

UNIVERSIDAD DE SONORA
DIVISION DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL Y
MINAS



**MEMORIA DE PRACTICAS PROFESIONALES EN LAS MINAS
"LA MARIA" DEL GRUPO FRISCO Y "EL SAUCITO" DE MINERA
FRESNILLO PLC**

Como requisito parcial para la obtención del título de:

Licenciatura en Ingeniería en Minas

Presenta:

Luis Antonio Noriega Moreno

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

Introducción

Las prácticas profesionales es el conjunto de actividades realizadas por alguien que se encuentra trabajando de forma temporal en algún lugar, poniendo especial énfasis en el proceso de aprendizaje y entrenamiento laboral. La universidad de Sonora en el departamento de ingeniería cuenta con el programa de prácticas profesionales para contribuir en la formación integral del futuro profesionista con el fin de que el estudiante desarrolle habilidades y competencias que le permitan desarrollarse e incluirse a las dinámicas que demanda el Mercado laboral.

Gracias a este programa de prácticas profesionales se realizó una recopilación de datos de dos diferentes unidades mineras, las dos minas a pesar de tener el mismo riego laboral la extracción y concentración de algún mineral en específico, no cuentan con el mismo método de minado una aplica el sistema de cielo abierto o tajo y la otra un minado subterráneo. También al ser diferentes compañías mineras su modo de trabajo administrativo es muy diferente.

La primera estadía de prácticas se realizó en Minera Frisco S.A.B de C.V. unidad minera La María, la cual se dedica a la estación de cobre por medio de método de minado cielo abierto o tajo, esta se encuentra cerca de los depósitos más grandes y mejor preservados se localizan en el noreste de Sonora, en la parte norte del cinturón, contienen acumulaciones de metal de gran relevancia a escala mundial.

La segunda estadía profesional se realizó en Minera Fresnillo Plc. unidad minera Saucito la cual utiliza el método de minado subterráneo para la extracción y beneficio de plata, se encuentra ubicada en el estado de Zacatecas en un área de fallas relleno las cuales se extraen como vetas de gran extensión.

UNIVERSIDAD DE SONORA DIVISION DE INGENIERIA DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL Y MINAS

“MEMORIA DE PRACTICAS PROFESIONALES
MINERA FRISCO S.A. de C.V. UNIDAD MINERA LA MARIA”



Que como requisito parcial para la obtención del título de:

Licenciatura en Ingeniería en Minas

Presenta:

Luis Antonio Noriega Moreno

Índice

<u>1. Introducción</u>	4
<i>1.1. Objetivo general</i>	5
<u>2. Descripción conceptual</u>	6
<i>2.1. Ubicación</i>	6
<i>2.2. Organigrama de la mina La María</i>	8
<u>3. Descripción detallada de las actividades.</u>	8
<i>3.1. Departamento de planeación</i>	8
<i>3.2. Departamento de Topografía</i>	11
<i>3.3. Departamento de Geología</i>	13
<i>3.3.1. Diagrama de flujo de muestreo</i>	16
<i>3.3.2. Geología del lugar</i>	17
<i>3.4. Departamento de Operación</i>	19
<u>4. Análisis de las experiencias adquiridas.</u>	23
<i>4.1. Planeación</i>	23
<i>4.2. Topografía</i>	24
<i>4.3. Geología</i>	24
<i>4.4. Operación</i>	25
<i>4.4.1. Estudio de tiempos y movimientos</i>	25
<i>4.4.1.1. Metodología de trabajo</i>	25
<i>4.4.1.2. Causas principales de demora.</i>	26
<i>4.4.1.3. Posibles soluciones</i>	27
<u>5. Conclusiones y recomendaciones.</u>	27

Figuras

<i>Figura 1. Banda transportadora mina María</i>	5
<i>Figura 2. Láminas de cobre catódico</i>	7
<i>Figura 3. Vista de la unidad Minera La María</i>	8
<i>Figura 4. Fotografía del uso de la estación total</i>	10
<i>Figura 5. Fotografía de maquina barrenadora</i>	11
<i>Figura 6. Fotografía de retardador y emulsión utilizada en voladuras</i>	12
<i>Figura 7. Fotografía de Cuarteador Jonès</i>	15
<i>Figura 7. Modelo de Lowell y Guilbert (1970),</i>	18
<i>Figura 7. Ubicación de los cinturones con mineralización de pórfido de cobre</i>	20
<i>Figura 8. Fotografía del tajo María</i>	21
<i>Figura 9. Fotografía de explosión de emulsión</i>	22
<i>Figura 10. Diagrama de formación de Fracturas.</i>	23
<i>Figura 11. Diagrama de presurización de las fracturas.</i>	23
<i>Figura 12. Fotografía de movimiento de roca.</i>	24

1. Introducción

Siendo un requisito para la acreditación y culminación de mi carrera profesional se presenta este trabajo el cual consiste en una recopilación de las actividades y experiencias adquiridas durante el periodo de prácticas profesionales, el cual se dividió en dos periodos en dos diferentes compañías mineras, las cuales tenían diferentes métodos de producción el cual me creó una perspectiva más detallada de las actividades principales del ámbito minero.

Mi primera estadía profesional se presentó en la mina La María de grupo Frisco, dentro del estado de Sonora la cual se dedica a la extracción de cobre principalmente, mi tiempo de estadía fue dividido para pasar por los diferentes departamentos de la mina como el departamento de geología, planeación y operación. Y dando así un recorrido completo a todas las actividades en desarrollo de las instalaciones mineras y teniendo un contacto directo con todo el personal.

Esta compañía utiliza el método de mina de cielo abierto o tajo en el cual consiste en crear un tajo descapotando de materia sin valor hasta llegar al mineral para ser acarreado por medio de camiones. En este tipo de minería se tiene un movimiento de tierras mucho mayor al que se presenta en su método subterráneo.



Figura 1. Banda transportadora mina María, conectada de a la quebradora principal.

Empresa mexicana con una trayectoria de más de 50 años, aunque en la historia algunos de nuestros yacimientos datan del siglo XVII. Las operaciones están orientadas a la exploración y explotación de yacimientos minerales en diversas entidades de la república mexicana. Se producen concentrados de plomo, zinc y cobre, así como dore y cobre catódico, venden productos en México y en el extranjero.

1.1. Objetivo general

Conocer las labores de cada una como su actividad en un día común de trabajo, familiarizarnos con el ambiente minero y así desarrollar:

- Las capacidades: de poder enfrentar y tomar retos relacionados con la minería.
- Conocimientos: para tomar futuras decisiones que se nos puedan presentar en algún trabajo.
- Habilidades: para resolver problemas del ámbito minero.
- Analizar: para poder siempre tomar la decisión que más eficaz y eficiente.

Crear una comparación entre los dos métodos de minados el de cielo abierto o tajo y el minado subterráneo creando así una visión más amplia de la industria minera. Dar una aplicación práctica de mis conocimientos adquiridos durante mis estudios profesionales como (serian):

- Conocimientos básicos de topografía.
- Uso de la estación total.
- GPS.
- Uso del software AutoCAD.
- Conocimientos básicos de voladuras.
- Conocimientos básicos de barrenación.
- Conocimientos básicos de movimientos de tierra.
- Conocimientos sobre yacimientos minerales.
- Conceptos como mena, ganga y mineral.
- Barrenación de exploración.
- Tipos de muestreo.
- Tipos de mineralización.

2. Descripción conceptual

2.1. Ubicación

Minera María, S. A. de C. V., inició operaciones en 1980 en Cananea, Sonora, produciendo concentrados de cobre. En 1999 inició operaciones la segunda etapa, produciendo cobre catódico. Es una mina de tajo.



Figura 2. Láminas de cobre catódico

El complejo minero La María se encuentra en el estado de Sonora a una latitud de $31^{\circ} 2'$ (Norte) y una longitud de $110^{\circ} 25'$ (Oeste) y el poblado más cercano Cananea.

La entrada a la mina es por la Carretera Federal #2. Las instalaciones cuentan con la capacidad de una producción de 20000 toneladas anuales de cobre catódico. En la figura 2 se puede observar como limpian las láminas de cobre catódico para posteriormente ser embarcadas.

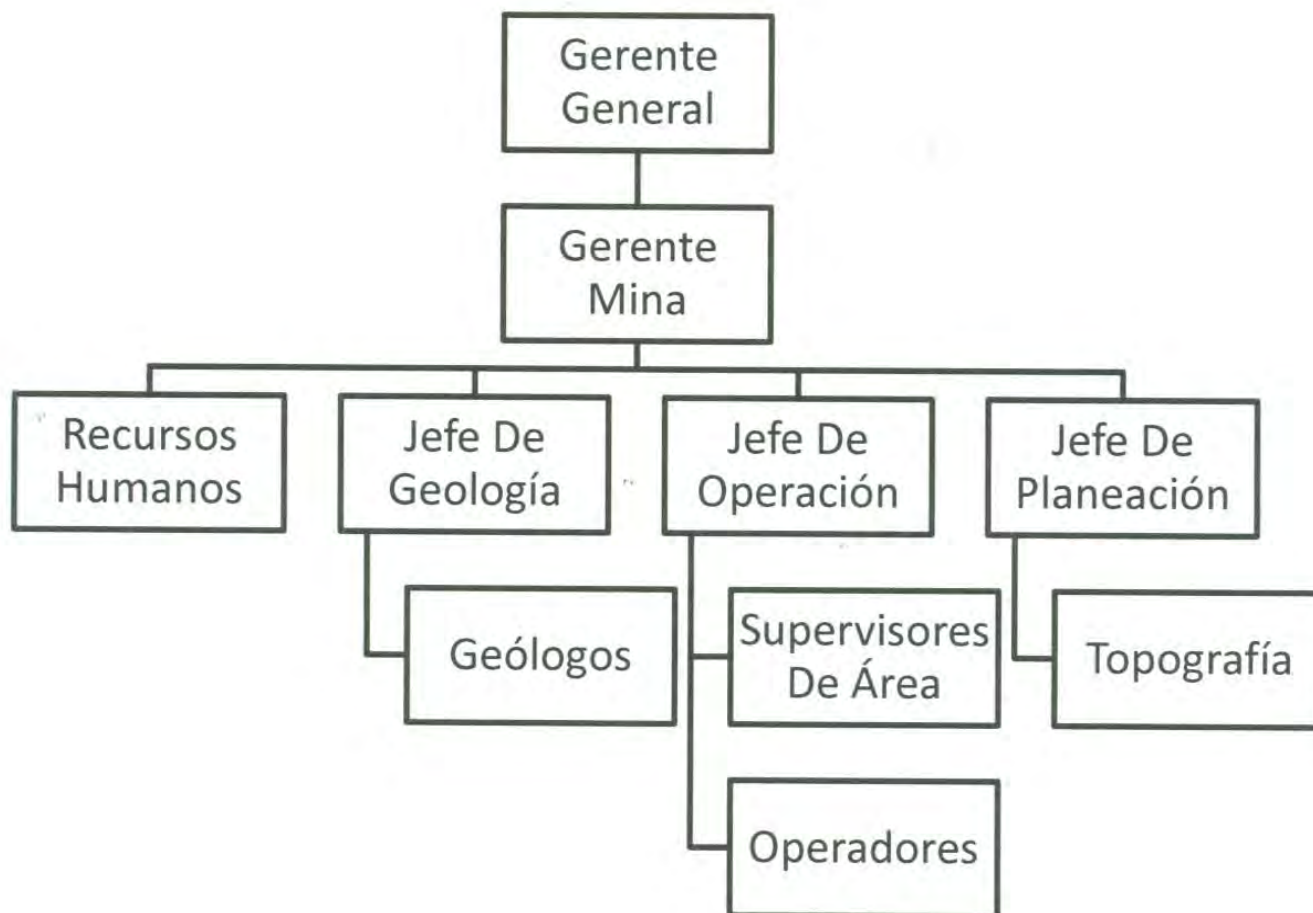
Con una amplia trayectoria dedicada a la exploración y explotación de lotes mineros para la producción y comercialización principalmente de barras doré de oro y plata, así como de cobre en forma de cátodo y concentrados de cobre, plomo-plata y zinc. Actualmente cuenta con más de 3,500 colaboradores y 6 unidades mineras en México: El Coronel, San Felipe, María, San Francisco del Oro, Tayahua y Asientos, desarrollando 6 proyectos incluyendo nuevos y expansiones, así como varios proyectos de exploración.

