

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

MINERA REAL DE ANGELES, S.A. DE C.V.
UNIDAD SAN FELIPE



**"MEMORIA
DE PRACTICAS PROFESIONALES"**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MINERO

PRESENTA
ALEXANDRA ESTRELLA LOPEZ

HERMOSILLO, SONORA

MAYO DE 2018

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



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA

División de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Civil y Minas
Academia de Geomecánica e Infraestructura Minera

23 de abril de 2018.

P.I.M. ALEXANDRA ESTRELLA LÓPEZ
Presente.-

Por este conducto le informo que después de presentar ante los miembros de la **ACADEMIA DE GEOMECÁNICA E INFRAESTRUCTURA MINERA**, su solicitud de aprobación del Tema: **MEMORIA DE PRACTICAS PROFESIONALES EN LAS MINAS: MINERA REAL DE ANGELES, S.A. DE C.V., UNIDAD SAN FELIPE**, que usted propone para obtener el título de **INGENIERO MINERO**, me es grato hacer de su conocimiento que hemos acordado **APROBAR** la propuesta que nos ha enviado, a fin de brindarles la oportunidad de presentar su Examen Profesional según lo establecido por la normatividad vigente.

Asimismo, les informo que la Academia Revisora quedó integrada como sigue:

DIRECTOR: M.C. TOMÁS FERNANDO VILLEGAS BARBA
ASESOR: ING. BRENDA MARÍA QUIJADA MAYORQUIN
ASESOR: ING. GEORGETTE PANIAGUA LIZARRAGA

Aprovecho la oportunidad para desearle el mayor de los éxitos y solicitarle su mejor esfuerzo para el bien del trabajo académico de nuestra institución.

ATENTAMENTE,
"EL SABER DE MIS HIJOS HARÁ MI GRANDEZA"

M.C. ELIZABETH ARAUX SANCHEZ
PRESIDENTE DE ACADEMIA



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA

División de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Civil y Minas
Academia de Geomecánica e Infraestructura Minera

09 de mayo de 2018.

P.I.M. ALEXANDRA ESTRELLA LÓPEZ
Presente.-

Por medio de la presente, informo a usted que después de analizar su solicitud de aprobación del Tema: **MEMORIA DE PRACTICAS PROFESIONALES EN LAS MINAS: MINERA REAL DE ANGELES, S.A. DE C.V., UNIDAD SAN FELIPE**, hemos tenido a bien emitir un dictamen satisfactorio del contenido del mismo, después de revisar cuidadosamente el trabajo desarrollado y verificar que los objetivos propuestos se hayan alcanzado, según lo establecido con anterioridad.

Por tal motivo, la Comisión extiende su autorización para proceder a la edición e impresión final del documento y, posteriormente, presentar el examen profesional en la fecha que de común acuerdo se convenga.

A T E N T A M E N T E,
"EL SABER DE MIS HIJOS HARÁ MI GRANDEZA"

M.C. ELIZABETH ARAUX SANCHEZ
PRESIDENTE DE ACADEMIA

M.C. TOMÁS FERNANDO VILLEGAS BARBA
PRESIDENTE DEL JURADO
(DIRECTOR)

ING. BRENDA MARÍA QUIJADA MAYORQUIN
SECRETARIO DEL JURADO
(ASESOR)

ING. GEORGETTE PANIAGUA LIZARRAGA
VOCAL DEL JURADO
(ASESOR)

Agradecimiento

Quiero utilizar este medio para dar gracias de poder concluir esta etapa de mi vida, no fue fácil y no lo hubiera podido lograr sin el apoyo de muchas personas a las cuales les tengo un enorme afecto; primeramente a mis padres por siempre apoyarme en mis sueños, mis decisiones y por estar ahí en cada tropiezo, a mi padre por darme la oportunidad de cumplir uno de sus mayores anhelos en la vida, a mi madre por siempre alentarme a la superación académica como mujer, también quiero dar gracias a mis hermanas las cuales son mi mayor ejemplo a seguir como estudiantes, madres, profesionista y mujeres, hay una pieza clave para poder llegar hasta aquí y son los docentes, ellos no solo me enseñaron lo teórico de la carrera , si no mucho más, gracias a sus palabras de aliento, sus pláticas, reflexiones, consejos, regaños y demás es como yo pude lograr esta meta, por ultimo pero no menos importante a mi hija la principal razón por la cual me esfuerzo día a día ser un buen ejemplo a seguir.

Prologo.

Las prácticas profesionales, constituyen en un ejercicio guiado y supervisado donde se ponen a prueba los conocimientos adquiridos durante el proceso de formación del estudiante, para poder aplicar el conocimiento a problemas reales que se vivan en el transcurso de las prácticas profesionales. Estas proveen oportunidades, puesto que se les permiten obtener experiencia en el ámbito laboral y crea a su vez la oportunidad de conocer el medio laboral.

La Universidad de Sonora, cuenta con un servicio de apoyo a los estudiantes para poder realizar prácticas profesionales ayudándoles a los alumnos a conseguir dichas prácticas con las empresas directamente o ya sea en empresas de servicios a la minería, la Universidad de Sonora, nos solicita un reporte de prácticas profesionales, el cual deberá describir las áreas en las que realice las prácticas profesionales y anexar conocimientos adquiridos durante las prácticas profesionales.

Para poder realizar la titulación mediante memoria de prácticas profesionales, se requiere haber realizado por lo menos dos prácticas satisfactoriamente en el periodo de prácticas y tener los reportes de dichas prácticas.

La primera práctica profesional se realizó en la unidad minera San Felipe, Minera Real de Ángeles, Minera FRISCO, la cual se dedica a la extracción de oro y plata mediante el método de minado es corte y relleno, salones y pilares, y a cielo abierto, esta unidad se encuentra en el noroeste del país en el estado de Baja California Norte en el municipio de San Felipe.

Universidad de Sonora

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

CIVIL Y MINAS

MEMORIA DE PRÁCTICAS PROFESIONALES

Minera real de Ángeles.

