

# **UNIVERSIDAD DE SONORA**

**DIVISIÓN DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA**



**Cartografía geológica del área mineralizada de Santa María de Moris, municipio de Chihuahua, México.**

## **MEMORIA DE PRÁCTICAS PROFESIONALES**

**Presenta:**

**Jesús Joel García López**

**Director de Memorias de Prácticas Profesionales**

**Dr. Lucas Hilario Ochoa Landin**

**Hermosillo, Sonora**

**Febrero de 2015**

# Universidad de Sonora

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

# Contenido

## Resumen

I. Introducción.....	6
I.1 Objetivos generales.....	7
I.2 Línea metodológica.....	7
II. Localización del área.....	9
III. Descripción del contexto de la unidad receptora.....	11
III.1 Equipamiento e instalaciones.....	12
III.2 Normas de seguridad.....	13
IV. Descripción de las tareas realizadas.....	14
V. Descripción del entorno; físico, cultural, económico, geográfico.....	14
V.1 Problemas atendidos.....	14
Falta de personal para descripción de núcleos.....	15
Dudas sobre donde se encuentra la mineralización.....	15
Poco personal capacitado para la toma de muestras.....	16
Programar blancos de perforación.....	16
Personal de perforación trabajando pocas horas.....	17
Busca de agua para los lodos de perforación.....	17
Busca de agua potable para la gente aledaña.....	17
Realización de diversos caminos.....	19
Robo de rocas mineralizadas.....	19
V.2 Beneficios generados.....	19
V.3 Análisis de experiencia adquirida.....	20
V.4 Especificaciones.....	21
V.5 Del programa su diseño, su desarrollo, su organización.....	21
V.6 De los objetivos del programa: grado de consecución.....	22
V.7 La metodología utilizada.....	23
VIII. Generalidades del área.....	23
VIII.1 Geología.....	25
VIII.2 Estratigrafía general del área.....	25
Pizarra-Mármol.....	27
Brecha Polimíctico.....	28
Gneis.....	29
Caliza.....	30
Granodiorita.....	30
Conglomerado Polimíctico y areniscas.....	30
Riolita.....	32
Conglomerado Polimíctico.....	33
VIII.3 Mineralización del área Santa María.....	35
IX. Conclusiones.....	37
X. Sugerencias.....	39

<b>Bibliografia.....</b>	<b>40</b>
--------------------------	-----------

## Lista de figuras

<b>Figura 1.- Esquema de localización.....</b>	<b>9</b>
<b>Figura 2.- Campamento (dormitorios y comedor).....</b>	<b>12</b>
<b>Figura 3.- Caja de núcleos de logueo.....</b>	<b>15</b>
<b>Figura 4.- Represo para el agua de las perforadoras.....</b>	<b>18</b>
<b>Figura 5.-Mapa geológico y perfiles .....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 6.- Intercalación de Pizarras.....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 7.- Fotografía de la Granodiorita.....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 8.- Fotografía del contacto entre el Conglomerado y Pizarra.....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 9.- Fotografía donde se observa la alteración argilica.....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 10.- Contacto entre la Riolita y toba Riolitica.....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 11.- Fotografía del Conglomerado.....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 12.- Mapa donde de los tajos y estructuras.....</b>	<b>35</b>
<b>Figura 13.- Fotografía de 3 tajos de la mina.....</b>	<b>36</b>

## Resumen

Las prácticas profesionales, son un conjunto de actividades realizadas por un alumno, que se encuentra trabajando de forma temporal en algún lugar, poniendo en práctica los conocimientos obtenidos en la carrera. El objetivo de estas, es contribuir en la formación integral del futuro profesionista, con el fin de que el estudiante desarrolle habilidades que le permitan desarrollarse en el mercado laboral. Estas prácticas, tuvieron una serie de trámites, entre el Departamento de Geología y la empresa minera, para llegar a realizarse y concluirse.

Hochschild Mining PLC, es una empresa británica basada en la operación de negocios mineros de oro y plata en América. Tiene sede en Londres. La compañía fue fundada en 1911 por Mauricio Hochschild. La mina Santa María de Moris, Chihuahua. Se basa en la extracción de metales preciosos como son el oro y la plata, mediante la recuperación de lixiviado en montones. Dicha mina presenta 4 tajos, siendo El Crestón el de mayor volumen, seguidos de Eureka, San Luis y La Nopalera. Las instalaciones de la empresa se localizan a 2 kilómetros al norte del municipio de Moris. El trabajo que se desarrolla al interior de la mina, ya sea en explotación o en exploración, son considerados de alto riesgo, por lo que es primordial que antes de ingresar a ellas se conozca las principales reglas de seguridad.