A través de recursos propios y alianzas, investiga las técnicas más modernas para la localización y procesamiento de minerales y lleva a cabo iniciativas de administración ambiental que se enfocan en minimizar la generación de residuos, el consumo de agua y energía y en compensar los impactos ambientales adversos.



Figura 3. Vista de la unidad Minera La María

2.2. Organigrama de la mina La María



3. Descripción detallada de las actividades.

3.1. Departamento de planeación

Esta área es fundamental en cualquier mina, ya que es la que va moldeando a esta misma, gracias a la recopilación de información de las demás más áreas se plantea un modelo futuro en el cual se trabaja a diario para ser cumplido así como las obras a futuros se crea la planeación corto, mediano y largo plazo.

En el caso de la Mina María, se lleva a cabo un modelo mensual el cual está marcado por la cantidad de materia que necesita ser movido durante dicho periodo, el material puede variar ya sea tepetate, mineral de alta ley, mineral de baja ley o primarios. Esta clasificación está basada en la cantidad de mineral extraíble que contiene cada uno.

Este plan mensual tratado de llevar acabo día a día. Cada día se toma la información del día pasado para así tomar las decisiones de ese día o del día siguiente el objetivo principal el llegar a junta cierta cantidad de materia que tenga la ley suficiente para poder elaborar placas de cobre casi 99.6% puro.

Las acciones que se alisan en este departamento son principalmente, recolectar información de otras áreas como topografía, geología, operación, barrenación y explosivos. De topografía los avances que se realizaron el día anterior, que tanto material físicamente se movió, estado y ubicación de las rampas, perforaciones que se realizaron y área detonada. Esta se genera utilizando la estación total y la actualización de los planes.



Figura 4. Fotografía del uso de la estación total

Del departamento de geología obtienen información sobre los barrenos de exploración en búsquedas de futuras áreas de explotación, también cuenta con un programa de muestreo diario de los barrenos de producción para calcular la ley de la carga y revisar si es la espera. En la figura 4 el topógrafo realizaba un levantamiento de los lotes mineros para delimitar el área de la empresa.

También presenta un mapeo de las estructuras geológicas para contar con un panorama más amplio y así identificar áreas donde se pudiera encuentra la materia con las leyes más altas. Toda esta información es utilizada por el encargado del Departamento De Planeación para llevar la planeación de las obras futuras.

El departamento de geología también se encarga de llevar un control de las reservas de mineral las cuales son calculadas cada final de año para evaluar la factibilidad de operación de la mina y el, así mismo ajustar los gasto respecto a la producción que se pudiera tener en un futuro.

En operación la maquinaria disponible para el turno y el avance de las obras realizadas en el área de trabajo ya sea rampas, nuevos taludes etc.

Barrenación la cantidad de barrenos avanzados y área barrenada.



Figura 5. Fotografía de maquina barrenadora

Explosivos el área en donde se realizó la voladura, y la disponibilidad del equipo para la siguiente voladura. En la figura 5 se puede apreciar una maquina barrenadora la cual realizaba una plantilla de barrenación para apertura de un banco nuevo, el cuanto consiste en barrenar un cuadro de 20 m² para poder abrir una cara libre y comenzar a crear el banco nuevo de 15 metros de alto.



Figura 6. Fotografía de retardador y emulsión utilizada en voladuras

Después de obtener la recopilación de avances se toman decisiones con respecto a lo trabajado y a lo que no se pudo realizar el día anterior. Como decidir donde se realizara la siguiente voladura, donde construir una rampa, construir puntos de acceso, que materia será movilizado y donde se barrenara.

Esta área traer con su trabajo un control y un horario en las actividades a realizar en la mina dando por prioridad las metas de producción para poder estabilizar una ganancia sobre el costo de la operación. Tomando en cuenta las capacidades de la maquinaria, personal y recursos disponibles de la mina.

Herramientas a utilizar:

- Datos de los levantamientos proporcionados por el departamento de topografía
- Datos de las leyes de mineral de los barrenos proporcionados por el departamento de geología.
- Computadora
- AutoCAD
- Mine Sight 3D
- Plotter

3.2. Departamento de Topografía

El área de topografía es utilizada por la minería para la digitalización de coordenadas y distintos puntos. Dando así una modelación del terreno en que se está trabajando.

También está encargada de llevar acabo la digitalización de los avances diarios de las distintas operaciones que se realizan en la mina como acarreo de tierras, voladuras, barrenaciones, construcción de rampas etc.

Esta información es pasada al área de planeación y geología para que realicen sus correspondientes actividades.

Esta información es vital para la mina ya que gracias a esto se puede llevar un control de las actividades realizadas por la mina como así se puede dar un cálculo sobre la cantidad de materia movido durante un día. Esto ayuda a tomar decisiones sobre futuras obras a realizar.

Al iniciar con levantamientos topográficos de los avances diarios y barrenación tendremos que visualizar el área que vamos a levantar para determinar si con la ayuda del láser que tiene la estación total podemos levantar las crestas de los bancos más quebrados así como la de las patas para solo tomar los puntos críticos de los pisos que se marcan para la maquinaria.

Para el replanteo de límites se tomarán en cuenta que los puntos no caigan en zonas muy quebradas en el caso de ser en las crestas de los bancos y que estos no se replantearan, si el acceso es en una zona donde el talud esté muy inestable.

No bajar por los taludes de los bancos más cuando existe material quebrado; ya que podemos provocar derrumbes de rocas por lo cual se recomienda terminar el avance de dichas crestas aun cuando estas continúen; y seguir con el levantamiento de forma segura yendo por los caminos o rampas de acceso que existen para el siguiente banco (es decir rodeando la zona del material quebrado). Al realizar una operación topográfica es necesario contar con el equipo indispensable para realizar los levantamientos en éste tipo de áreas que es el siguiente:

- Estación Total Leica.
- GPS LEICA Base (Antena) y Móvil.
- Tripie.
- Prisma con bastón.
- Automóvil, con torreta y banderola.
- Radios de comunicación con frecuencia de topografía.

Equipo de protección personal:

- Casco.
- chaleco.
- Calzado de Seguridad.
- Lentes de protección.
- Guantes de carnaza.
- Tapones para ruido.
- Mascarillas para polvo.

3.3. Departamento de Geología

En este departamento se realizan principalmente dos actividades fundamentales para la mina la barrenación de exploración y el muestreo.

La barrenación de exploración se realiza para la búsqueda de nuevos depósitos minerales los cuales tengan suficientes reservas para poder ser extraído, la búsqueda de estos depósitos está basado en un modelo estructural en cual se estiman posibles áreas, en la cuales la mineralización sea posibles y a su vez sea remunerable, estos barrenos de exploración llegan hasta 400 metros de profundidad los cuales traen una muestra de la roca de la profundidades. Esta muestra tomada es observada por un geólogo el cual determina sus características principales como:

- Tipo de roca
- Mineralización
- Color
- Textura
- Fracturamiento
- Alteración

Después esa muestra es manda a laboratorio para obtener su ley o más información relevante mediante un análisis químico.

Otra actividad de la que está encargada este departamento es el muestreo de roca triturada por los barrenos de producción, que realizan los patrones de producción dicho muestreo, este material es muy importante ya que nos proporciona el valor del contenido de mineral de la producción diaria dándonos la oportunidad de escoger el

materia que será mandado a la planta concentradora, es importante hacer esto del conocimiento del personal de muestreo y estar convencidos de ellos, para hacer énfasis en la importancia de su labor.

Dicho muestreo se realiza en Unidad Minera María por medio del “Cuarteador JONES”, aparato que facilita muestrear barrenos, manteniendo la muestra representativa a la realidad, tomando 10 kg aproximadamente y homogenizando el detrito. Para posteriormente reducir la muestra hasta aproximadamente ½ kg. Esto utilizando siempre el “Cuarteador JONES”, el personal que vaya a tomar la muestra necesita previamente haber preparado su equipo de seguridad, su herramienta de trabajo, las bolsas para muestras y haber preparado en campo el detrito de los barrenos.



Figura 7. Fotografía de Cuarteador Jones

Previamente se tiene que recibir la poblada por parte del Geólogo o supervisor en turno, para muestrear primero aquellos patrones donde vaya a haber proceso de voladura primero o los patrones de los que se requiera información rápida. Al llegar a la plantilla de muestreo, se deberá revisar el área de trabajo, revisar no estar hacia un barranco, no está muy cerca de un talud y queda prohibido estacionarse dentro de plantillas programadas, barrenadas o las cuales estén cargadas con explosivo.

Preparación del muestreo: primeramente se deberá enumerar en orden consecutivo el número correspondiente a cada barreno realizado por cada banco, con una estaca de

madera que indique su número, así mismo se colocará una bolsa para muestreo indicando el número de muestra, banco, tajo de localización y fecha.

Una vez realizada la identificación se procederá a hacer 4 zanjas transversales al detrito de las 4 zanjas se tomarán 8 palas (2 por cada cara de la zanja) de abajo hacia arriba siempre y se echara el detrito a una cubeta. Homogenización y reducción de muestra: una vez obtenida la muestra en su cubeta se procede a revolverse con el cuarteador de 2 a 3 veces aproximadamente (hasta obtener un color uniforme).

Posteriormente se quitará una bandeja de metal y se pasa nuevamente por el cuarteador hasta obtener $\frac{1}{2}$ Kg de muestra aproximadamente y así sucesivamente hasta terminar cada uno de los barrenos.

En caso de que los detritos de los barrenos se encuentren húmedos y se peguen a la pared de la pala o de los rifles del cuarteador, no se pasarán muestras por el cuarteador, debido a la contaminación que recibe cada muestra de los residuos de muestras anteriores, en este caso solo se toma la muestra de las zanjas con la pala colocándola directamente en la bolsa y limpiando con una estaca la pala antes de tomar otra muestra.

Equipo, material y herramientas:

- Cuarteador JONES.
- Pala en forma de cubo.
- Estaquitas de madera.
- Bolsas para muestreo.
- Marcadores punto fino y grueso.
- Hojas para envío y recepción de muestras, con su tabla con broche.
- Libreta de tránsito para bitácora.
- Camioneta para transporte o utilice su radio para pedir. transporte, esté al pendiente del radio en caso de voladura.