Unidad San Felipe

PRACTICAS PROFESIONALES

Mina subterránea

Mina cielo abierto

Para obtener título:

Ingeniero Minero

Alexandra Estrella López

MINERA FRISCO

Índice

Índice.....	3
Introducción.....	4
Localización.....	5
Historia de la mina.....	6
Misión visión y valores.....	8
Seguridad.....	9
Ecología y medio ambiente.....	11
Marco geológico.....	12
• MINA SUBTERRANEA	
Objetivo general.....	14
Operación mina.....	15
Perforación y voladura.....	17
Acarreo.....	21
Polvorín.....	22
Topografía.....	23
Mecánica de rocas.....	25
Concentración de minerales.....	28
Rendimiento de barra y broca.....	29
• MINA A CIELO ABIERTO	
Objetivo general.....	35
Ingeniería y planeación.....	36
Voladura.....	40
Recomendaciones.....	43
Conclusiones generales.....	44
Biografía.....	47

Introducción

En el presente reporte se describe la operación de la mina "Real de Ángeles" San Felipe de Minera Frisco. S.A de C.V; sobre sus áreas de trabajo y funcionamiento. Las plantillas de perforación y sus dimensiones y como se les pasa la información a los perforistas.

También se abordará el muestreo en la forma en la que se hace y lugares a donde se remiten las muestras para obtener el resultado de laboratorio que será donde se proporciona la ley del barreno.

En control de producción y planeación a corto plazo se requieren los datos de topografía para ver los avances diarios y ver la cantidad de toneladas movidas en un día e ir trazando el siguiente avance para que no se quede sin producción la quebradora.

En Geología, se verá la forma en la que analizan los núcleos obtenidos en las exploraciones y como está formada la superficie del lugar y la dureza y resistencia de la misma para poder determinar la altura máxima permitida por la estructura geológica.

En operación, se verá cómo se obtiene el mejor uso de la maquinaria, su mantenimiento y el cómo mantener al personal seguro y con todo el equipo de seguridad, debido a que cualquier descuido puedes ocasionar algún accidente fatal.

Localización

La unidad "San Felipe", está ubicada en el estado de Baja California Norte en el municipio de San Felipe, Sierra Pinta al este del estado colindando con el mar del Pacífico y al oeste el mar de Cortés, sus coordenadas GPS son:

Latitud: 31°35'12.3''

Longitud: 115° 07'18.1''

Su principal acceso a la mina es por la carretera federal No.5 Mexicali/San Felipe Sierra Pinta desviándose en el km123, demorando alrededor de 1 hora con 27 minutos, partiendo de la capital del estado (Ver ilustración 1).



Ilustración 1.- Vista de planta del recorrido, desde la capital hasta la mina.

Historia de la mina

Se realizó una investigación: desde 1994 la Compañía San Felipe S.A. de C.V., subsidiaria de Minera Frisco –cuyo presidente es Carlos Slim, comenzó sus operaciones en Baja California. El objetivo era extraer minerales de oro y plata en la región Sierra Pintada actualmente considerada como uno de los principales desarrollos mineros en el país. Y probablemente su proyecto minero pudo haber continuado siendo exitoso, “si no fuese porque la mina se encuentra peligrosamente cerca del Área Nacional Protegida (ANP) Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado.”

El nuevo desarrollo fue presentado ante SEMARNAT por partes. Primero, en Marzo de 2010, como un proyecto de alrededor de 60 hectáreas que incluyó la incorporación de un tajo (explotación de la montaña mediante minado); un circuito de trituración de minerales; patios de lixiviación (depósitos para separar el oro y la plata); tanques de almacenamiento de reactivos (cianuro); tepetatera (pila de material estéril); áreas de servicio (talleres y almacenes de diesel y explosivos); tres subestaciones, un canal de desvío de agua pluviales y dos caminos.

Seis meses después, en Septiembre de 2010, SEMARNAT autorizó una segunda parte. Esta nueva autorización de 360 hectáreas incluyó la planta de Merrill-Crowe y fundición (en donde se precipitan los metales y funden en lingotes). Y en Agosto de 2011, se autorizó una planta desalinizadora que ocupó otras 60 hectáreas. Al final, Minera Real de Ángeles absorbió a Compañía San Felipe y se convirtió en la empresa encargada del proyecto minero. La mina San Felipe procesó en 2013 de acuerdo con el reporte anual de Frisco de 37 mil toneladas diarias de material. Cinco veces más que el año anterior.

En 2010, cuando la mina reinició sus trabajos comprando terrenos de alrededor, un grupo de ejidatarios reclamó un paso más justo –hasta esa fecha, Frisco había extraído del lugar unos 36 millones de dólares en oro. Cada ejidatario debía recibir un millón de dólares, después de que el lugar permanecería contaminado durante décadas y sin ninguna actividad económica. Frente a esto, se rompieron las negociaciones un año más tarde, y algunos ejidatarios iniciaron juicios en contra de la empresa en el Tribunal Agrario, en la Secretaría de Desarrollo, Territorial y Urbano –SEDATU– y la Comisión Nacional del Agua –CONAGUA–, bajo la defensa de que

Frisco ocupó sus terrenos de forma irregular, adueñándose del agua y contaminando los mantos acuíferos. Las demandas, sin embargo, no han logrado que el proyecto minero, del tamaño de la ciudad de México, se detenga.

La Secretaría de Medio Ambiente para la conservación de la biodiversidad en seis regiones de México, incluyendo el Alto Golfo de Baja California. Y las autoridades ambientales concluyen que: "el complejo minero que diariamente extrae 37 mil toneladas de materiales tiene solo un impacto local y no hay evidencias de impacto en la Reserva" (Ver ilustración 2).



Ilustración 2.- Vista aérea de mina tajo cielo abierto.

Misión, visión y valores

MISION

Trabajar de manera armónica con todos nuestros grupos de interés, promoviendo una cultura de innovación y prácticas de eficiencia tecnológica y ambiental, que nos permitan crecer de manera conjunta hacia el logro de nuestros objetivos.

VISION

Ser una empresa minera de fortaleza en el ambiente mundial en la extracción de metales preciosos y metales base, que tenga el menor riesgo de su proceso y garantice el retorno de inversión a sus accionistas y favorezca el desarrollo de las comunidades de manera sustentables.

VALORES

HONESTIDAD. Estamos convencidos de nuestra conducta debe ser recta y decorosa en todos los aspectos de nuestra vida profesional y personal.

LEALTAD. Cuidamos los intereses de nuestra organización como probidad, sentidos de pertenecía, entrega y compromiso.

RESPECTO. Tratamos a los demás con la dignidad que todos merecemos. Como deseamos ser tratados.

RESPONSABILIDAD. Respondemos en nuestro mejor esfuerzo al compromiso de nuestros deberes.

CONFIANZA. Todas nuestras relaciones están basadas en todo los integrantes de la organización somos dignos depositarios de ella.

CONGRUENCIA. Nuestro comportamiento es acorde entre el pensar, el decir y el hacer.