Durante el periodo comprendido entre Junio a Agosto del 2012, se presenta la oportunidad de realizar las prácticas. Durante este tiempo se presentaron una serie de problemas como son, falta de personal capacitado para la descripción de núcleos, poco personal capacitado para la toma de muestras, entre otros. Los principales beneficios generados fueron, poner en práctica y reforzar los conocimientos, competencias y habilidades aprendidas en la carrera, al integrarse en un ámbito profesional y laboral como es la minería.

Las prácticas, fueron una experiencia muy enriquecedora, ya que de esta forma estoy más enterado de lo que es el mundo laboral, como profesional y persona, eso será determinante en la toma de mejores decisiones en el futuro.

## **I. Introducción**

Las prácticas profesionales, vienen a ser un conjunto de actividades realizadas por un estudiante de una licenciatura, que se encuentra trabajando de forma temporal en algún lugar, poniendo especial énfasis en el proceso de aprendizaje y entrenamiento laboral.

Las prácticas profesionales, se han convertido en una etapa fundamental y una experiencia enriquecedora para todos los estudiantes universitarios próximos a graduarse, debido a que con las prácticas se crea un aprendizaje complementario al de la universidad, algo que solo se puede experimentar en la vida laboral conociendo todo lo que interviene en una compañía minera, el cual es en este caso.

Las Prácticas, son el primer contacto laboral que tienen los estudiantes con las personas que manejan y producen una operación minera, aportándoles nuevos conocimientos y aprendizajes, que en la universidad siendo estudiantes no pueden adquirir, ya que ahí es solo formación académica, alejado de cierta manera de la realidad, de lo que es en verdad el desempeño laboral. Es la oportunidad de aprender haciendo en una forma de colaboración y de aprendizaje mutuo entre las personas de ese mismo entorno, en la que todos (empresas, entidades, estudiantes) ponen, y todos ganan.

La práctica expone al estudiante frente a problemas y retos tangibles que no sólo le demandan el dominio de conocimientos técnicos, sino también habilidades para trabajar en equipo, tolerar la presión, planear el tiempo, relacionarse y sobre todo para comunicarse, una competencia imprescindible para afianzarse mientras se ejerce una profesión. En la experiencia de práctica no sólo se ponen a prueba conocimientos, sino la persona, como ser humano íntegro puesto al servicio de los intereses de una profesión y hacia con la empresa. Este último aspecto involucra un saber consciente del “para qué sirven” los conocimientos particulares de una disciplina.

## **I.1 Objetivos generales**

El objetivo de las Prácticas Profesionales, es contribuir en la formación integral del futuro profesional, 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 hoy en día.

La importancia de las Prácticas como alumno, es combinar los conocimientos teóricos adquiridos en el aula con los aspectos prácticos en el mercado laboral, desarrollando habilidades y actitudes que logre un desempeño profesional competente así como también, permiten aplicar teorías a situaciones y problemáticas reales que contribuyen a la formación profesional del alumno.

Hasta hoy, la experiencia derivada de las Prácticas Profesionales, ha traído como resultado para los estudiantes de la Facultad de Geología, la contratación laboral en unidades receptoras estratégicas.

## **I.2 Línea metodológica**

Estas prácticas profesionales tuvieron una serie de pasos para llegar a concluirse. Primeramente, como alumno interesado, se buscó una empresa minera que solicitara practicantes; en si se realizó todo rápidamente.

Segundo, estando en la mina se asignaron diferentes actividades, todo lo que conlleva una campaña de exploración, desde mapeo, muestreo, logueo, etc... Claro todo esto después de haberse dado la debida inducción de todas las reglas que se deben de tener presentes dentro de un área de trabajo como lo es la minería.

A continuación, ya entrados en el tema de lo que se iba a realizar, se pasó al reconocimiento de todas las áreas e instalaciones de la mina, su funcionamiento, que es lo primordial, y a los trabajadores de la empresa.



Posteriormente, se pasó a revisar lo que es la geología regional, toda la estratigrafía presente en la zona, los tajos, vetas que contienen la mineralización, en este caso oro y plata, unidades que albergan la veta, alteración, estructuras, etc. Una vez recabada toda esta información, se pasaba a designar un blanco para perforar y muestrear los núcleos.