3.3.1. Diagrama de flujo de muestreo



3.3.2. Geología del lugar

Los pórfidos de Cu (Mo, Au) se han formado centrados en intrusivos porfíricos con diámetros que van desde 100 metros hasta unos pocos kilómetros de diámetro, los cuales son apófisis sobre cúpulas de platonos félsicos a intermedios más profundos.

Típicamente dentro de los sistemas de pórfido Cu existen varias fases de intrusión y las más tempranas tienden a poseer las leyes más altas.

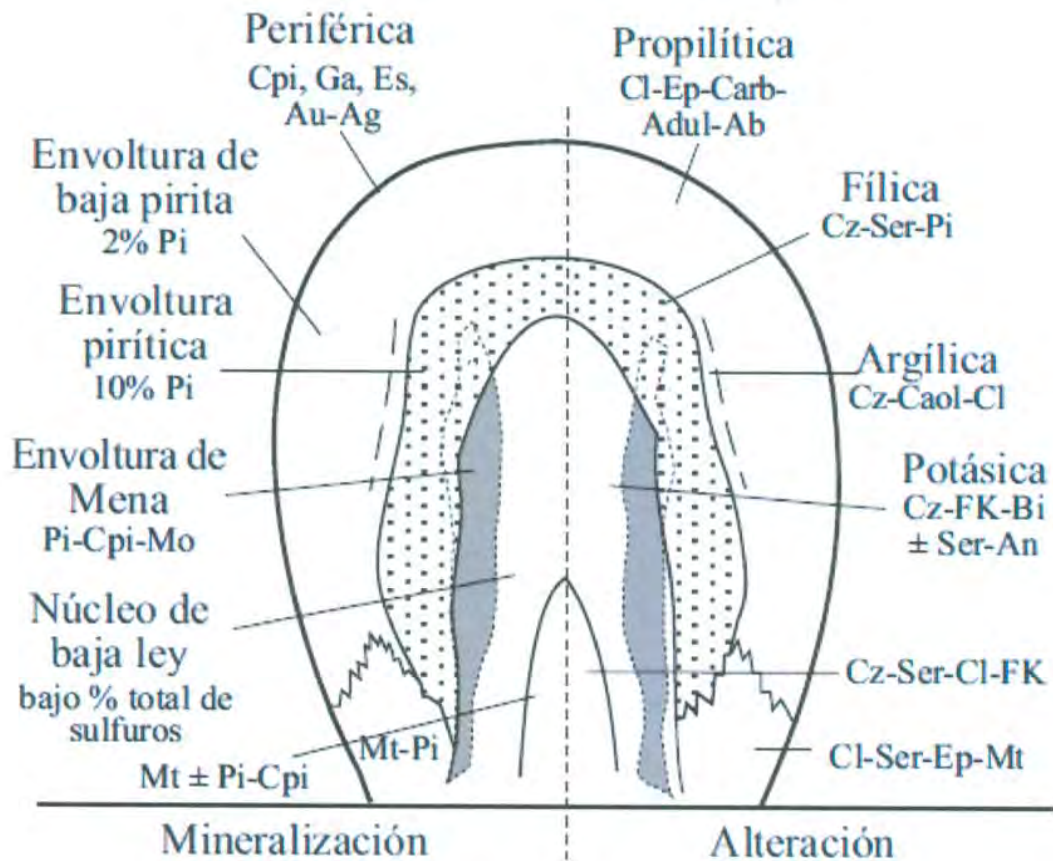


Figura 7. Modelo de Lowell y Guilbert (1970), para el depósito de San Manuel-Kalamazoo, Arizona, mostrando el zoneamiento vertical y lateral de la alteración y la mineralización típico de los pórfidos de cobre.

Los pórfidos cupríferos presentan características metálicas y litológicas muy variadas y en general, cada caso presenta su propia complejidad. Los sistemas de pórfido de cobre en México, incluyendo algunos depósitos asociados particularmente de tipo skarn y brechas hidrotermales, aparecen en un cinturón orientado.

Cananea constituye el distrito minero más importante de México, y se reconoce como una de los principales complejos de pórfido de cobre en el mundo. Se localiza en la parte norte de Sonora, a aproximadamente 250 km al noreste de Hermosillo y 160 km al sur de Tucson, Arizona. La zona mineralizada se extiende en dirección NW-SE, e

incluye los depósitos de Cananea (1), Mariquita (2), Maria (3), Lucy (4), Milpillas (5) y El Alacrán (6), entre los más relevantes. La geología de Cananea exhibe un basamento de unos 1,000 m de espesor de cuarcitas y carbonatos del Cámbrico al Carbonífero, dividido en las Formaciones Bolsa, Abrigo, Escabrosa y Martín. Estas rocas descansan de manera discordante por debajo de una gruesa secuencia de tobas y flujos de composición intermedia a félsica de las formaciones Elenita y Henrietta de posible edad triásica y jurásica. Por encima aparece una cubierta volcánica discordante de unos 1500 m de espesor, dominados por flujos de andesitas y dacitas laramídicas de las Formaciones Mariquita y Mesa. El volcanismo laramídico estuvo acompañado por varios pulsos intrusivos contemporáneos, que incluyen la diorita Tinaja, la granodiorita Cuitaca y la monzo-diorita Chivato. Las inyecciones tardías de plutones porfídicos cuarzo-feldespáticos y troncos riolíticos, algunos de los cuales son responsables de la mineralización en el distrito de Cananea, presentan edades entre 59.9 ± 2.0 Ma y 57.4 ± 1.6 Ma.

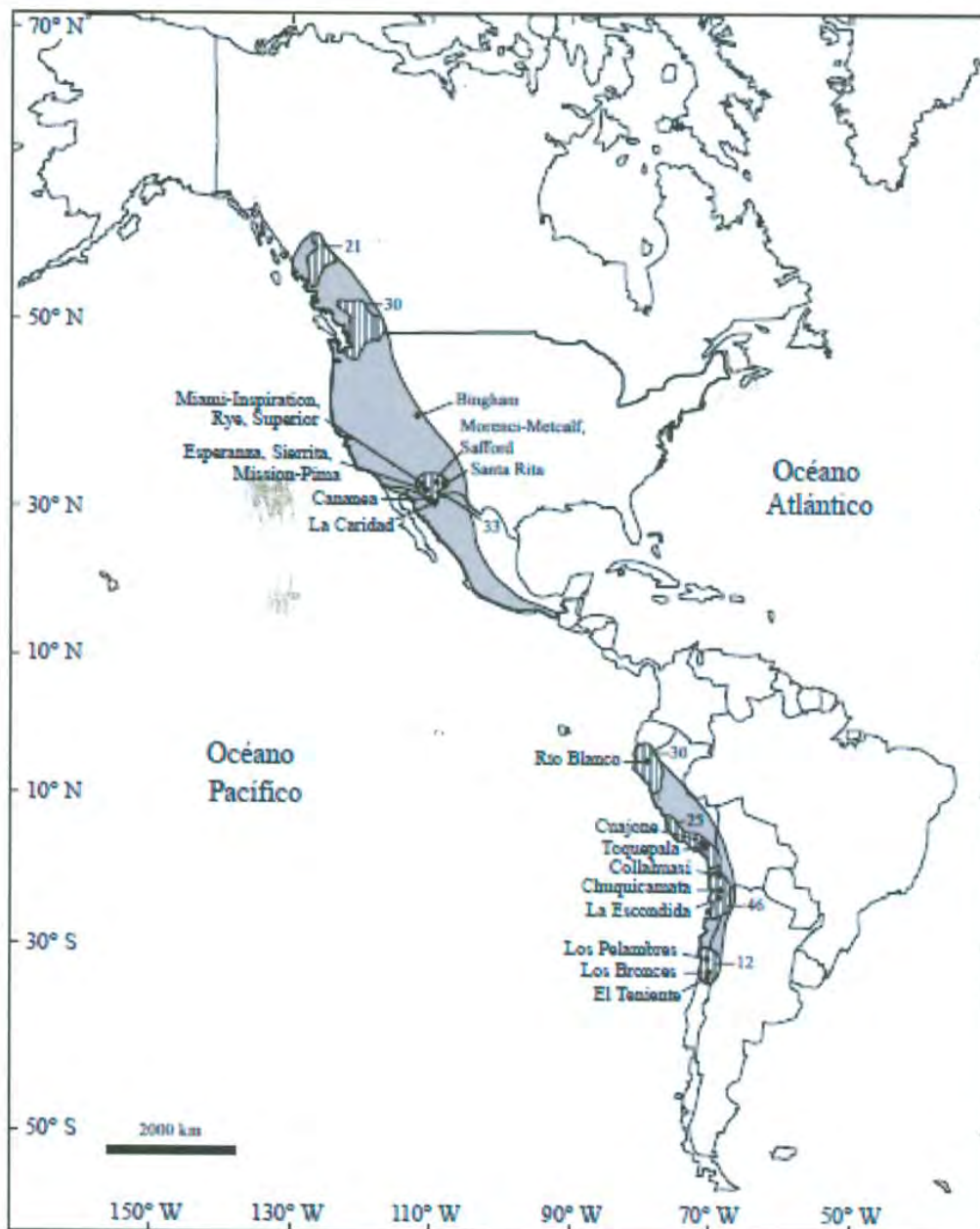


Figura 7. Ubicación de los cinturones con mineralización de pórfido de cobre en las Cordilleras occidentales de Norte y Sur América, mostrando los depósitos más significativos.

3.4. Departamento de Operación

Esta área es una con las tiene mayor movimiento diariamente ya que es la encargada de mover toda la maquinaria con la que cuenta mina para poder mantener el acarreo de tierras.

Es tan grande el campo de esta área que debe de contar con diferente personal capacitado en diferente áreas para poder funcionar como lo es la mecánica, la eléctrica, la ingeniería, personas capacitas para en el manejo de maquinaria pesada, etc. Ya que

está encargada dar mantenimiento a la maquinaria y súper cualquier obstáculo que se pudiese presentar en la operación de la máquina de traslado de tierras.

Deben de mantener las rampas adecuadas para que sean transitadas con toda seguridad, esta pueden ser afectada por agua, derrumbe, afectada por voladuras, levantamiento de polvo, etc.

Toda la maquinaria cuenta con un mantenimiento preventivo el cual esta contabilizado por horas de trabajo cada cierta cantidad de horas trabajas se realiza un mantenimiento cada maquinaria tiene diferente tiempo para sus diferentes mantenimientos. Una de las prioridades de esta área es la seguridad debido a que es trabajo realizado siempre es dentro de las obras de producción o explotación donde la maquinaria pesada está presente.



Figura 8. Fotografía del tajo María

Y tratar de cumplir con el avance diario tanto en acarreo como en la construcción de rampas, en el bombeo de agua, en el mantenimiento de la maquinaria, brinda apoyo necesario a compañías terceras para que cumplan con su trabajo, supervisan que las labores diarias se hagan como debe de ser y cumplan con la meta diaria de mineral.

El control del explosivo es uno de los puntos más importantes debido a la cantidad de explosivo que se utiliza dentro de la unidad, si este no es utilizado con el control y calculo debido los costos aumentaran.

Se deben de tener principios básicos para el uso de este y entender su comportamiento. Son cuatro las etapas durante las cuales el proceso de rompimiento y desplazamiento de la roca ocurre, durante y después de la detonación de una carga confinada.

Detonación y onda de choque, Es la primera fase en el proceso de fragmentación. Los componentes de los explosivos se transforman en gases a altas presiones y temperaturas (280,000 kg/cm y 3,870 °C).