Seguridad

El supervisor de esta área tiene como función el cumplimiento normativo y prevención de accidentes, impartir pláticas de concientización y organizar la cuadrilla de rescate.

Como guía de inducción se cuenta con el manual de seguridad y capacitación previa a 3 días de empezar a laboral a todo aquel que se presentara a trabajar en dicha mina.

El equipo de protección personal varía un poco en cada departamento, pero consiste en lo siguiente:

Geología.

- Casco con barbiquejo
- Lentes
- Respirador para gases
- Protección auditiva
- Guantes
- Chaleco anti reflejante
- Zapato con casquillo

Planta y mantenimiento:

- Auto rescatador
- Lámpara
- Angelito
- Protector de voltaje
- Chaleco anti reflejante
- Zapato con casquillo
- Casco con barbiquejo
- Lentes

Mina cielo abierto y subterráneo.

- Ropa y/o chaleco anti reflejante
- Guantes
- Botas o zapatos de seguridad
- Cinturón minero
- Lámpara (mina subterránea)
- Auto rescatador
- Protector de voltaje
- Faja.

Como programa de capacitación personal se lleva a cabo un plan anual para todas las aéreas y para la formación de brigadas rescatistas se lleva a cabo un programa de entrenamiento con actualización y simulacros mensuales.

Concientización al personal para el trabajo seguro es parte del sistema de seguridad de Frisco y también son impartidas pláticas de 5 minutos todos los días antes de empezar cada turno.

Las principales normas que se rigen en esta mina son:

23-stps-2012
01-stps-2008
02-stps-2010
04-stps-1999
05-stps-1998
06-stps-2006
09-stps-2011
10-stps-2014
14-stps-2000
15-stps-2001
17-stps-2008
18-stps-2000
19-stps-2011
20-stps-2011
21-stps-1994
22-stps-2008
24-stps-2001
26-stps-2008
27-stps-2008
29-stps-2008
20-stps-2009

Los índices de mediación que se lleva a cabo en esta mina son los de la cámara minera, basado en formatos a-f.

Ecología y medio ambiente

El departamento de ecología y medio ambiente tiene como función realizar gestión de los permisos ambientales ante SEMARNAT para autorización de los proyectos.

Seguimiento a las autorizaciones, de las condicionantes. Una de las remediación al medio ambiente es la reforestación y bebederos para los borregos cimarrones.

Control de la R:

Es almacenar temporalmente teniendo una bitácora de entrada y de salida, y una empresa acreditada transporta dichos residuos.

Marco geológico.

Geología local: bajo complejo metamórfico, teniendo andesitas y reolitas (Vetas de cuarzo). Los planos que se manejan en esta unidad son topográficos aplicándolos a mapeos geológicos; el mapeo es hecho en campo a base de brújula y cinta.

Las muestras que se realizan son las de canal y carga quebradas, ya en interior mina son tomadas de lodos. Para llevar a cabo el seguimiento del cuerpo mineralizado es mediante el mapeo superficial, barrenacion de diamante y circulación inversa.

Haciendo el modelo de bloques atreves de la barrenacion o muestreo de obra directa y administrando de acuerdo a sus características queriendo obtener la pureza establecida en los márgenes establecidos. La ley diaria de producción es calculada por medio de los resultados de muestreo por obra en desarrollo como en rebaje.

Y el tipo de reporte que se desarrolla en el departamento de geología es:

- Mina
- Obra (rampa, rebaje, tope, etc).
- Tonelaje
- Ley
- Diario acumulado de producción con ley mineral
- Programa de acarreo (Tonelada con ley de la mina con destino a quebradora).

Se tiene un presupuesto de 1500 toneladas diarias con una ley de 1.5grs de oro y 4.5 grs de plata teniendo el 80% de cumplimiento.

PRACTICAS PROFESIONALES

Minera real de Ángeles
Unidad San Felipe

Mina subterránea



Objetivo general.

El objetivo es ampliar mis conocimientos sobre la minería subterránea, así como los métodos de explotación, la operación de la misma y reforzar conocimientos adquiridos en la Universidad de Sonora.

Incrementar mi conocimiento sobre las áreas que abarca el ingeniero minero, incrementar el conocimiento general de una mina, la toma de decisiones en general de la mina y poder proyectar si esto afecta de manera positiva o negativa a la producción.

Operación mina

Operación mina, se encarga de extraer el mineral y hacer desarrollos para en un futuro extraer mineral.

Las obras en esta unidad, son de secciones de 2.50 x 2.50 metros debido a que sus condiciones geológicas permite que con esta sección se trabaje de una manera segura (Ver ilustración 3).

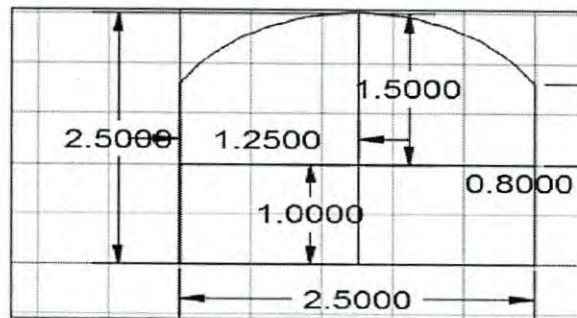


Ilustración 3.- sección de túnel

El tipo de minado depende de la condición del terreno, en unas zonas es tumba sobre carga, en algunos lugares es corte y relleno y en las obras más viejas es recuperación de pilares.

Para poder realizar las diversas obras se requiere de compresores ya que resulta indispensable, pues suministra aire limpio a las obras y mantiene en funcionamiento los ventiladores y máquinas de pierna que son esenciales para la perforación y el avance óptimo de la mina. La unidad cuenta con un cuarto de compresores el cual usa un compresor GA 160 de Atlas Copco el cual mantiene una presión de 90 psi para poder mantener trabajando 4 perforadoras de pierna y ventiladores de manga para agilizar la ventilación en zonas remotas de la mina.

Información del compresor (Ver ilustración 4): Compresores de tornillo rotativos con inyección de aceite GA 90+/-160, con este compresor se busca alcanzar los niveles de productividad y reducir los costos operativos. Esta nueva generación se desarrolló con un nuevo diseño mejorado, el cual ha aumentado el rendimiento es de hasta el 5% en comparación con la generación anterior, está combinado ahora con la tecnología VSD de Atlas Copco. Esto se

traduce en un ahorro de energía de hasta un 35%, lo que reduce el costo del ciclo de vida de un compresor en una media del 22%.

