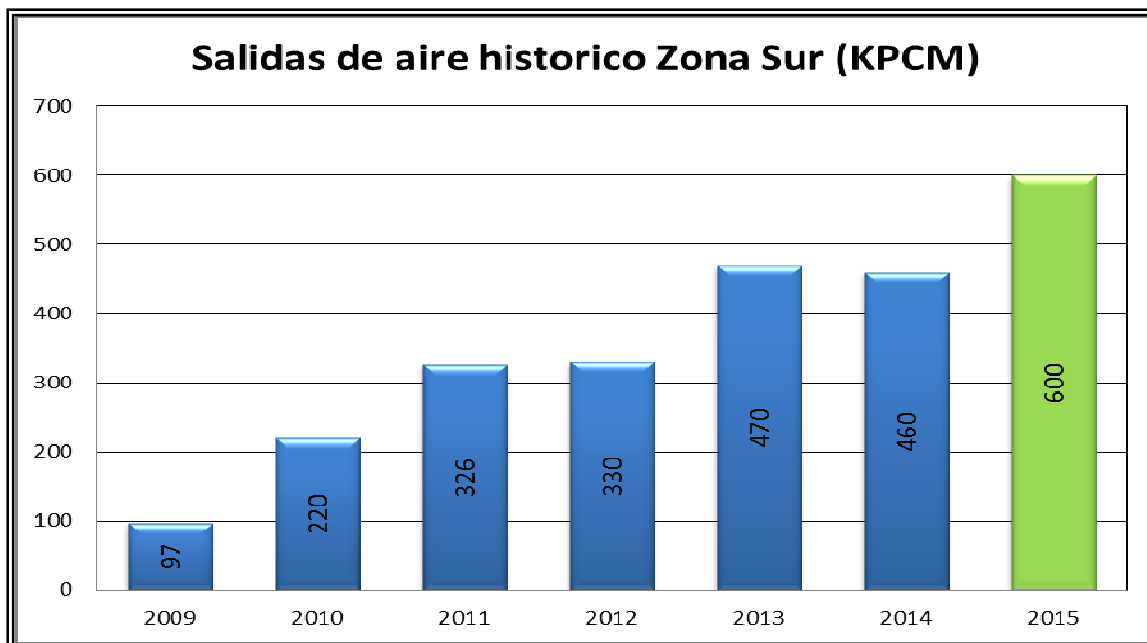
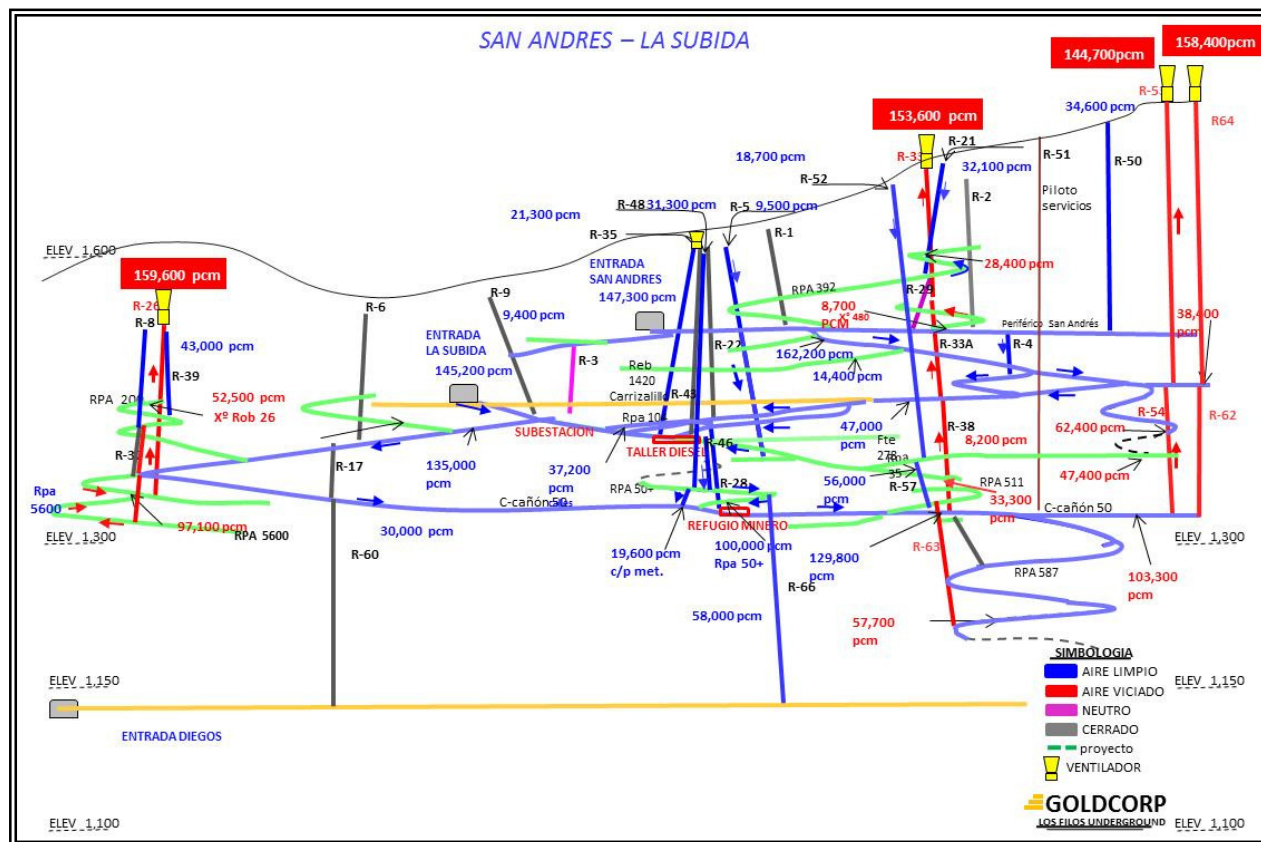