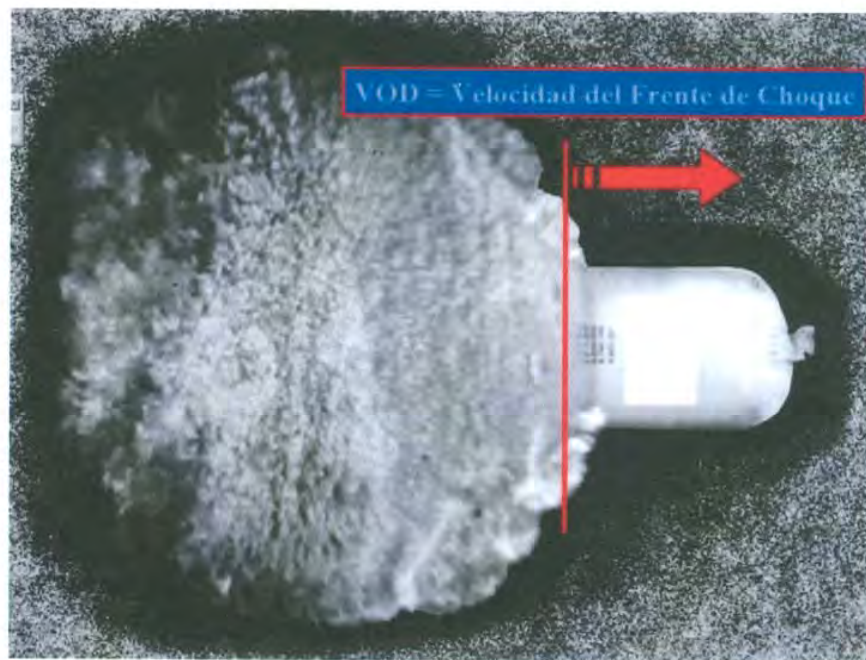


Figura 9. Fotografía de explosión de emulsión

Formación de las fracturas por presión del gas se crea después de la propagación de la onda de choque, los gases generan un campo de esfuerzo alrededor del barreno ocasionando su expansión, extendiendo las fracturas radiales e inyectándose en las discontinuidades. En la fotografía 9 se aprecia como el bulbo crea las ondas de choque que inician la carga del explosivo.

Formación de Fracturas radiales.

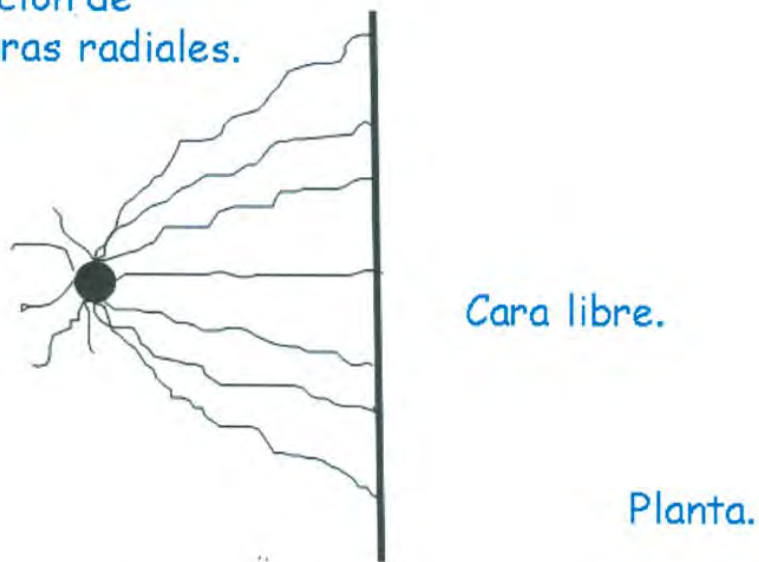


Figura 10. Diagrama de formación de Fracturas.

- Presurización de las fracturas, la onda de choque se expande hasta pasar por las fracturas antes de llegar a la cara libre. En la figura 10 se ve como las ondas de choque se transmiten por el lugar donde tienen menos esfuerzo que este caso es por donde está la cara libre.

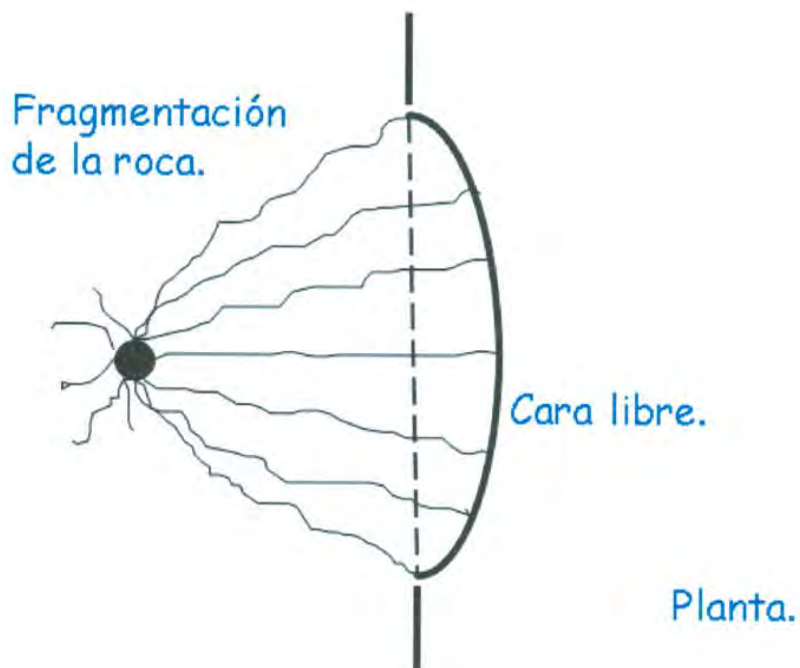


Figura 11. Diagrama de presurización de las fracturas.

- Movimiento de la roca. La onda de choque llega a la cara libre y libera su energía, las rocas son expulsadas al no tener fuerza que se les oponga. En la figura 11 se aprecia como la fuerza de detonación y de gases fragmentan la roca y la expulsan su energía a la cara libre.



Figura 12. Fotografía de movimiento de roca.

En la figura 12 se puede ver la roca es expulsada a lado de la cara libre con un determinado tamaño de partículas, obteniendo así el materia necesario para ser trasladado a la quebradora principal.

4. Análisis de las experiencias adquiridas.

4.1. Planeación

En esta área pude contemplar desde un principio la estructura de la mina y actividades así como el funcionamiento de la misma a su vez también puede darme cuenta de la importancia de trabajo en equipo que se presentan entre las áreas y como la información de una es importante para otra y como se complementan entre ellas.

También pude ver los gastos y costos que se manejan en este tipo de trabajo y como los errores pueden ser demasiados costosos, por lo que las decisiones deben de ser tomadas con base a la información actualizada. Qué tipo de patrón utilizan en las voladuras que se realizan a diario y como la distancia entre barrenos es importante para que una voladura salga bien.

Aprendí la clasificación de mineral dependiendo de su ley. El programa utilizado en esta área es AutoCAD el cual ya avía manejado con anterioridad por que no se me dificulto entender el grafico que se utiliza para mantener el avance diario.

La estadía en esta área me ayudara a comprender y ver de una manera más amplia las actividades que se realizan en una unidad minera.

4.2. Topografía

Esta área es casi nueva para mí solo avía usado la estación total una vez a diferencia del GPS que si lo avía usado con mayor frecuencia. En esta área aprendí a marcar patrones de barrenación dependiendo de la distancia que el plan de voladuras necesitaba, como hacer levantamientos la cuales practique en diferentes áreas de la mina ya fuese tajo María o Tajo la Verde, y como estas eran procesadas y pasadas al programa AutoCAD para que a su vez ser traspasadas al área de planeación y geología.

Se participó en el cierre de mes el cual consiste en tomar todos los avances de las áreas en la cuales se realizó algún movimiento de tierras o construcción de rampa y así entregar todos los datos al encargado del área de planeación para que calculara el materia que se movió.

También me toco participar en replantear de puntos los cuales macan el límite de la propiedad de la minera María.

El uso de la estación total fue un problema al principio y el uso de un programa llamado Cartomap.

La estadía en esta área me ayuda a comprender la importancia de la topografía para poder llevar un control sobre el área de trabajo.

4.3. Geología

En esta área aprendí en qué tipo de estructura se encuentra el mineral que se extrae, y también como el muestreo de nos ayuda a tomar mejor las decisiones de que material mover y que materia tiene mejor ley.

El procedimiento de muestreo ya lo conocía y lo avía practicado por lo que no fue mucho problema. Por otro lado la descripción de barrenos de exploración era algo

nuevo para mí a aprender en que aspectos fijarme para hacer una buena descripción y como esa información a veces puede contradecir al modelo.

La información tomada de esta área es la que ayuda a saber dónde detonar voladuras y donde barrenar para obtener mayores ganancias y encontrar los minerales de mayor ley.

4.4. Operación

En esta área es en la que estuve más corto tiempo, pero pude ver como el mantenimiento de la maquinaria es de suma importancia ya que puede salir personal lastimado o paro de la operación de acarreo por mal funcionamiento. Este mantenimiento se da dependiendo de las horas de uso aunque hay veces que es necesario antes. La maquinaria cuenta con un reloj, el cual va contando sus propias horas de uso.

También tome en cuenta que dentro de esta se debe tener mucho control del personal de trabajo por la gran variedad de persona que maneja desde los operadores hasta mecánicos y electricistas.

El operador debe de contar con ciertas comodidades dentro de su cabina de control para que no cometan errores relacionados con el malestar. A un que algunas unidades no cuente con todas las comodidades necesarias estas se encuentran trabajando.

También se realizó un estudio de tiempos y movimientos para la quebradora principal.

4.4.1. Estudio de tiempos y movimientos

El objetivo es llevar a cabo una recolección de datos relacionados con los tiempos y movimientos que realizan los camiones al descargar en la quebradora primaria, así observar donde se presenta mayor desperdicio de tiempo y buscar alternativas que llevar este proceso tenga una mejor eficiencia.

4.4.1.1. Metodología de trabajo

- Mantener un observador el cual tome la hora de llega del camión, su tiempo de descargo y su hora de partida.
- Anote además las anomalías o sucesos que podrían retardar este proceso.

- Tomar en cuenta las demoras que se presenten.
- Realizar un análisis y conclusiones del caso.
- El periodo de observación se realizara del 25 de Julio al 8 de Agosto del 2012.

Los resultados fueron expresados en este grafico de pastel para contemplar de mejor manera en las actividades donde se presenta mayor desperdicio de tiempo.



4.4.1.2. Causas principales de demora.

Los porcentajes más altos obtenidos de los resultados de toma de tiempo son representados por la falta de acarreo este problema se debe a que la maquinaria de acarreo no era sometida a un mantenimiento preventivo adecuado lo cual causaba composturas o averías lo que hacía más tardada la relación del equipo dando así falta de acarreo suficiente para alimentar a la quebradora primaria.

los camiones de carga eran de gran tamaño lo que causaba que el cono principal de la quebradora se tapara, razones del tardado:

- La quebradora principal cuenta con un rompe roca o un martillo hidráulico el cual sirve para romper las rocas de gran tamaño pero en este caso este martillo no funciona correctamente.
- Las voladuras no están obtiene la fragmentación adecuada para tener un tamaño de roca el cual pueda acelerar el proceso de molienda.
- Uso de retroexcavadora debido al mal funcionamiento del martillo hidráulico de la quebradora principal se utiliza una retro para retirar rocas de gran tamaño lo cual hace que más tardado el proceso de molienda.