La unidad cuenta con un cuarto de compresores el cual usa un compresor GA 160 de Atlas Copco el cual mantiene una presión de 90 psi para poder mantener trabajando 4 perforadoras de pierna y ventiladores de manga para agilizar la ventilación en zonas remotas de la mina.

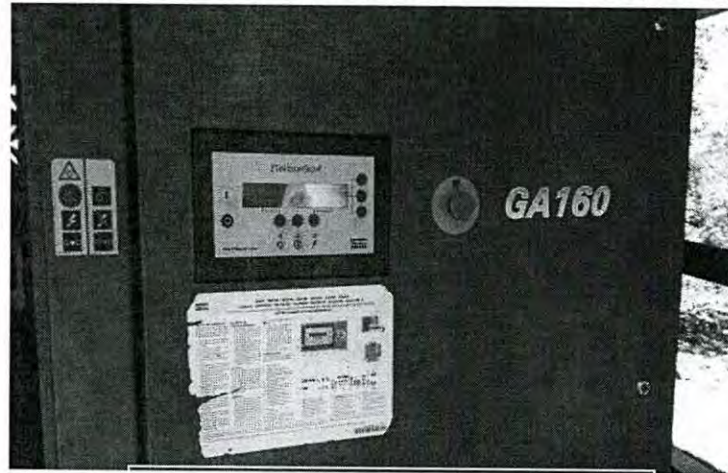


Ilustración 4.- Mando del compresor.

Este cilindro (Ver ilustración 5), se utiliza para enfriar el aire que debido a la compresión se eleva la temperatura del aire al igual que capturar el agua que se obtiene de la compresión del aire aquí se queda guardado para que no baje por las mangueras.



Ilustración 5.- enfriador de aire.

Perforación y voladura.

La perforación es una de las acciones de mayor importancia en el desarrollo minero ya que de hacer una mala perforación tendrá como resultado una mala voladura y ocasionará que las paredes y cielo de la obra se vean afectados.

La técnica de perforación y voladura se basa en perforaciones en la roca donde posteriormente se coloca explosivo, mediante su detonación trasmite energía necesaria para la fragmentación del macizo rocosos, para posteriormente remover el material volado y ser acarreado a su destino.

En la perforación se utiliza máquina de pierna modelo ms 58 (ver ilustración 6).



Ilustración 6.- Maquina de pierna.

Incluyendo en si barras Sagitta de 2.0 metros (Ver ilustración 7) y brocas Sagitta de .38 mm (ver ilustración 8) con puntas de tungsteno.



Ilustración 7.- Barra Sagitta.



Ilustración 8.- broca Sagitta.

Voladura.

La voladura se realiza con varios propósitos, entre ellos mover y remover roca, controlar la superficie de la roca en excavaciones y triturar hasta el tamaño deseado.

Para alcanzar cada uno de estos propósitos se utilizan técnicas diferentes, ya sea fabricar una plantilla de perforación de acuerdo a las propiedades de la roca y de los explosivos y/o usar retardadores para tener una voladura más controlada.

En esta unidad usan una plantilla de perforación de 9 barrenos en la cuña y uno de aire, usan 8 ayudantes que salen en orden, después salen 4 del techo, 8 de tablas y 5 de pisos, los cuales se cargan con mexamon dejando un taco (Tapón de aire) para los de la cuña 0.70m, para los de mas se usaba un taco de .60m.

Factor de carga.

$$\text{Carga por barreno volumen} = \frac{\pi * r^2}{2} * H = 7.093 \times 10^{-4} m^3$$

De mexamon por barreno por la densidad del mexamon de .85 en kilogramos seria

$$7.093 \times 10^{-4} m^3 * 850 \frac{kg}{m^3} = .6026 kg$$

En la plantilla se usarían .602kg *34 barrenos = 20.4 kg
 Un saco de mexamon tiene 25 kg entonces se utiliza uno,
 Y bombillo puesto que se usan la mitad serian un total de 14 bombillos(ver ilustracion 9,10 y 11).

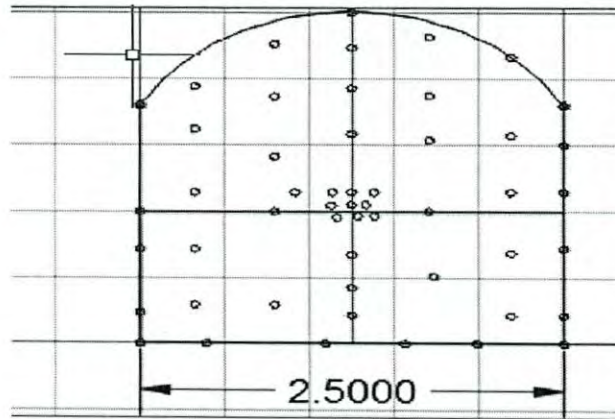


Ilustración 9.- Plantilla de barrenacion.



Ilustración 10.- Taco de tabla y cielo.

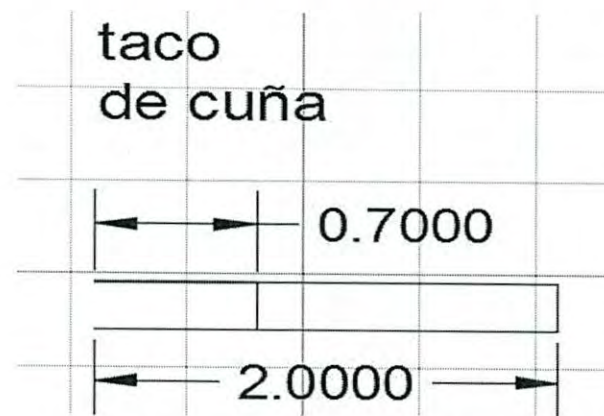


Ilustración11.- Taco de Cuña

Cargado de barreno y armado de plantilla.

Se utiliza una pistola de aire para inyectar el mexamon (Ver ilustración 12) en los barrenos, mediante la manguera de carga le ponen una marca para pedir el tamaño del taco y asegurar que sea el correcto para el barreno.

Las cañuelas utilizadas, son de 2.50 metros el cual de un tiempo de 5 minutos para la detonación, (Ver ilustración 13) Iniciando la primera cañuela el tiempo de detonación es de 5min +/- 30s por lo cual una vez se verifique que toda las cañuela enciendan se deberá evacuar a un área segura.



Ilustración 12.- Mexamon y cargado de barreno.