Figura 21.-Diagrama de cómo estaba la ventilación en La Subida – San Andres

En la mina se tienen 3 extractores marca SPENDRUP de 250HP, 3 ZITRONES de 85 HP, 1 ZITRON de 30HP, 7 SPENDRUP de 50HP y 7 de 40HP. Acepto de los extractores todos los demás ventiladores se van moviendo conforme crece la mina o los rebajes se terminan. Los extractores tienen una capacidad nominal de 180,000 PCM, y de acuerdo con todo el personal de la mina, mantenimiento, planeación, geología y contratitas se

continua con el diagnóstico para eficiente la ventilación. También se tomara en cuenta el equipo nuevo que se está adquiriendo.



Figuras 22 y 23.- Diagrama actual de la ventilación en La Subida – San Andres y Comportamiento de flujos del 2009 al 2014

6. – Seguridad y Ecología

6.1. – Programas de Seguridad

En cuestión de seguridad se sigue trabajando con el programa de STOP (Seguridad en el Trabajo por Observación Preventiva), está plenamente demostrado que los trabajadores llegan a ser parte esencial de una fuerte cultura de seguridad gracias al Programa STOP™.

El Programa STOP™ se ha convertido en el programa de seguridad en el trabajo más popular y con más éxito en el mercado global de hoy.

Este programa enseña los conocimientos necesarios para identificar en el lugar de trabajo, a través de la observación de las personas, las oportunidades de corregir y mejorar los hábitos y las condiciones inseguros.



Fotografías 14 y 15.- Personal tomando los programas de capacitación

Este programa se enfoca desde la dirección hasta los trabajadores y ayuda a todas las personas a pensar en la seguridad de forma que se consiga la plena integración de ésta en todas las actividades diarias. DuPont ofrece ayuda especializada mediante sus expertos en el Programa STOP™ durante toda la fase de la implementación y de la formación para garantizar que el Programa STOP™ cumpla sus objetivos.

Cada mes se hace una campaña de seguridad, la cual cada departamento es responsable de difundirla en todo la unidad minera.



The poster features a background of a road with a speedometer overlay. The speedometer needle is pointing to 120 km/h. A car is shown crashing into a barrier. Text on the poster includes: 'Campaña YA BAJALE!', 'POR TU SEGURIDAD Y LA DE LOS DEMÁS', 'SI TOMAS NO MANEJES', 'FRENA CON MOTOR', 'USA TU CINTURÓN DE SEGURIDAD', 'RESPECTA LOS LÍMITES DE VELOCIDAD', 'Sr. Conductor esta NO es una carretera de ALTA VELOCIDAD, Utiliza esta Información en tu Beneficio y recuerda La Decisión es TUYA!', 'goldcorp mexico Los Filos', and a 'STOP ... por tu seguridad.' sign. There are also icons for a seatbelt, a speed limit sign, and a 'NO: CORRAS TE ESPERAMOS' sign.



Fotografías 16, 17, 18, y 19.- Carteles y eslogan referentes a la seguridad industrial

6.2. – Ecología

En lo que se refiere a medio ambiente, el objetivo de Goldcorp México Los Filos Underground es cumplir con los lineamientos ambientales, la normatividad ambiental internacional y nacional.

Para lo cual se obtuvieron los siguientes permisos ambientales:

- Análisis de riesgo ambiental
- Título de concesión de agua
- Cambio de uso de suelo

Para lograr estos objetivos Goldcorp México Los Filos Underground, realiza las siguientes actividades de vigilancia y control ambiental:

- Monitoreo de agua
- Monitoreo de vida silvestre
- Reporte de incidentes ambientales
- Reforestación
- Capacitación en aspectos ambientales

6.3. – Refugio Minero

Para alguna emergencia que se pueda presentar en la mina, ya sea incendio, caído, terremoto ó cualquier contingencia, se cuenta con un refugio minero. Esta cámara de seguridad se encuentra sobre el contra cañón 50.