4.4.1.3. Posibles soluciones

Realizar un programa de mantenimiento preventivo el cual satisfaga las necesidades de la maquinaria como también tratar de hacer que los supervisores del área de mantenimiento cumplan con el procedimiento y crear la mentalidad de cuidado del equipo para que esta sea transmitida a los operadores.

Reparada el martillo hidráulico de la quebradora y evitar el uso de la retroexcavadora.

Realizar un mejor análisis respecto al cargado y realización de voladuras para así aumentar el nivel de fragmentación de la roca. Esto se puede realizar con el encargado de planeación y en cargado de voladuras.

5. Conclusiones y recomendaciones.

Esta estadía ayudo a darme una mejor idea de cómo es como funciona una mina a tajo abierto y así mismo que complicaciones se pueden presentar con cada día. También ayudo a reforzar mis conocimientos adquiridos durante mis estudios de mi carrera profesional.

Uno de los problemas que se presentaban en el área de producción de esta mina es en cuestión del cargado de voladuras al parecer contaban con excesivo cargado causando daños a los taludes y áreas perforadas que se en contrataban cerca de la voladura.

En cuestión del acarreo la maquinaria no recibía el mantenimiento preventivo adecuado lo que causaba paros de la maquinaria haciendo que la producción o alimentación a la quebradora principal fuera insuficiente o más tardada de lo esperado.

Este programa de prácticas profesionales es de gran importancia para el desarrollo de los estudiantes de esta carrera debido a que aumenta las perspectivas de las actividades y estilo de vida que esta profesión exige.

UNIVERSIDAD DE SONORA DIVISION DE
INGENIERIA DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
CIVIL Y MINAS

“MEMORIA DE PRACTICAS PROFESIONALES
MINERA FRESNILLO PLC. UNIDAD SAUCITO”



Que como requisito parcial para la obtención del título de:
Licenciatura en Ingeniería en Minas

Presenta:
Luis Antonio Noriega Moreno

Índice

1. Introducción	3
1.1. <i>Objetivo general</i>	3
2. Descripción conceptual	4
2.1. <i>Localización</i>	4
2.2. <i>Organigrama Unidad Minera Saucito</i>	6
3. Descripción detallada de las actividades.	7
3.1. <i>Área Seguridad e Higiene</i>	7
3.1.1. <i>SSMARC</i>	7
3.1.2. <i>CRETIB</i>	8
3.1.3. <i>Uso correcto del Auto-Rescatado</i>	8
3.1.4. <i>Detector de Monóxido de Carbono</i>	9
3.1.5. <i>STOP</i>	11
3.1.6. <i>Proceso Para Amacizar</i>	12
3.2. <i>Operación Mina</i>	13
3.3. <i>Métodos de Explotación</i>	14
3.3.1. <i>Método de Corte y Relleno</i>	14
3.3.2. <i>Método de Barrenación Larga</i>	16
3.4. <i>Preparación de Accesos Principales</i>	17
3.5. <i>Barrenación</i>	19
3.6. <i>Cargado de Explosivo</i>	21
3.7. <i>Almacenamiento del Explosivo</i>	23
3.8. <i>Anclaje</i>	24
3.9. <i>Geología</i>	25
4. Análisis de las experiencias adquiridas.	26
5. Conclusiones y recomendaciones.	28

Figuras

<i>Figura 1.</i> Mapa de la localización de la mina Saucito con respecto a Fresnillo, Zacatecas.	6
<i>Figura 2.</i> Detector de monóxido de carbono marca MSA tipo AltairPro.	11
<i>Figura 3.</i> Inspección con el Angelito para revisar posible cargas eléctricas.....	12
<i>Figura 4.</i> Diagrama del ciclo del STOP	13
<i>Figura 5.</i> Diagrama del método corte y relleno.	16
<i>Figura 6.</i> Sección transversal de los puntos de accesos de corte y relleno.	17
<i>Figura 8.</i> Equipo utilizado en barrenación larga Simba.	18
<i>Figura 9.</i> Maquina Robbins 123RM-DC	19
<i>Figura 10.</i> Fotografía de los Escariadores.....	19
<i>Figura 11.</i> Fotografía del Tiro Jarillas.	20
<i>Figura 12.</i> En áreas de Corte y Relleno la altura permitida para que entre el Jumbo.....	21
<i>Figura 13.</i> Jumbo utilizado para perforaciones interior mina.	22
<i>Figura 15.</i> Equipo Simba usado en barrenación larga.	22
<i>Figura 16.</i> Fotografía de personal cargando explosivo.	23
<i>Figura 17.</i> Fotografía de sacos de Mexamon de 20 Kg.....	24
<i>Figura 18.</i> Fotografía de olla para carga Mexamon con aire comprimido.	24
<i>Figura 19.</i> Anclado con soporte Split Set de 6 toneladas.	25

1. Introducción

Este reporte tiene como objetivo dar a conocer los conocimientos adquiridos durante el periodo de prácticas que estuve en la mina Saucito ubicada en las afueras de la ciudad de Fresnillo, Zacatecas. El periodo de prácticas tuvo una duración de un mes el cual inicio el día 1 de enero y concluyo el día 31 del mismo mes del 2013. Durante esta estadía se vieron diferentes áreas como Seguridad e higiene, operación mina y planeación estoy ayudo a contemplar puntos claves para mi desarrollo profesional y tener una noción más específica sobre el área que me gustaría especializarme.

Como también contemplar los puntos cuales sirve para mi desarrollo profesional y así compararlos con los conocimientos adquiridos durante mis estudios profesionales de la carrera Ingeniera en Minas en la Universidad De Sonora.

La Fresnillo PLC a la cual pertenece la mina donde se realice mis practicas también cuenta actualmente con 7 minas en operación dentro de la república mexicana: Fresnillo, Saucito, Ciénega, San Ramón, Herradura, Soledad-Dipolos, Nuches Buenas y cuenta con futuros proyectos que ya están en desarrollo como San Julián, Centauro Profundo, Municipio, Orisyvo, Las Casas-Rosario. La unidad minera a la cual fui asignado fue Saucito la cual tiene la consigna de extraer y concentrar Zinc, Cobre y Plata con una tasa de extracción de 2000 toneladas diarias de mineral con contenidos mínimos de 2.0 % de Zinc, .49% de Cobre y 70 Gr/Ton. de Plata. Fresnillo PLC siendo una compañía con tanta presencia en el México cuenta con los primeros lugares en producción de Plata del país. Tomando en cuenta esto Fresnillo PLC se dio a la tarea a ser una empresa socialmente responsable, la cual ayuda a la comunidad que lo rodea, garantizando la salud y seguridad en el trabajo, proteger el medio ambiente y mantener buena relación con las comunidades donde se labora, basando la operación en el cumplimiento normativo bajo una cultura del desarrollo sustentable, el trabajo en equipo y la mejora continua.

1.1. Objetivo general

Cumplir con el periodo de prácticas y tener una experiencia más cercana con el ámbito de trabajo que se presentan en la minería, así mismo reforzar y afinar los conocimientos que ya adquiridos en mis estudios profesionales. Con el apoyo y experiencia de los ingenieros con los que se colabora en este programa de prácticas crear las actitudes y habilidades necesarias para poder desenvolvemos en trabajos que se presenten en el futuro.

Involucrarse y colaborar lo más posible en las actividades de los departamentos como Operación Mina, Geología, Planeación, Mecánica de Rocas y Seguridad e Higiene, durante el periodo de prácticas para obtener una visión más amplia sobre el funcionamiento de cada uno de estos.

2. Descripción conceptual

Fresnillo PLC tiene actualmente siete minas en operación: Fresnillo, Saucito, Ciénaga, San Ramón, Herradura, Soledad-Dipolos, Noche Buena. También tiene proyectos avanzados como San Julián, Centauro Profundo, Juanicipio, Orisyvo, Las Casas-Rosario.

Mina Saucito es una mina subterránea que pertenece a la compañía minera Fresnillo PLC, esta compañía es la más grande productora de Plata primaria a nivel y la segunda productora de Oro en México.

Fresnillo PLC es una empresa minera socialmente responsable, respetuosa de la naturaleza y promotora del autodesarrollo en las comunidades donde opera. Mantiene altos estándares de selección, reclutamiento, inducción y desarrollo del talento de cada personal.

Las operaciones mineras que la compañía Fresnillo PLC reflejan la experiencia y las habilidades de su personal, pues buscan y aplican métodos cada vez más eficaces para la minería de acuerdo con las características cambiantes de cada mina, desarrollan iniciativas para aumentar las recuperaciones, las eficiencias operativas y reducir costos⁽¹⁾.

2.1. Localización

Se localiza geográficamente en la zona centro en el municipio de Fresnillo del Estado de Zacatecas, a 8 km. de la ciudad de Fresnillo, cercano a los poblados de Valdecañas y Saucito del Poleo. La principal vía de acceso es a partir de la ciudad de fresnillo, ciudad localizada aproximadamente a 63 kilómetros al Noroeste de la ciudad de Zacatecas transitando por la carretera federal No. 49 que va de San Luis Potosí a Cuencame, Durango. En la figura 1 se puede ver una referencia de mina con respecto a Fresnillo Zacatecas.

1.- <http://www.fresnilloplc.com/about-fresnillo.aspx>



Figura 1. Mapa de la localización de la mina Saucito con respecto a Fresnillo, Zacatecas.

2.2. Organigrama Unidad Minera Saucito.



3. Descripción detallada de las actividades.

3.1. Área Seguridad e Higiene

Siendo una empresa considerada una de las mayores productoras de plata Fresnillo PLC, cuenta con altos niveles de seguridad para evitar cualquier accidente de trabajo, también entrena a su personal a manejar situaciones de peligro. El departamento de seguridad e higiene está encargado de la seguridad y cuidados en el área de trabajo cuenta con una gran responsabilidad con los trabajadores para prevenir condiciones inseguras dentro y fuera de la mina. Y se encuentran capacitados para acudir en auxilio si se presenta un accidente laboral. Da cursos de inducción y son implantadas sin excepciones a todo el personal que tenga que ingresar a realizar labores dentro de la compañía estos tienen una duración de una semana y cuentan con un varios programas los cuales ayudan a tomar decisiones adecuadas para evitar y prevenir accidentes. Tomando así como objetivos principales:

- Cero Accidentes Incapacitantes.
- Cero Enfermedades Profesionales.

Siendo una empresa comprometida Fresnillo PLC con la comunidad y con el medio ambiente cuenta con "*La Política De Desarrollo Sustentable*". Fresnillo PLC es una empresa dedicada a la exploración, explotación y beneficio de minerales, comprometida en prevenir la contaminación, garantizando un lugar seguro y saludable para su personal, estableciendo buenas relaciones con las comunidades vecinas, cumpliendo con los requisitos legales, mejorando continuamente los procesos productivos a través de un Sistema de Gestión Integral y orientada a trabajar bajo una cultura de desarrollo sustentable.