Ilustración 13.- Inicio de cañuelas.

Acarreo

El mineral tronado se carga directamente en los frentes de trabajo con un scoop tramp (Ver imagen 14), para el acarreo se utilizan camiones de bajo perfil que condice el mineral hacia el tiro vertical donde se manta el mineral a superficie.

A este nivel llega el mineral mediante contrapozos llamados metaleras que conducen a tolvas, para posteriormente cargar los camiones.



Ilustración 14.- Scoop tramp

Polvorín

La mina cuenta con su propio polvorín (Ver ilustración 15) con todos los estándares de seguridad (Ver ilustración 16). Cuentan con tierras fijas para ingresar y sus barricas de agua y arena y extintores.

Allí mismo preparan las cañuelas con una guillotina de doble acción mientras un lado remacha el fulminante el otro corta la cañuela a dos metros.



Ilustración 15.- Polvorín.

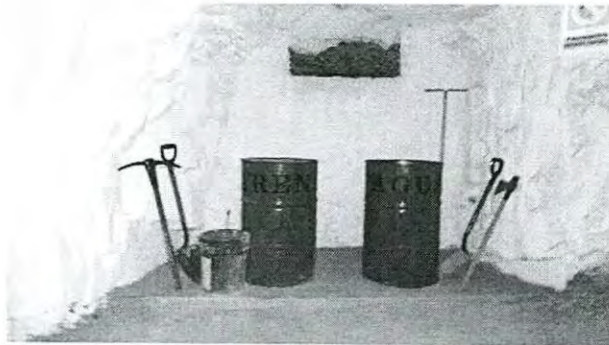


Ilustración 16.- Herramientas de emergencia.

Topografía

Los trabajos de interior mina forzosamente son distintos a los de mina superficial, debido a las condiciones particulares de trabajar en subsuelo, las galerías profundas angostas, mal iluminadas, húmedas y mal ventiladas.

En interior mina, hay que tomar los datos topográficos necesarios para actualizar los planos de labores. Estos trabajos se denominan toma de avances y se realizan periódicamente, se informa en oficina de planeación el volumen excavado desde la última toma para llevar un control de las toneladas minadas (Ver ilustración 17).

Al igual se encarga de marcar el pisos a los de mina para que den lo barrenos con una dirección e inclinación de acuerdo a como sea el proyecto usan una estación total se paran en puntos conocidos se centran y visan la frente a la que quieren marcar.

Para señalar en topografía subterránea es muy importante que los puntos de referencia se coloquen en las tablas o cielo, ya que el paso de personal y de maquinaria podría moverlas o desaparecer, lo cual hiciera que el levantamiento fuera erróneo. Utilizando una plomada para proyectarlas sobre el piso o poner la plomada en el punto superior de la estación y compensarlo apuntando el punto con altura negativa.

Ya que se tengan marcado los puntos, servirán como punto de referencia para llevar un control de dirección de obras mediante trigonometría al llegar al punto marcado tendrá que visar otros dos para que sea más confiable el punto donde se está parando para poder dar rumbo con una posición exacta del lugar.



Ilustración 17.- Levantamiento topográfico.

Mecánica de rocas

Se encarga del estudio teórico y práctico de las propiedades y comportamiento del macizo rocoso y de su respuesta ante la acción de fuerza aplicada en su entorno.

La finalidad de la mecánica de roca es conocer y predecir el comportamiento de los materiales rocosos ante la actuación de las fuerzas internas y externas que se ejercen sobre ellos, cuando un macizo rocoso se excava se construyen estructuras sobre la roca, modifica las condiciones iniciales del medio rocoso, el cual responde a estos cambios deformándose o rompiéndose.

Al hacer una excavación en el macizo rocoso, se produce inevitablemente la eliminación de soporte de la masa rocosa restante, lo que da lugar a una alteración en las condiciones del equilibrio, al aumentar la excavación se produce inevitablemente el derrumbe por hundimiento. En este caso hay que tomar medidas necesarias para proporcionar un soporte adecuado para la estabilidad el macizo rocoso.

En caso de las obras de la unidad "san Felipe", en algunos lugares había problemas de sobre carga (ver ilustración 18) debido a las condiciones del lugar y se utiliza sostenimiento de madera, es muy importante que en el ademe del cielo se coloquen maderas en cribados hasta la parte más cercana al cielo que se pueda para evitar que el macizo siga derrumbándose y cumpla su función de evitar el abundamiento, las ventajas de usar madera son de bajo costo, son livianas, y se pueden observar cuando están a punto de fallar.



Ilustración 18.- Desgaste y despostillamiento de una madera por sobre carga.

En otra zona, la roca presentaba estratificaciones casi horizontales y se utilizan pernos, para ayudar a minimizar la deflexión del techo con los pernos provocando el efecto viga al unir varios estratos con los pernos estos deberán ser perpendiculares a los estratos.

En lugares muy fracturados, se hace una combinación de anclaje con malla de acero (Ver ilustración 19) para evitar el desprendimiento de roca (Ver ilustración 20) causando un derrumbe por hundimiento.



Ilustración.19.- Anclaje con malla.

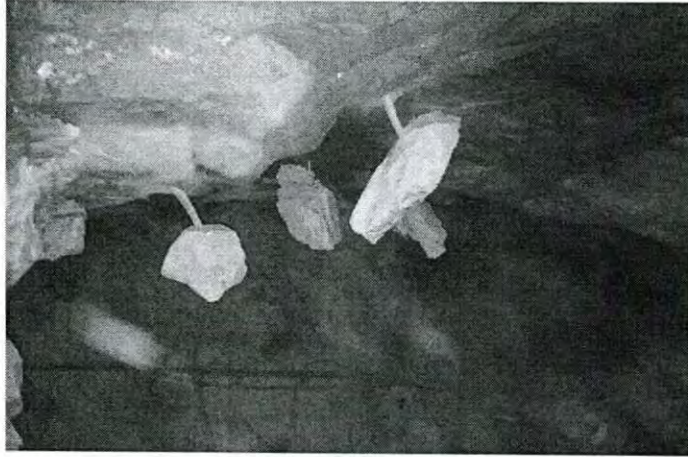


Ilustración 20.- Anclaje mal colocado.

En caso de pilares este deberá tener las medidas necesarias dependiendo de la calidad de la roca y el claro que haya entre pilar y pilar, un pilar sano no tiene que tener fracturas, con el tiempo los pilares se van deteriorando por el interperismo y las vibraciones de las voladuras (Observar ilustración 21).