Fotografías 20 y 21.- Capacitación del refugio minero

6.3.1– Manual para la operación del Refugio Minero

- La ubicación de la cámara está predeterminada e indicada en el mapa de la mina.
- Ubique la cámara en posición y ajuste las fuentes de electricidad y aire comprimido según aplique.
- Asegúrese de que al interior de la cámara la puerta secundaria esté completamente cerrada.
- Asegúrese que la puerta de acceso principal esté completamente cerrada.
- Remueva el remolque, si éste se encuentra ajustado a la cámara (esto es muy importante ya que la puerta no se abrirá si el remolque está ajustado a la cámara).

- Una vez al interior de la cámara, encienda las luces delanteras y presione el botón para activar la sirena de emergencia y las luces de alerta.
- La sirena y las luces deben permanecer encendidas hasta que todos los mineros estén al interior de la cámara. Desde este punto pueden ser apagadas.
- La primera persona en ingresar activa el aire de la mina girando la palanca roja 90° en sentido horario.
- El aire de la mina fluye a través del sistema de filtro y del dispositivo de detección de CO (si está instalado) y después hacia la cámara a través de un silenciador.
- Si se detecta CO, se activará una alarma audible y visible, y el aire se redirigirá hacia el exterior.
- Entonces deberá cerrarse la válvula del aire de la mina.
- Continúe llenando el compartimiento Airlock con la mayor cantidad de personas posible.
- Cierre firmemente la puerta exterior.
- Abra la puerta secundaria o cortina y avance hacia la cámara principal.
- Si hay más personas afuera, cierre la puerta secundaria y repita el proceso hasta que todos estén en la cámara principal.
- Mientras haya disponible aire de la mina es mejor probar el aire cada 30 minutos para detectar niveles elevados de CO.
- Si se interrumpe el aire de la mina o se cierra la válvula, deberá activarse el filtro de CO₂.
- Usted sabrá cuándo se interrumpe el aire de la mina porque dejará de escucharse el ruido sibilante que proviene del silenciador.

- Active y ajuste el sistema de aire acondicionado para mantener un nivel de temperatura adecuado y confortable.
- Si el aire de la mina se detiene, no entre en pánico. El aire al interior de la cámara es suficiente por un periodo de tiempo mientras se activa el suministro de aire de respaldo.
- Este espacio de “aire muerto” le otorga cantidad suficiente de tiempo para familiarizarse con el scrubber (aproximadamente 45 minutos).
- Usted sabrá cuando el aire minero se detenga porque el ruido que viene desde el silenciador se detendrá.
- Las instrucciones para operar el scrubber son bastante claras y están escritas sobre el scrubber.



Fotografía 22.- Cámara de refugio minero para emergencias.

6.3.2. – Suministros de la cámara

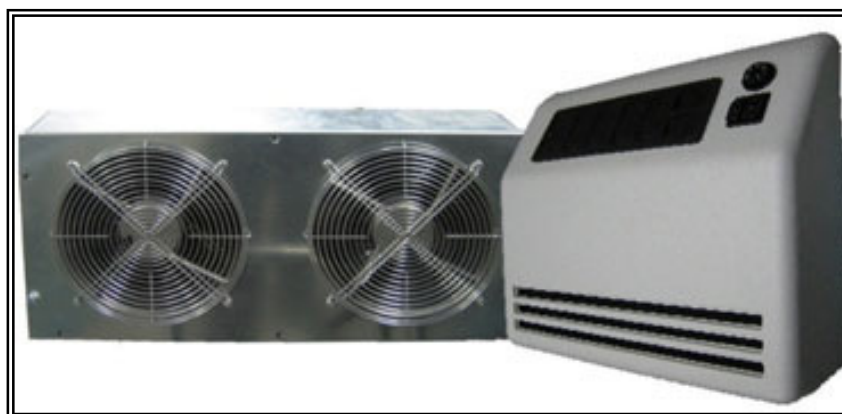
- Agua bebestible, alimento de emergencia y químicos soda lime almacenados debajo de los asientos.
- Botiquín de primeros auxilios ubicado al interior del airlock y al interior de la Cámara.
- Extinguidor (s) de fuego montados en el airlock y ubicados debajo de los asientos.
- Baño químico y suministros se ubican en el airlock y tienen una cortina para privacidad y mayor higiene para los ocupantes.



Fotografías 23 y 24.- Suministro de la cámara.

6.3.3– Equipamiento de la cámara

- Sistema aire acondicionado de dos niveles 24V CD (opcional).
- Ventana o escotilla de escape.
 - Ubicada a un lado de la cámara.
 - Esta ventana de escape debe ser solo usada en el caso de emergencia.
 - Cuando la puerta principal no pueda abrirse.
 - La ventana de escape se abre al remover las perillas y jalando las manillas de los costados.



Fotografías 25 y 26.- Equipamiento del refugio minero