3.1.1. SSMARC

Para llevar a cabo el cumplimiento de esta política la empresa implementa un programa SSMARC que significa:

- Salud
- Seguridad
- Medio Ambiente
- Relaciones
- Comunitarias

3.1.2. CRETIB

El cuidado del medio ambiente es valorado por el análisis CRETIP

- Corrosivo
- Reactivo
- Explosivo
- Tóxico
- Inflamable
- Biológico Infeccioso

„Siendo tan importante la seguridad del personal que trabaja dentro de la empresa se crean reglas de cero tolerancias como:

- No entrar sin detector de gases.
- Contar con permiso para soldar.
- Usar arnés y línea de vida para trabajar en alturas mayores a 1.80 mts.
- Los vehículos deben tener alarma de reversa.
- No excederse a 5.5 metros de altura en Corte y Relleno.
- Todo el personal de nuevo ingreso debe tener 6 días de curso de inducción.
- Todo el personal que baje a mina lo debe hacer con su EPP.

Al encontrar a personal el cual no cumpla con estas reglas el departamento de seguridad e higiene puede parar las obras que en el momento se están laborando en ese lugar. El uso del equipo de seguridad es esencial en trabajo que se realiza dentro de una mina y tomando en cuenta que esta mina es una mina tipo subterránea cuenta con un equipo más especializado como el Auto-Rescatador en la mina Saucito se utiliza MSA W 65.

3.1.3. *Uso correcto del Auto-Rescatado*

El Auto-Rescatador proporciona protección respiratoria de emergencia contra monóxido de carbono resultante de fuegos o explosiones subterráneas. Solo puede usarse una vez para escapar de un ambiente contaminado. Usa el catalizador de oxidación Hopcalita (*Hopcalita es una mezcla de óxidos de cobre y de manganeso utilizados como catalizador para convertir monóxido de carbono*

en dióxido de carbono cuando se exponen al oxígeno en el aire.) para convertir el monóxido de carbono en dióxido de carbono. El Auto-rescatador no proporciona Oxígeno pero funciona de modo que oxida el CO a CO₂, reacción que produce calor, por lo tanto cuando se usa en una atmosfera que contiene CO, el aire que entra a la boca es caliente y seco. El procedimiento del uso de Auto-Rescatador es:

- Soltar el dispositivo de bloqueo, presionando con el dedo pulgar bajo la palanca de color rojo y empujando hacia arriba hasta que el auto-rescatador se rompa.
- Agarre la palanca roja, ya suelta, entre el pulgar y el índice y retírela totalmente, de este modo, se libera la cubierta.
- Retire la cubierta desde la caja y póngala en un lugar donde no le estorbe.
- Agarre el arnés para la cabeza y saque el respirador fuera del envase.
- Estire la pinza de la nariz alejándola de la pieza bucal.
- Inserte las lenguas de la pieza bucal y muérdalas firmemente.
- Separe las almohadillas de la pinza de nariz y colóquelas sobre las ventanas de la nariz.
- Después de sacarse el casco, colóquese el aparejo para la cabeza, el arnés soportara el peso del respirador.
- Ponerse el casco nuevamente, asegurándose que el arnés para la cabeza no se salga.

3.1.4. Detector de monóxido de carbono

Otro equipo de seguridad indispensable para la minería subterránea es el detector de monóxido de carbono, el cual avisa ante presencia de monóxido de carbono emitido por la maquinaria o gases inflamables de manera auditiva, óptica y acústica. La empresa proporciona un Altair Pro (detector de gas) que les ayuda a saber las condiciones que se tienen en el lugar y si sobre pasa las 100 ppm no está en condiciones para trabajar.

Para evitar acumulamiento de gases en zonas de trabajo como la frente, contra frentes, áreas donde realizo una voladura, áreas de acarreo, etc. se utilizan Robbins que son conductos que conectan las nieves uno con otro y a su vez con la superficie para así sacar los gases nocivos. También se utilizan ventiladores instalados en áreas específicas y a su vez conectadas con conductos que redirigen el aire a las áreas más necesitadas estos conductos se les llama Mangas.



Figura 2. Detector de monóxido de carbono marca MSA tipo AltairPro.

Otros equipos de seguridad:

- Casco; utilizado para minizar el daño en la cabeza al tener un caído de roca debido a desprendimientos.
- Lentes de seguridad; Utilizado para evita que objetos pequeños entren a los ojos y así resguardar la visión del usuario.
- Guantes; Utilizados pare evitar que objetos cortantes o pulsantes tengan contacto con las manos en el momento de realizar trabajo con ellos.
- Overol de trabajo con reflejantes; Evita el contacto de sustancias peligrosas con la piel de usuario.
- Botas de casquillo; Ayudan a minimizar el impacto en los pies de cualquier objeto ya sea pesado, cortante o pulsante.
- Protector auditivo; Disminuye los desniveles de la maquinaria a un grado seguro el cual sea el adecuado para laborar.

- Respirador con filtro; Disminuye la cantidad absorción de gases nocivos para el cuerpo humano.
- Angelito; Utilizado para prevenir si algún objeto se encuentra energizado y así poder tomar las precauciones adecuadas.



Figura 3. Inspección con el Angelito para revisar posible cargas eléctricas.

3.1.5. STOP

Uno de las partes más importantes del curso de inducción es la aplicación de un método de análisis de riesgo llamado STOP: Seguridad en el trabajo mediante la observación preventiva STOP™ (Del inglés: Safety Training Observation Program) de DuPont™ La seguridad es responsabilidad de cada una de las personas que laboran en la unidad minera. Las condiciones inseguras son resultado de actos inseguros. El ciclo de seguridad consiste en reconocer las condiciones inseguras mediante las siguientes acciones:

- DECIDA antes de iniciar un trabajo decida las condiciones de seguridad con las que debe contar.
- DETÉNGASE preste atención a las situaciones laborales.
- OBSERVE. Mirar actos o condiciones inseguras (Auto observación y Observación Total).

- PIENSE como realizar la actividad sin poner en riesgo su seguridad y
- ACTUÉ de la manera más segura.



Figura 4. Diagrama del ciclo del STOP

Dentro de las actividades mineras hay unas que cuentan con más índices de accidentes registrados las cuales son:

- Barrenación para cargado de explosivo o colocación de anclas
- Amacizar los tunes con posible caída de roca
- Mantenimiento

3.1.6. Proceso para amacizar

Localización de la zona a amacizar: Consiste en hacer una observación visual de la zona a amacizar, teniendo cuidado de no situarse en lugares donde pudiera haber rocas sueltas.

Dirección de avance al amacizar: Se debe buscar el lugar más estable y llevarlo a cabo a través de terreno macizo hasta dejarlo seguro, es mala práctica amacizar directamente aquellas rocas que se ven abiertas, ya que podemos situarnos bajo otra roca que pueda estar suelta.

Posición correcta al amacizar: El trabajador deberá ubicarse a la mayor distancia posible del punto en que caerá la roca, la inclinación de la barra deberá no ser mayor a 45 ° para evitar deslizamientos de rocas por la propia barra de amacice, tomándose por un costado y no de frente, el trabajador debe estar de pie para guardar el equilibrio.

Detección de rocas abiertas: Para realizar un amacice completo, debe golpearse el cielo con la punta de la barra, así, si el cielo esta suelto se producirá un sonido hueco, por el contrario si está firme el sonido será metálico.

Uso de la barra de amacizar: La barra de amacice es una herramienta especial diseñada para detectar y tumbar rocas, la punta sirve para hacer hueco en la roca, por el otro extremo (paleta) se usa para hacer palanca, meneándola entre las aberturas de la roca.

3.2. Operación Mina

La operación minera que se realiza dentro de la unidad Saucito está coordinada a base de 3 contratistas los cuales tienen los equipos y personal que labora dentro de la mina, y dependiendo del avance que ellos logren a tener o reporten se les paga una cantidad que ya está acordada en un contrato.

Las compañías son:

- Contratista Minera Castellana
- Contratista Servimolina
- Contratista Cantera

Estos siguen las instrucciones de los supervisores que son contratados por la empresa Fresnillo PLC. Lo cuales tienen un plan elaborado para cada turno de donde se realizaran las obras y que obras se realizaran.

Esta coordinación debe de ser mutua ya que las empresas contratistas deben de presentar la disponibilidad de equipo como de personal para así saber que obras son de principal índole. Las bases de la minera se pueden estandarizan en estas 4 fases antes de llegar al producto final deseado:

Búsqueda de áreas explotables: la cual es una fase que consiste en identificar la ubicación de concentraciones anómalas de minerales, tanto metálicos como no metálicos, ya que los depósitos se encuentran generalmente en el subsuelo.

Exploración en busca de mineral: esta etapa se encarga de determinar lo más exacto posible, con la mínima información, la extensión como es el volumen y tonelaje, calidad (ley) del depósito para que ya se pueda tener una idea del valor económico que contiene.

Obras de explotación: en esta etapa el mineral es arrancado y extraído para iniciar de manera sostenida la alimentación a planta con importantes cantidades de mineral.

Concentración o beneficio: etapa en la cual el mineral extraído se somete a un proceso metalúrgico llamado concentración para separar metales de interés e incrementar su ley.

3.3. Métodos de Explotación

3.3.1. Método de Corte y Relleno

Es un método muy versátil y puede ser adaptado a la extracción de casi cualquier forma de cuerpo mineral. Como un resultado, los costos de minado son altos comparados a otros métodos. Por otra parte, la recuperación es también alta, y la dilución es generalmente baja. Así este es un acercamiento apropiado a la extracción de cuerpos minerales de alta ley.

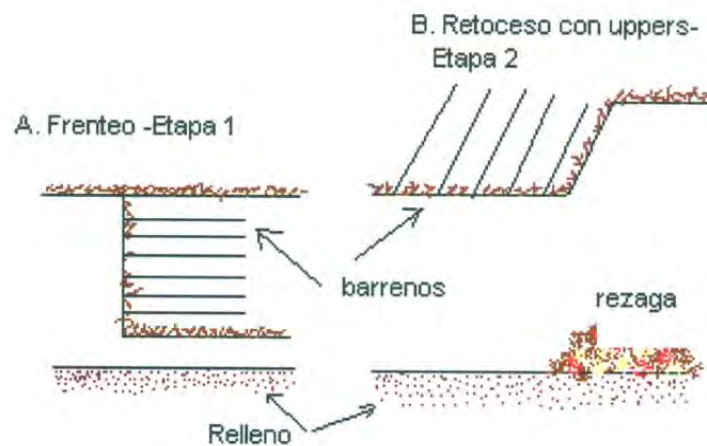


Figura 5. Diagrama del método corte y relleno.

En Saucito este método está indicado para filones de gran inclinación dentro de un estrato rocoso de estabilidad buena o media. Estos son barrenados de manera vertical ascendente y volados después el mineral se extrae con maquinaria de cargado de manera horizontales comenzando desde un corte en la base y avanzando hacia arriba, dejando que los límites del túnel se ajusten a la explotación irregular.

Así, se pueden extraer de forma selectiva secciones ricas y dejar intactas las de menor calidad después las partes que contienen mineral estéril son cargados y detonados creando así un nuevo piso con mayor elevación para poder barrenar el cielo donde se encuentra el mineral con mayor riqueza y se repite el ciclo. Este método es un método utilizado en la Veta de Mezquite.