Ilustración 21.- Pilar deteriorado con fractura.

Concentración de minera.

Metas a cumplir de producción (Volúmenes y leyes).

Deseo	Realidad
2000 toneladas	1800
2gr de oro	1.4grs
44grs de plata	36grs

La recuperación utilizada es a base de lixiviación y planta dinámica. La materia prima en este proceso es una solución rica en oro y plata, el proceso para esto es a base de transporte de bandas enviando a laboratorio por medio de percolación.

Teniendo que los planes de producción son de 1500 diarias y la realidad es que se obtienen 2100 tn.

El labor del ingeniero minero en esta situación es en obtener la recuperación de la ley cuando entra recuperado y el Dore.

Rendimiento de barra y Broca.

La broca es una Sagitta de 38 mm (Ver ilustración 22).

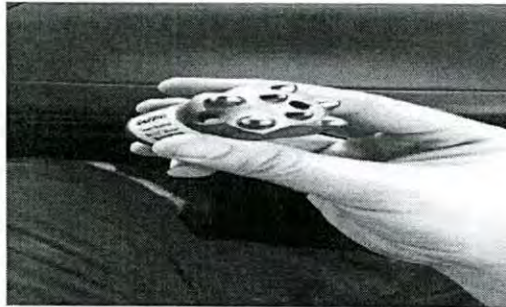


Ilustración22.- Broca Sagitta

El rendimiento de la broca se realizó en la mina de oro y plata unidad "San Felipe" en la rampa "406".

En esta rampa mientras duró la prueba era puro material duro (Tepetatera). Se tomó en cuenta el tiempo en que la broca empezó a perforar hasta que esta salió del barreno. Tomando en cuenta que la manguera del lubricador era de 3 metros el lubricador tenía la cantidad adecuada de aceite y la presión del aire y agua eran las óptimas.

Primera prueba:
(Ver la tabla de la ilustración 23)

Primer prueba de rendimiento

Barreno	Tiempo en minutos
1	4.10
2	4.30
3	4.20
4	4.24
5	5.24
6	5.16
7	5.14
8	4.50
9	5.03
10	5.10

11	5.44
12	5.15
13	4.52
14	6.43
15	8.47
16	5.08
17	3.49
18	3.27
19	4.21
20	4.39
21	5
22	4.21
23	4.47
24	3.34
25	3.56
26	4.14
27	4.44
28	4.39
29	5.03
30	4.20
31	3.44
32	4.42
33	5.25
34	9.02

Ilustracion23.- Tabla comparativa para obtener rendimiento.

Segunda prueba:
(Ver ilustración 24).

Segunda prueba de rendimiento

Barrenos	Tiempo en minutos
1	3.30
2	3.05
3	3.04
4	2.54
5	3.20
6	3.36

7	3.40
8	3.28
9	4.05
10	4
11	4.02
12	4.25
13	4.24
14	5
15	3.08
16	3.38
17	2.51

Ilustración 24.- Segunda tabla comparativa para observar rendimiento.

Tercer prueba:
(Ver ilustración 25).

Tercer prueba de rendimiento

Barrenos	Tiempo
1	3.25
2	4.58
3	5
4	3.28
5	3.56
6	3.12
7	3.40
8	2.59
9	3.43
10	4
11	5.47
12	4.37
13	3.57
14	3.56
15	5
16	3.57
17	5.5
18	5.56

19	4.50
20	4.10
21	5.31
22	5.17
23	4.2
24	3.30
25	3.55
26	2.59
27	3.24
28	1.50
29	5.52
30	3.48
31	3.50
32	4

Ilustración 25.- Tercer tabla comparativa para observar rendimiento.

Estas fueron las pruebas detalladas además de estas se tomaron dos más de 157 min y 57.6 m barrenaros y otra de 162.44 min y 61.2 metros.

En total la broca duro un total de 11 horas con 20 min y 269m barrenados, la barra duro 8 pegadas más, hasta que se rompió el broquero.

Las pruebas fueron las anteriores:

- 134 minutos y 61.2 metros
- 151 minutos y 57.6 metros
- 76.3 minutos y 30.6 metros
- 157 minutos y 57.6 metros
- 163 minutos y 61.2 metros
- 131 minutos y 61.2 metros
- 140 minutos y 59.4 metros
- 118 minutos y 59.4 metros

Resultado en minutos y metros

Resultados
(Ver ilustración 26).

Minutos	Metros
134	61.2

151	57.6
76.3	30.6
157	57.6
163	61.2
131	61.2
140	59.4
118	59.4

Ilustración 26.- Tabla con tiempos y metros.

Observación:

Primera prueba, en el minuto 2.2 del barreno 5 se tapó la broca por falta de aire.
Segunda prueba en el barreno 17 se acabó el agua y se detuvo la perforación.

PRACTICAS PROFESIONALES

Minera real de Ángeles
Unidad San Felipe

Mina Cielo abierto



Objetivo personal

Ampliar la visión del funcionamiento de la mina a tajo abierto y las áreas que abarca el ingeniero minero, así como reforzar el conocimiento adquirido en la Universidad de Sonora.

Por igual motivo incrementar el conocimiento general de una mina, el saber tomar la decisión de donde colocar las rampas y de voladuras, el cómo determinar la plantilla de perforación para posteriormente efectuar la detonación de dicha plantilla.

Ingeniería y planeación

En esta división aprendí sobre el equipo de perforación existente (Que se menciona en el apartado operación mina) y como tomar las muestras de barrenos para proporcionar las leyes del terreno a minar. Dentro de esta división se encuentra también el área de topografía, que es una parte importante de la mina, ya que genera los datos de los avances del día.

Además, se podrá tener una idea de lo que es control de producción llevando un control de las leyes y toneladas movidas dentro de los dos turnos.

Selección de la Plantilla de perforación

Esta área, se encarga de marcar el patrón de perforación requerido, se debe tomar en cuenta la estructura geológica, dureza, y densidad de la roca en la zona. Una buena selección de plantilla de perforación ayudará en la fragmentación adecuada de la roca para poder facilitar su acarreo a los diversos destinos. Mediante una malla creada en MineSight que se carga a Dispatch (Describo más adelante) para que el operador pueda ver la ubicación del barreno.

La función del superintendente de este departamento es su misma coordinación como la del planeador a largo plazo; en cambio la del planeador de corto plazo su función es ver el reporte diario de las obras. Los objetivos de largo plazo es programar y diseñar la mina, en cambio los de corto plazo es alinear y definirlos para lograr los de largoplazo.