Finalmente, los núcleos obtenidos son correctamente descritos, para consecuentemente muestrearlos con el fin de saber si albergaba un tipo de mineralización económica y factible para el proyecto. Para concluir, toda esta información recabada por el método de logueo, es interpolada para hacer perfiles mostrando las diferentes unidades a profundidad y así poder calcular volúmenes de reserva.

## II. Localización y Acceso a la mina

La mina de Santa María de Moris, donde se realizó las prácticas profesionales, se localiza a 258 km al SW, en línea recta de la ciudad de Chihuahua (Fig. 1), la cual se ubica dentro del cinturón de depósitos epitermales, localizados principalmente a lo largo del límite entre los estados de Sonora y Chihuahua, continuando dentro del estado de Sinaloa, extendiéndose como un trend más o menos uniforme NW-SE.



Figura 1. Imagen, donde se muestra la localización del proyecto y las principales vías de acceso, hacia el Municipio de Moris y consecuentemente hacia la mina Santa María.

El principal acceso a la unidad minera, partiendo de la Cd. de Chihuahua, es la carretera No.16 Chihuahua-Hermosillo, Sonora, de donde se recorren los siguientes tramos, Chihuahua - Cd Cuauhtémoc, posteriormente Cd Cuauhtémoc-Adolfo López Mateos-Tomochic y finalmente Tomochic-Cahuisori, por carretera pavimentada, haciendo un recorrido de 285 km. de este último

poblado, se toma la desviación en dirección suroeste, que nos conduce por camino de terracería a Ocampo y finalmente hasta el poblado de Moris, después de 58 km. Y hacia el norte del poblado en línea recta a 5 km se localiza la mina Santa María.

Hochschild Mining PLC, es una empresa británica basada en la operación de negocios mineros de oro y plata en América. Tiene sede en Londres.

La compañía fue fundada en 1911 por Mauricio Hochschild. Fue incluida en la Bolsa de Londres en el 2006, siendo la primera empresa latinoamericana en emitir acciones en dicha institución. Inició sus operaciones en la mina San José en Argentina, en junio del 2007, en la mina Moris en México, en agosto del 2007 y en la mina Pallancata, en el sur del Perú, en septiembre del 2007. En el 2008 adquirió una participación del 40% en la mina Lake Shore en Canadá. Entre los que conforman el directorio están Eduardo Hochschild, Roberto Dañino y Dionisio Romero.

### **III. Descripción del contexto**

La mina Santa María de Moris, Chihuahua. Se basa en la extracción de metales preciosos como son el oro y la plata, mediante la recuperación de lixiviado en montones con cianuro sódico. Dicha mina presentaba 4 tajos, siendo El Crestón el de mayor volumen, seguidos de Eureka, San Luis y La Nopalera. Estos tajos consistían en explotar las vetas de fisura, encajonadas en rocas metasedimentarias de edad Jurásica-Cretácica y la mineralización presumiblemente del eoceno.

En esta fase el proyecto se basaba en la exploración para encontrar nuevas reservas, reactivar la mina y darle más años de vida. Esto era principalmente, conocer y buscar la geología adecuada para contener algún tipo de mineralización que en el pasado se explotaba y claro sin hacer de lado a rocas que pudieran ser potencialmente factibles a contener algún tipo de mineralogía propicia a ser explotada.

Esta red de sondeos, era llevada a cabo por una empresa perforadora, contratada por la empresa minera, la cual era Board Long Year. Para dar un blanco de sondeo, los geólogos se basaban en localizar ciertos sectores potencialmente favorables que conjugaran roca, alteración, estructuras y anomalías geoquímicas y geofísicas. Estos sondeos tenían una posición en el terreno, azimut, ángulo muy bajo, ya que lo que ellos buscaban se suponía que estaba en un horizonte conocido y profundidad que era del orden de 400 a 600 metros por lo general, claro que si cortaba lugares favorables se dejaba correr más.

Después de este paso, se proseguía a describir los núcleos donde se tomaban muestras de todo el barreno y se mandaban analizar, una parte al laboratorio de la misma mina y el otro resto a uno en la ciudad de Chihuahua. Por último, si las muestras contenían leyes positivas en oro y plata, se realizaba la cubicación, para tener un tonelaje con una ley y así saber si se seguirá con la exploración o explotación.