Por simplicidad, el acceso será mediante una rampa al bajo y equipo móvil será utilizado. Típicamente, las frentes usadas en el minado mecanizado de corte y relleno son en el orden de 5 m de alto. El ciclo típico de la frente consiste de barrenación, voladura, cargado, amacice, e instalación de refuerzo de roca (anclaje). Esta progresión de operaciones puede llevar a retrasos a menos que sea cuidadosamente planeada. La barrenación de la segunda frente es conducida mientras las otras operaciones son efectuadas en la frente 1. Cuando el corte ha sido completado, se realiza el relleno. El relleno es colocado, dejando un hueco pequeño para el mineral sobreyacente. En el siguiente corte, este hueco forma la cara libre para la voladura. El proceso continúa hacia arriba corte por corte hasta la parte superior del bloque. Varios de tales bloques de extracción pueden estar en operación en cualquier tiempo para satisfacer los requerimientos de producción.

El pilar horizontal creado entre dos bloques de extracción sobrepuestos es llamado el pilar de corona con respecto al rebaje subyacente y el pilar del sill para el rebaje de arriba. Normalmente el primer corte del bloque de extracción sobre el pilar del sill es relleno con un relleno cementado para facilitar la extracción posterior del pilar.

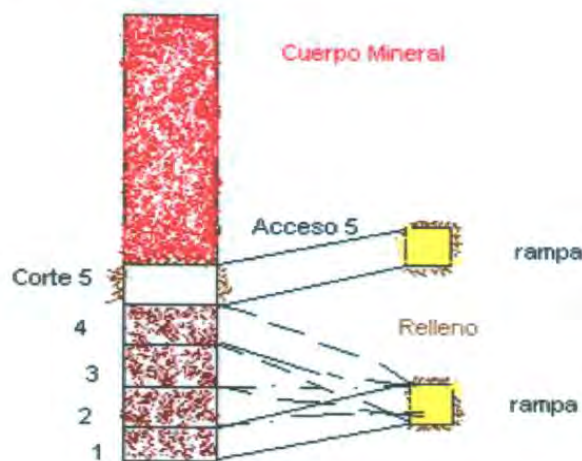


Figura 6. Sección transversal de los puntos de accesos de corte y relleno.

3.3.2. Método de Barrenación Larga

Este método se está empleando actualmente en las áreas de Jarillas y de Saucito. En área Jarillas se tienen dos máquinas simbas, una barrenando de manera ascendente y otra de manera descendente.

Hacia abajo se barrenan alrededor de 45 metros y hacia arriba alrededor de 15 metros. Se tienen 3 niveles, el de barrenación está en nivel 1816, nivel de corona esta en nivel 1830 y el nivel de acarreo esta en nivel 1764 teniendo como referencia que se tiene nivel de barrenación en nivel 1976, nivel de corona 2000, nivel de acarreo 1952, hay que resaltar que en esta área la veta tiene un buzamiento muy inclinado, es decir casi vertical.

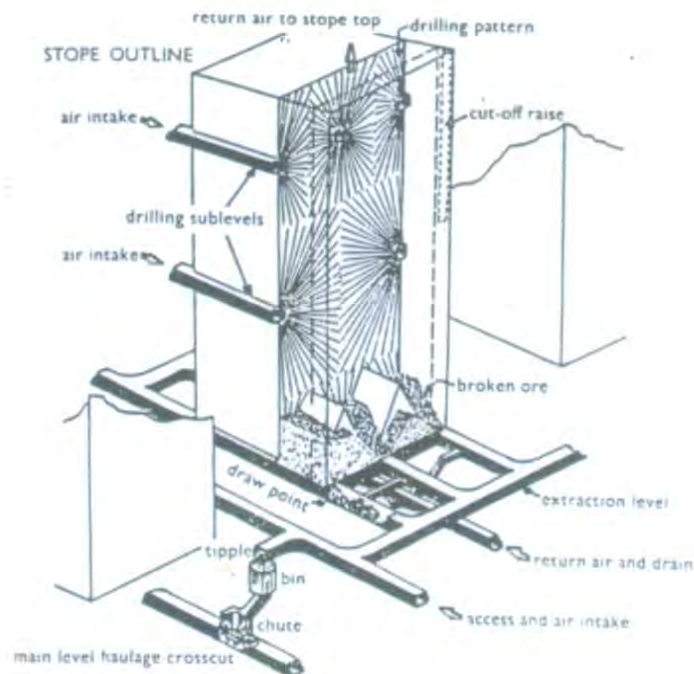


Figura 7. Diagrama de barrenación larga.

Las características son la barrenación es Rotopercutiva, tiene martillo en el fondo las barras para barrenar miden 1.80 metros, se realizan 3 barrenos por sección (1 al alto, 1 intermedio y 1 al bajo), se utilizan brocas de 4.5" con dientes de Tungsteno, se perforan alrededor de 90 metros en veta antes de desgastarse se trabaja con 50 RPM y 60 RPM cuando se está avanzando.



Figura 8. Equipo utilizado en barrenación larga Simba.

3.4. Preparación de accesos principales

Depende de que tanta actividad ocurra en ese lugar ya que se debe de detener por un tiempo esa zona para poder colar el piso, esto se hace con el fin de dar un mejor acceso a las obras para el equipo y el personal.

Los accesos principales a los cuerpos mineralizados son la rampa Jarillas y Rampa Fátima, las cuales llevan una pendiente de 15% y una sección de 5x4.5 metros, y en los desarrollos principales tales como cruceros y rampas de servicio entre niveles de 4x4.5 metros.

Para el desarrollo de las obras se utilizan equipos electrohidráulicos, denominados jumbos, de 12, 14 y 16 pies; el rezagado se realiza con Scooptram, 6 y 10 yardas cubicas. Para el cuele de contra posos se utiliza una maquina contrapozos Robbins y R34.

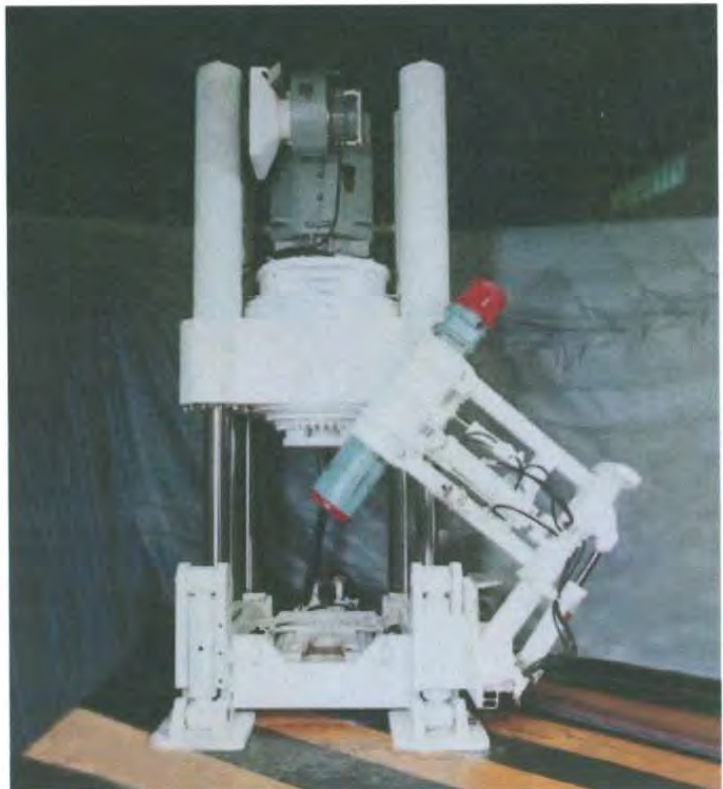


Figura 9. Maquina Robbins 123RM-DC

Especificaciones de la maquina Robbins 123RM-DC

	123RM-DC (métrico)	123RM-DC (inglés)
DIAMETRO CHIMENEA		
Nominal	5,0 m	17ft
Alcance*	3,1-6,0 m	10-20 ft
LONGITUD DE CHIMENEA		
Nominal	920 m	3020 ft
Máximo*	1100 m	3610 ft
TUBO DE PERFORACION		
Diámetro	327 mm	12-7/8"
Diámetro opcional	352 mm	13-7/8"
Longitud, s/s	1524 mm	60"
BARRENO PILOTO		
Diámetro	349 mm	13-3/4"
Diámetro opcional	381 mm	15"
TORSION DE ESCARIADO		
	540 kNm	400 000 ft.-lbs
EMPUJE DE ESCARIADO		
	8 923 kN	2 000 000 lbs
ENERGIA		
	450 kW	600 Hp
PROPULSION PRINCIPAL		
	Motor CC	Motor CC
ANGULO DE TRABAJO		
	90° - 60° desde la horizontal	
TORRE DE TALADRAR		
	25 400 kg	56 000 lbs

La máquina Robbins manda un barreno piloto el cual llega a la profundidad necesaria de la obra después a esta se le une unos cortadores o escariadores que también se le llama piña o rima, de un diámetro mucho mayor al barreno piloto después la maquina se encarga de subir los cortadores creando así un poso de mayor diámetro y dando así acceso a la ventilación necesaria para el área de trabajo.



Figura 10. Fotografía de los Escariadores (Piña, Rima).

Los escariadores cuentan con una flexibilidad, sillas rígidas y punzones durables todo esto significa un aumento de productividad al evitar los cambios constantes de piezas.

El modo de entrar a interior mina es por medio de Rampa Fátima y por medio de la calesa, El Tiro Saucito y El Tiro Jarillas.

Niveles Principales en Interior Mina:

- Nivel 1952 Ventanilla 1.
- Nivel 1982 Ventanilla 2.
- Nivel 1832 Ventanilla 3.
- Nivel 1772 Acarreo.
- Nivel 1757 Quebradora.
- Nivel 1735 Cartuchos/ Manteo

Los niveles son marcado debido a la profundidad y con respecto al nivel del mar, mientras más pequeño el número más profundidad representa.



Figura 11. Fotografía del Tiro Jarillas.

3.5. Barrenación

Por ser la primera operación dentro del ciclo de operación mina la barrenación es de extrema importancia para el avance diario de una operación, al ser perforada la roca dentro de las cavidades se coloca explosivos controlados los cuales tienen la fuerza suficiente para fragmentar la roca de un tamaño el cual sea posible transportar para después ser beneficiada o utilizada en otras operación.

Dentro de la unidad minera saucito se encuentran dos tipos de barrenación los cuales son utilizados dependiendo del tipo de método que se utilizara en este caso Corte-Relleno y Barrenación Larga. En Corte-Relleno se utilizan equipos llamados Jumbos los cuales pueden barrenar a una inclinación de 45° .

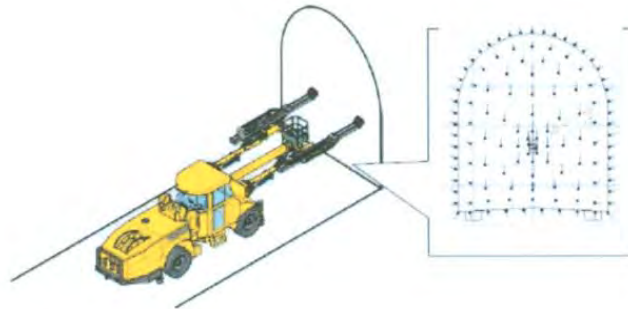


Figura 12. En áreas de Corte y Relleno la altura permitida para las obras por seguridad es de 4.5 metros a 5 metros.



Figura 13. Jumbo utilizado para perforaciones interior mina.