Los controles de calidad del minado son de cargo total de los supervisores, siendo ellos también encargados de hacer el cálculo de volumen mediante levantamiento topográfico y utilizando programas como Autocad, dicho levantamiento consiste en establecer la estación total y partir de un punto previamente marcado, siguiendo la figura con intervalos de puntos de 50cm a 1metro de distancia.

Topografía

Este departamento, tiene la función de presentar a planeación el avance de las palas y perforadoras de la mina. Todos los días se requiere hacer dicho levantamiento desde varios puntos ya fijados y con una estación total se realiza el trabajo de topografía; se toman los puntos

colocándose con un prisma en la cresta del talud. También levantan los barrenos hechos por las perforadoras, para después llevar la información a planeación, hacer el avance en planta y poder llevar organización así como un mejor control de la mina.

Este departamento utiliza la estación total Leica Tc 1700 la cual es digital y esta cuenta con un prisma que permite que el equipo realice un disparo de rayo láser, este rebota en el lente del prisma y es regresado al aparato. Su sistema operativo realiza cálculos de tiempo para ver cuánto tarda la luz en regresar, así es como saca las distancias del punto fijado al prisma que se encuentra situado en la cresta, para ir tomando lectura del avance diario.

Los Reportes que se elaboran en este departamento son diarios, semanales, mensuales y anuales. La administración de modelos se lleva acabo definiendo un modelo por exploración de diamante y circulación inversa después pasándose a Autocad, y teniendo solo modelos de exploración sin ningún comparativo.

Procesos.

Este se encarga de llevar a cabo el control de las toneladas movidas, llevar el control del destino de las toneladas ya sea a los campos de lixiviación, tepetate, concentradora, a la vez se elabora un reporte con la cantidad de mineral enviado a las distintas áreas, dependiendo la ley que contenga dichas muestras. Como ayuda a este departamento se utiliza el software minero MineSight.

Metas a cumplir de producción (volúmenes y leyes).

Deseo	Realidad
2000 TONELADAS	~1800 TONELADAS
2gr de oro	~1.4grs
44grs de plata	~36grs

La recuperación utilizada es a base de lixiviación (Observar ilustración 27) y planta dinámica.



Ilustración 27.- Diagrama del proceso de lixiviación.

La materia prima en este proceso es una solución rica en oro y plata, el proceso para esto es a base de transporte de bandas enviando a laboratorio por medio de percolación.

Teniendo que los planes de producción son de 1500 diarias y la realidad es que se obtienen 2100 Tn. El labor de ingeniero minero en esta situación es en obtener la recuperación del ley cuanto entra recuperado y el Dore.

Planeación a largo plazo

En este departamento, se emplea el software MineSight para hacer un plan mensual, mediante un modelo de bloques geológico. Este se encarga de ir diseñando la mina de la manera más rentable económicamente, tomando en cuenta los precios de los metales y la capacidad que cuenta la mina para poder llevar dicho plan, llevando un seguimiento al control diario de producción, para poder elaborar el siguiente plan del próximo mes tratando de cumplir el plan anual.

Minesight

Minesight es un software minero muy completo, con el software podemos trabajar una mina de cielo abierto tanto como una subterránea, cuenta con varias herramientas muy útiles que tiene acceso a la base de datos AC quire. Se va formando el modelo de la mina, también se ponen los avances diarios donde van quedando registrados.

Distpach

Es un sistema de administración minera a gran escala que utiliza los sistemas computacionales y de comunicación como el GPS, con la finalidad de optimizar la asignación de camiones a palas, maximizando la utilización del tiempo y minimizando las pérdidas, en tiempo real.

Voladuras

El departamento se encarga del manejo del explosivo y su introducción a los barrenos de producción. Un mal diseño de voladura afectará en el tamaño de la fragmentación de la roca, reduciendo la producción y un alza en los costos de trituración. Basado en la plantilla de perforación, la dureza de la roca y condiciones de agua modifica la mezcla del explosivo; en condiciones secas se utiliza solo ANFO y cuando presenta agua se bombea el líquido, se cargan con bolsas de polietileno (Ver figura 8). Si el nivel de agua no se reduce con el bombeo se utiliza una mezcla de ANFO con emulsión. El ANFO, es una mezcla de nitrato de amonio con aceites quemados (8%) o diesel (6%). La plantilla de perforación que se utiliza es tresbolillo (Consiste en colocar barrenos equidistantes entre 3 barrenos y dos filas). En este tipo de terreno es la más adecuada, ya que va dejando una mejor cara libre después de cada barreno, eso facilita el éxito de la voladura para evitar la roca de sobre tamaño.

El método de cargar los barrenos consiste en introducir primeramente un Buster (Alto explosivo) con un iniciador electrónico o pirotécnico (Ver figura 28) a medio metro del fondo del barreno y con esto se asegura que el Buster esté totalmente en contacto con el bajo explosivo. Posteriormente se llena con el bajo explosivo (ANFO) dejándole 8.5 m libres para ponerle el taco (Tapón de material inerte), y evitar que la energía de gas de la detonación se disipe, lo cual permite que la energía trabaje mejor fragmentando la roca. Para conseguir un piso uniforme se sobre barrena un 10% la altura del banco, debido a que la energía de la explosión se produce del fondo hacia la superficie, el rompimiento de la roca se da en forma de cono.

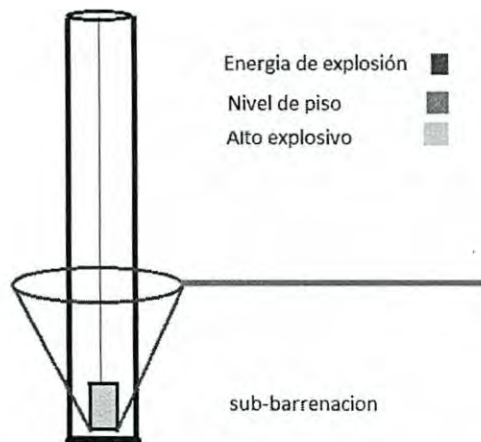


Ilustración 28.- Cono de energía del alto explosivo.

Aproximadamente se carga con 600 kg de explosivos cada barreno.

Iniciadores electrónicos

El tiempo de retardo asignado entre barrenos es de 100ms. Este se programa con un longger, equipo electrónico diseñado para la asignación de tiempo en el iniciador electrónico, y a su vez realiza una verificación del funcionamiento del sistema (Que estén conectados los iniciadores correctamente). Este programa te permite funcionar con 5 errores (Falla en conexiones) al realizar la voladura (Observar ilustración 29).