### III.1 Equipamiento e instalaciones

Las instalaciones de la empresa se localizan a 2 kilómetros al norte del municipio de Moris en Chihuahua, en ese punto se localiza el campamento que cuenta con 20 cuartos (Fig.2), comedor, gimnasio, sala de cómputo, salón de juegos y video, canchas de fútbol. En el sector de la mina, se cuenta con casetas de vigilancia, quebradora, patios de lixiviación, laboratorio, planta de procesamiento, oficinas generales, consultorio médico, almacén, taller mecánico, gasolinera, cuarto de núcleos.

El equipamiento consiste en maquinaria para extraer y remover tierra, perforadoras, carros, quebradora.



Figura 2. Fotografía mostrando los dormitorios y comedor de la mina. (Vista hacia el oeste).

## III.2 Normas de seguridad

El trabajo que se desarrolla al interior de una mina, ya sea en explotación o en exploración, son considerados de alto riesgo, por lo que es primordial que antes de ingresar a ellas se conozca las principales reglas de seguridad que se deben implementar en estos centros de trabajos, las cuales son las siguientes.

Primeramente las reglas del programa, se basan básicamente en tener una secuencia lógica en los trabajos.

➤ Equipo de protección personal.

-Usar casco, lentes y calzado industrial.

-Llevar chaleco reflejante, para ser visto por los operadores de diferentes maquinarias.

-Usar protección auditiva en lugares donde el ruido es muy fuerte.

-Tener guantes, identificación y respiradores contra partículas donde hay demasiado polvo en el aire.

➤ Planos de operación de mina.

Toda mina debe tener, por lo menos salidas alternas y rutas de evacuación, por tal motivo es importante conocer los planos de mina, para saber dónde y que tipo de instalaciones existen.

-Zonas minadas.

-Salidas y rutas de emergencias.

-Punto de reunión.

-Lugares del servicio médico y extinguidores.

#### **IV. Descripción del entorno. Físico, humano, cultural, económico, geográfico**

El municipio de Moris, es una comunidad alojada en la parte oeste del distrito minero de Ocampo, a una distancia de aproximadamente de 40 km en línea recta. Con 1200 habitantes aproximadamente y donde su economía principal es trabajando en la mina, en la extracción de oro de placer y en menor proporción la agricultura y ganadería.

En este municipio a escasos 3kilómetros al norte, se encuentra las instalaciones de campamento de la mina Santa María y 2 kilómetros hacia el norte, se encuentran las plantas de procesamiento mineral y oficinas, así como también los tajos, que se encuentran más alejados aun, inclusive el tajo la Nopalera está a 5 kilómetros de la planta de beneficio.

El desarrollo del proyecto de exploración, se llevó a cabo en un entorno social no muy apto para la exploración minera, ya que muchos de los ejidatarios y propietarios de las zonas aledañas a la mina, se negaban a cooperar para que su terreno fuera explorado, inclusive aun así, pagándoles por cada barreno que se daba en su terreno.

#### **V. Descripción de las tareas realizadas**

Durante el periodo comprendido entre Junio 2 y Agosto del 2012, se presenta la gran oportunidad de realizar las prácticas profesionales en el municipio de Moris, Chihuahua, en la mina Santa María de oro y plata, la tarea encomendada como una manera de seguir aprendiendo, aplicando los conocimientos y habilidades adquiridos a lo largo de la carrera de Licenciado en Geología en la Universidad de Sonora.

- Descripción de núcleos de roca, para comprender como se comportaba la mineralización económica a profundidad.

- Toma de muestras de las principales estructuras en el área.
- Realización de perfiles, considerando las rocas descritas en los barrenos.
- Cartografía de las principales unidades rocosas que afloran dentro de la zona mineralizada Santa María, así como también en interior de mina.

## V.1 Problemas atendidos

- Falta de personal capacitado para descripción de núcleos.

Este tipo de problema se presentó debido a los pocos geólogos con que contaba el proyecto, por tal motivo se me hizo la propuesta de realizar ese trabajo, y que consistía básicamente en describir núcleos de rocas, extraída a partir de la perforación de diamante. Con las clases llevadas en el Departamento de Geología en la Universidad, como son mineralogía, petrología, yacimientos y geología estructural, hicieron posible la descripción detallada de los barrenos (Fig.3), lo cual es una tarea muy importante para cualquier compañía, ya que de esta descripción depende el futuro de un proyecto, porque se puede estimar como, donde y cuanto mineral hay en la roca, las cuales son variables para definir, ley y tonelaje de la mina.



Figura 3. Fotografía mostrando la caja de núcleos de logueo.



- Dudas sobre donde se encuentra la mineralización.