En barrenación larga el equipo utilizado es diferente se utilizan los Simba el cual tiene barras las cuales se acoplan una seguida de la otra y alcanzan la profundidad deseada esta maquinaria puede barrenar en ángulos muy inclinados verticalmente, ascendente ó descendente.



Figura 15. Equipo Simba usado en barrenación larga.

3.6. Cargado de Explosivo

Es una operación que consiste en el carguío de los taladros y el encendido de los mismos, consiguiendo de esta manera la rotura de la roca o mineral de la labor a volar.



Figura 16. Fotografía de personal cargando explosivo.

El cargado de explosivos es una de las actividades de las cuales se debe de tener más noción y con mayor importancia ya que representa un gasto fuerte para la compañía para esto de deben de realizar los cálculos de plantillas los cuales nos dirán cuanto explosivo va hacer necesario para cada voladura y así evitar los sobrantes. También la marcación de esta planilla ayudara al operador de jumbo (Jumbero) a realizar una buena barrenación causando así el mayor avance posible en la voladura, generalmente se espera un 95 % del tamaño de la barra de perforación en cada voladura. Después la secuencia en la que explotara el explosivo es controlada por retardadores que tiene rangos de diferencia de explosión de solo milisegundos lo cual permitirá que la carga expulsada de materia no interfiera con la siguiente explosión.

Herramientas y tipos de explosivos que se utilizan para el cargado:

- Mexamon
- Emulsión de 1"x8"
- Emulsión de 1"x16"
- Emulsión de 1"x32"
- Booster (para barrenacion larga).
- Noneles.
- Conectores electrónicos Ikon (para barrenacion larga).
- Cañuelas de 3 metros que da alrededor de 8 minutos.
- Olla para colocar mexamon con aire comprimido.
- Aire comprimido.



Figura 17. Fotografía de sacos de Mexamon de 20 Kg.



Figura 18. Fotografía de olla para carga Mexamon con aire comprimido.

3.7. Almacenamiento del explosivo

Para el almacenamiento del explosivo se necesita tener cuidados muy estrictos los cuales deben de ser supervisado por el departamento de seguridad e higiene, operación y planeación, a continuación se muestra reglamentos para el manejo y almacenamiento.

- Mantener lejos del fuego, líquidos inflamables (petróleo, gasolina, acetona, etc.) y otros explosivos.
- Almacenar en polvorines adecuados, con ambiente fresco, seco y ventilado, estos lugares deben inspeccionarse periódicamente.
- Deben almacenarse solamente con accesorios compatibles (del mismo tipo).
- Después de la voladura controlada el área no se podrá trabajar dentro del área debido a los gases causados por la explosión por lo que se dejara ventilar.
- Ya después de asegurar que el área no contenga gases nocivos para la salud se deberá revisar el área a ver si es necesario un amacice o en todo caso un anclaje.

3.8. Anclaje

El anclaje es utilizado para dar mayor resistencia a la roca contra derrumbes esta funciona colocando una ancla la cual puede variar su forma o tipo dependiendo del peso que se pretende sostener, sujeta a la roca a un lugar el cual tena mejor resistencia dando así mejor resistencia a la roca.

Dentro de la unidad minera saucito se utiliza los sistemas de anclaje con anclas Split Set que soporta alrededor de 6 toneladas o con varilla corrugada en cementada que soporta alrededor de 20 toneladas.



Figura 19. Anclado con soporte Split Set de 6 toneladas.

Equipo que se encuentra operando dentro de la mina.

6 Scoop Tram 1030

2 Scoop Elfiston R1600

1 TORO 514 de 8 yd³

5 Jumbo axeda de 16 ft

1 Jumbo Sandvik 210 de 12 ft

3 Jumbos Atlas Copco de 14 ft

3 Ancladores Atlas Copco

10 camiones de acarreo de 14m³

2 Perforadoras Simba 364

1 Contrapesara RH

- 1 Scoop Tram 1030
- 1 Scoop Tram 710
- 3 Camiones de acarreo de 12 Ton
- 3 Jumbos Atlas Copco de 14 ft
- 4 Jumbos Sandvik de 16 ft
- 1 Jumbo Atlas Copco de 12 ft
- 7 Scoop Tram de 6 yd³
- 1 Boltec Anclador de 8 ft para varilla corrugada
- 1 Zarpeador
- 1 Jumbo Anclador de Split Set
- 7 Camiones de Acarreo.

3.9. Geología

En la región, afloran una gran variedad de rocas volcánicas y sedimentarias, siendo las volcánicas las más abundantes. Es la unidad litoestratigráfica más antigua se compone por una secuencia de derrames de ignimbritas riolíticas, riodacitas, tobas soldadas y lutitas cálcicas. Las ignimbritas riolíticas presentes en el cerro Peñas Coloradas están ocupando la parte más elevadas. Están constituidas por cuarzo, feldespato potásico, sericita, hematina y limonita, su coloración es de café claro a crema y rosado, en algunas partes se observó brechamiento.

La veta Saucito forma parte de una serie de lineamientos estructurales NW-SE generadores de posibles zonas de extensión sinistral favorables para formar clavos mineralizados. La mineralogía de mena de la Veta Saucito consiste en orden de abundancia de pirita, marcasita, esfalerita, galena, hematita, calcopirita, calcocita, sulfosales de plata negras (tetrahedrita, polibasita, etc.), sulfosales de plata rojas (pirargirita-proustita), aguilerita y electrum. Respecto a la mineralogía de alteración, se identificaron con petrografía dentro de la veta principalmente los minerales adularía, sericita y clorita.

La Veta Jarillas se ha barrenado con rumbos E-W. S, su espesor en promedio es de 2.5 m. Veta Mezquite se han barrenado aproximadamente 800 m. Mezquite, tiene rumbo NW 55° con inclinación de 55° y un espesor promedio 1.50 m La mineralización económica se conforma de vetas epitermales de bajo azufre tipo Bonanza, con valores de Au-Ag y escaso Pb-Zn. El departamento de geología realiza varias actividades esenciales para la localización y la realización de obras mineras como mapeo Geológico de Frentes y Topes, marcación de Veta estudios

Hidrológicos, cálculo de reservas, localización de tepetate y mineral para la semana de trabajo, cálculo de dilación por voladura etc. tomando así como uno de los departamento de mayor importancia para la explotación minera. Estas actividades son reportadas al departamento de operación mina el cual toma las decisiones de los siguientes avances que serán necesarios para llegar a la producción planeada.

4. Análisis de las experiencias adquiridas.

Gracias a esta esta experiencia de ámbito laboral de una mina subterránea pude contemplar las diferentes áreas necesarias para que la unidad funcione correctamente, también tuve la oportunidad tener contacto con la maquinaria necesaria para los diferentes tipos de minados que esta unidad lleva acabo día con día para llegar a su producción diaria.

Los primero días se tuvo un curso de seguridad muy satisfactorio debido a que cabría todos los aspectos necesarios y realmente te daba una preparación para poder actuar en algún tipo de emergencia que se llegara a presentar dentro de mina. El cual culmino con un recorrido por la mina para lograr apreciar los refugios mineros y las salidas de emergencia. El área de seguridad e higiene cumple muy bien con sus actividades a realizar y con la supervisión de lugares o áreas de trabajo de peligro ya que realiza diariamente una revisión de las áreas donde se está realizando alguna obra de trabajo y tanto como los equipos que se utilizan en la misma.

Después se estuvo en el departamento de ingeniería donde se revisaron las dimensiones de las obras las cuales están marcadas por las dimensiones del equipo de operación como el ancho, alto del túnel y los radios de curvaturas de las rampas de acceso.

Posterior mente de paso al departamento operación donde se me fue asignado a un supervisor al cual se le ayudaba a dar recorridos a en los lugares donde se estaban realizando obras de diferentes ámbitos ya como barrenación, cargado de explosivo, acarreo y obras de desarrollo. También hubo presencia en cuando los supervisoras daban las instrucciones a los trabajadores de los lugares a donde debería ir. (Pueblo). El cuidado del bombeo es otra actividad en la cual hay un personal capacitado debido a que en las partes más profundas de la mina la presencia de agua es mayor se necesita una estación de bombeo que necesita un cuidado de 24 horas por si se llegara a presentar una falla.

Al trabajar con contratista las operaciones se vuelven más difíciles de ejecutar y tardadas debido a que las ordenes que se dan se sobre lo que se hará en un día a veces no llegan a los trabajadores o son cambiadas por diversos supervisores, el mal control de la comunicación causa un problema o los diferentes cambios de turnos que presentan los contratistas y los trabajadores de la empresa. Los problemas internos que presenta la empresa contratista se ven severamente reflejados en números dentro de la empresa PLC.

Otra área fue Geología donde se tomó muestra significativa de los rebajes o lugares de interés para esto se realizaba un muestreo cada 6 metros por tablas, frente y contra cielo de cada rebaje, estas son mandadas a ensaye donde son preparadas para un ensaye el cual refleja los contenidos metálicos, en base a esa información se presenta una evaluación del lugar para ver si es explotable.

Se recomienda un análisis hidrológico en áreas de desarrollo o frentes de trabajo para evitar presencia de agua o tomar las medidas adecuadas para evitar un incidente de trabajo.

Tener mejor control con la dilución en rebajos de corte y relleno. Tener un mejor control en áreas donde se estén barrenando y cargando para evitar las pérdidas de tiempo y tener un mejor control sobre la cantidad de barrenos que se cargan y se perforan.

Revisar mejor los equipos de protección en especial las lámparas ya que algunas no alcanzan la luminiscencia necesaria para una buena visión dentro de la mina.

Siendo la primera vez que se tiene un contacto con esta área de trabajo las minas subterráneas se puede sentir que el área de trabajo es sencillamente extrema con dificultades las cuales ponen a prueba el ingenio de las personas que laboran en este tipo de trabajo. Hay tantos factores que pueden impedir cumplir el objetivo diario el cual es dar la cantidad de 2000 toneladas de mineral con las leyes mínimas que exige la planta, clara mente se puede notar que la planeación y la comunicación son unos factores determinantes para llegar al cumplir con la faena diaria.

Esta experiencia me ayudo a comprender en que área me gustaría desarrollarme profesionalmente el área de planeación ya que me sentí más identificado que en las otras áreas en las que estuve. Gracias a la ayuda de todas las personas que colaboraron a que se cumpliera mi tiempo de prácticas con satisfacción

5. Conclusiones y recomendaciones.

El cumplimiento de todas las horas de prácticas profesionales cumplió su objetivo principal el cual era crear una visión más amplia sobre la aplicación de los conocimientos adquiridos en la universidad.

Al estar en contacto con las diferentes áreas dentro de unas instalaciones mineras me fue de gran ayuda para identificar el área en la cual me gustaría desarrollarme profesionalmente.

Se recomienda tener un mayor contacto con la compañía minera dentro y fuera del país para que las prácticas se diversifiquen y las experiencia de los alumnos de mayor aprovechamiento.

La identificación de las diferentes áreas y la coordinación de estas son necesarias para que una compañía minera funcione con eficaz ayuda al estudiante a tener una visión más amplia sobre las áreas donde se puede desarrollar un Ing. Minero esto motiva más a los estudiantes seguir desarrollándose profesionalmente.

La implementación de los conocimientos adquiridos en el desarrollo profesional ayuda afianzar estos conocimientos dando tácticas prácticas, habilidades y actitudes que generan una base de conocimiento los cuales son muy útiles al salir de la universidad poder dar un mejor papel en el ámbito laboral.