Ilustración 29.- Voladura.

El acarreo de material inicia con el cargado dado por la pala, transportándola ya sea a quebradora, campos de lixiviación o tepetate, dependiendo de la ley que contenga el material transportado. Estos también están controlados por el Dispatch que les asignen el área que

deberán ir. El operador tendrá que estar muy pendiente de todos los sistemas de alerta del vehículo, ya que cualquier alerta puede desatar una falla más grande, también dar aviso a la torre de control en el dado caso de que se encontrara con algún inconveniente en el camino que pueda ponchar una neumático

Operación de pala

Este trabajo consiste en realizar la extracción de materia y que esta sea depositada en un camión (Yukle) de carga (Observar ilustración 29), el supervisor de palas ocupa estar pendiente que no se pase de los puntos marcados, ya que de hacerlo empieza a derrumbar la siguiente fila de barrenos, también tiene que estar al pendiente de que a la pala no se le caiga un diente, porque de hacerlo se va para la quebradora y la descompone. El operador cubre turnos de 12 horas y al momento de mover la pala tiene que estar seguro de no pisar las líneas eléctricas ya que pararía la producción de esta misma.



Ilustración 30.- Cargado de camión con pala.

Operación de equipo auxiliar:

Este departamento se encarga de mantener operando la mina. En caso de difícil acceso se asigna una moto niveladora o si se detiene una pala y es de urgencia enviar ese material mandan un cargador, ocupan la cisterna para poder regar y no levante polvo, o si ocupan mandar cerrar un camino o abrir otro, mandan a un tractor oruga que empiece con la obra de abrir o cerrar camino.

Recomendaciones

Como recomendaciones a la mina propongo:

1. Colocar señalamientos de evacuación en puntos clave de la mina.
2. Mejorar la ventilación en ciertas áreas de la mina
3. Mejorar las plantillas de anclaje.
4. Hacer obligatorio el uso de protección personal, puesto que en interior mina eran pocos los que de verdad llevaban puesto el equipó de protección personal.

A parte sería conveniente previo estudio sobre el particular, no depender tanto de maquinaria eléctrica puesto que en el tiempo que permanecí en el lugar, en varias ocasiones se perdía el suministro eléctrico y esto hacia perder tiempo con el impacto negativo en producción. En varias ocasiones observé que había más de tres camiones de volteo en cola de espera y esto también es tiempo muerto para los camiones. Habrá que analizar las causas de ello para la formulación de algún planteamiento.

Conclusiones generales

Al realizar las prácticas profesionales, se genera una satisfacción tanto por el conocimiento adquirido, así como la experiencia de conocer ampliamente dos tipos de minado (Superficial y subterránea). Participar en las labores diarias, implica la búsqueda de soluciones a las problemáticas que se generan. Es así como el alumno adquiere el conocimiento de campo concientizando a la vez sobre el tema de seguridad y la exigencia de un mejor estilo de vida en el ámbito de la salud dentro de la minería.

Como resultado, el alumno obtiene el aprendizaje complementario a la formación dentro del campo laboral. Cabe destacar que tanto lo aprendido en el aula, así como lo que se lleva a cabo en visitas y trabajos de campo, es lo que se ejerce en el área laboral. Por lo que los profesores de la carrera se llevan el agradecimiento por el lado teórico que el alumno recibe durante las clases. Participar en la operación minera, así como en su planeación es una experiencia que se obtiene para reforzar la preparación de la vida laboral, pues da la idea de cómo vivirla y tratarla día con día, además de ser preventivo y en su defecto, correctivo ante las problemáticas del ámbito minero.

Análisis de las experiencias adquiridas:

Dentro de esta práctica se obtiene la oportunidad de laborar en diversas áreas de la minería, aplicando conocimientos sobre minado subterráneo y lo que se aprendió en topografía subterránea, ya que es totalmente distinto dentro del minado superficial por la dificultad que se presenta en varios aspectos tales como el visado de un punto, marcaje de techos y/o paredes. La respiración se torna un poco más difícil debido a la falta de una correcta ventilación dentro de ciertas áreas, pero esto deja un gran aprendizaje muy valioso.

La oportunidad presentada de llevar a cabo una voladura, así como ser espectador dentro de ella complementa el saber diferenciar los comportamientos de la roca según su dureza y como esto influye dentro de la voladura. El tema de los explosivos es un tema que también se reforzó al estar varios días dentro de esa área, en la cual se tuvo la responsabilidad de que se llevara a cabo un control del explosivo a usar, así como asegurar que el taco fuera el adecuado dependiendo del trabajo de gabinete de la zona en la cual se trabaja y que las condiciones dentro del área laboral fuesen las correctas.

Al igual se brindó la oportunidad dentro del área de mecánica de rocas visualizando la colocación ademes. Esta área refuerza lo aprendido dentro de la clase con nombre homónimo al área (Mecánica de rocas), al igual que métodos de explotación subterránea.

En operación mina se llevaron a cabo las acciones de marcar rumbo y piso a los perforistas para la iniciación de la plantilla de perforación. Por último y no menos importante es la concientización del amacice y la correcta portación del EPP, ya que esta es una acción fundamental porque el nivel de riesgo es latente en cada labor siguiendo los procedimientos marcados.

Durante la estadía en la unidad "San Felipe" se comprobó que es una organización responsable con los empleados, ya que se capacitan constantemente, presentando un área de trabajo segura. La empresa cuenta con un sistema de acarreo con muy buena organización, el cual permite una mejor producción. Las personas encargadas de prestar su ayuda se mostraron muy amables y dispuestas a colaborar con el aprendizaje dentro de la práctica.

Se tuvo la oportunidad de participar en los levantamientos topográficos con una estación total similar a la que se emplea en la materia de topografía general, lo cual sirve para ampliar los conocimientos obtenidos dentro de la universidad por su gran similitud con ciertos equipos. Identificar minerales en su forma nativa con el equipo de geólogos es una gran experiencia que de igual manera refuerza el conocimiento previo.

Bibliografía

1. Carlos Slim y su proyecto minero en San Felipe Baja California, Ecoosfera.
2. Mecánica de Roca aplicada en minería subterránea, IGM.
3. Mining methods in underground mining, Atlas Copco.
4. Sostenimiento en mina subterránea, Ing. Maricela Quijada.
5. Datos general del proyecto Minera San Felipe.