Este punto fue muy importante, durante las prácticas, ya que en mi opinión era de suma importancia y responsabilidad para el “futuro” del proyecto. Este consistió en revisar todo el marco geológico, el logueo de barrenos, crear perfiles geológicos, y ver el tipo de mineralogía en que se presentaba la mineralización de oro y plata, todo esto fue de mucho estudio y observación ya que lo que se buscaba en esta fase de exploración era muy diferente a lo que se explotaba anteriormente. Al principio se explotaba directamente las vetas de cuarzo, en cambio ahora se trataba de buscar contactos con diferentes unidades receptoras, como son calizas y cuerpos intrusivos granodioríticos, los cuales mostraban un escenario geológico propicio, en lo que respecta a su mineralogía y alteración, para contener buena mineralización económica.

- Poco personal capacitado para la toma de muestras y preparación de las mismas.

Para la realización de este punto, se tenía que recurrir a un geólogo, pero los dos únicos geólogos con que contaba el proyecto no se daban abasto para realizar esta tarea, por tal motivo a los practicantes se les asignó esta labor, ya que como estudiantes de geología tenían el conocimiento sobre la toma de donde, como y porque se debe tomar una muestra de los barrenos. Este trabajo requiere tomar decisiones importantes, ya que cualquier error puede impactar en el cálculo correcto de la ley y tonelaje del proyecto. Definitivamente, siento que el conocimiento geológico adquirido en la carrera, fue determinante en la realización de esta tarea encomendada. Por otra parte, al no haber personal suficiente para la recopilación, acarreo, acomodamiento y fragmentación de las muestras de roca que se tenían que mandar a un laboratorio en la ciudad de Chihuahua, se optó por comisionarme para la realización de esta actividad, aunque esto se realizara en horas fuera del turno normal.

- Programar blancos de perforación.

Durante este tiempo, tanto el jefe del proyecto, como el geólogo de exploración y los practicantes, nos pusimos de acuerdo para la programación de donde dar los barrenos y con qué ángulo y azimut se debería de barrenar. Primeramente se observó en el mapa geológico las rocas favorables, estructuras, alteración, geoquímica y geofísica y que todos estos parámetros se conjugaran o bien gran parte de ellos.

A continuación se prosiguió a ir al campo, para ver dónde se habían elegido distintos puntos para barrenar y también definir si se contaba con caminos de acceso para la maquinaria, definir distancias de almacenamiento natural de agua para su acarreo y supervisión de la topografía, para el acomodo de dirección y ángulo del barreno. Claro que esta última iría en función de lo que cortara, pero ya para tener un pronóstico general de la profundidad.

➤ Personal de perforación trabajando pocas horas.

Este problema aunque no es estrictamente geológico, le compete a uno como geólogo, debido a que un geólogo encargado de la exploración, de investigación, de mina o del agua, alguna vez en su vida laboral tratara con personal que trabajen a su servicio o de operadores de diferentes maquinarias. Dicho problema se pudo solucionar en gran medida vigilándolos en sus labores, escribiendo bitácoras diarias de todo lo que hacían, inclusive hasta en el turno de noche, de cuánto tiempo trabajaban y cuanto descansaban. También corroborando y revisando los informes que ellos manejaban y enviaban a la oficina de geología. Así mismo se revisaba y se ordenaba el pago de acuerdo a la cantidad de horas trabajadas, así como el de suministrar las refacciones requeridas.

➤ Busca de agua para los lodos de perforación.

Este fue un problema primordial, ya que se tenía que suplir agua diariamente a las máquinas de barrenación, sobre todo en el mes de junio, donde se tiene una fuerte escases de agua, con muy poca precipitación de lluvia y que no permitía de

donde obtener el agua para la obtención de los lodos, que son primordiales para la perforación, ya que sin el líquido difícilmente podría haber avance y eso implicaba que se detuviera el proyecto en general durante ese mes. Este problema también se agravaba ya que se extraía el agua de los agujeros que usaba la gente en las rancharías para los animales y para propio consumo, después de días de extracción la gente observó que el agujero se estaba secando y por lo tanto prohibieron que se siguiera extrayendo.

También, la otra parte donde se extraía el agua era de represas de los rancheros que se utilizaba para el consumo del ganado, pero en este caso los dueños de esos represas vendían muy cara el agua a la empresa, por tal motivo se optó por la extracción mínima de agua, solo para mantener funcionando la máquina.

Para la solución a este caso, en el mes de julio empezaron las lluvias, por lo cual se optó por pensar en hacer diferentes represas (Fig.4). para captar la máxima precipitación y así no volver a tener problemas con el agua por lo menos durante la época de lluvias. En los lugares donde se pensó hacer las represas fueron los más cercanos a donde estuvieran las máquinas trabajando, aunque claro no importaba que estuvieran lejos siempre y cuando tuvieran una buena recarga hídrica estas represas.



Figura 4. Fotografía mostrando los represas, para contener el agua y usarla en las perforadoras.

- Busca de agua potable para la gente aledaña al sector de la mina.

Este problema también fue muy importante, ya que en épocas secas como es mayo y junio, es donde más se utiliza el agua, ya sea para consumo propio, así como para animales y riego de plantas. El problema aquí era que la gente aledaña a la mina quería sacar provecho de la empresa, ya que ellos eran los dueños del terreno y si no se cumplía lo que pedían, no permitían el acceso de personal minero a diferentes zonas controladas por ellos. Entonces el remedio que se tomó aquí, fue el de realizar perforaciones a un lado del cauce del arroyo Santa María, donde al terminar la perforación fuese muy probable de que saliera agua por el pozo y de ahí pudieran abastecerse la gente. Otra solución empleada fue la de también crearles represas para el consumo del ganado solamente.

- Realización de diversos caminos para crear acceso a los blancos de perforación.

Este no fue en si un problema tan grave, el cual se remedio de la siguiente manera. En todo proyecto de exploración y barrenación se tienen que crear caminos de acceso para las plantillas donde irán las máquinas de perforación, pero aquí lo que dificultaba la realización de dichos caminos era la topografía típica tan abrupta que se presente en la región de la Sierra Madre Occidental. Lo que se hizo, fue la construcción de los caminos, pero solo para subir la perforadora y ya estando instalada, se proseguía a realizar las fosas de los lodos más abajo en un terreno más plano, de ahí se proseguía a bombear el agua hasta la maquina con diferentes tipos de bombas y mangueras.

- Robo de rocas mineralizadas por parte de personas del municipio.

Por ultimo este suceso, de robo de minerales preciosos, puede ser significativo en una operación minera. La gente aledaña a la mina, al no haber trabajo en el municipio tenía que recurrir al robo de piedras, las cantidades que extraían ellos eran del orden de 10 kilos por persona, día y noche. Este suceso ocurría a diario y

se dio la tarea al departamento de geología, que en este caso era por obvias razones el que más tenía que ver con ese tema, de monitorear y dar rondines por toda la mina y en especial poner atención donde estaba la veta, así día y noche se encontraban gente, a las cuales solo se les quitaban las piedras que llevaban en sus espaldas. Esta táctica implementada redujo en parte este problema.

## **V.2 Beneficios generados**

El haber realizado mis prácticas profesionales en esta unidad minera trajo consigo:

- Poner en práctica y reforzar los conocimientos, competencias y habilidades aprendidas en la carrera, al integrarse en un ámbito profesional y laboral como es la minería.
- Desenvolvimiento en unidades receptoras y proyectos en concordancia con el perfil profesional, en este caso es el enfocado a la minería.
- Conocer la realidad social que me permitiera desarrollar la capacidad de análisis y ser propositivo ante las necesidades que se presentan cotidianamente.
- Vincularme con la realidad de mi área profesional, que me permitió darme a conocer como un profesional capacitado y con valores suficientes para cumplir con la responsabilidad social.
- Recibí asesoría y capacitación directa en la unidad receptora para el desarrollo de las actividades asignadas en la compañía.
- Saber dejar el orgullo de lado cuando no sabes alguna cosa y permitir asesoría académica para cumplir con las prácticas profesionales y por tal motivo acreditación satisfactoria de las mismas.
- El recibir apoyo económico que me ayudaron a cubrir gastos personales ocasionados por la realización de estas actividades.
- Enriquecimiento de mi currículum vitae, ya que las prácticas profesionales se consideran como experiencia laboral.

- Al concluir mis prácticas profesionales estoy más cerca de ser un profesionalista competitivo y reafirme mis valores para responder a las exigencias del ámbito laboral.

### **V.3 Análisis de la experiencia adquirida**

Las mejores experiencias que he tenido a lo largo de toda la carrera de Geología, sin duda fueron las prácticas profesionales, el aprendizaje, satisfacción y experiencia adquirida en la empresa minera, el saber cómo es el funcionamiento en sí de una planta industrial, tratar al personal que labora en tu entorno, fue de mucha ayuda, mayor de lo que esperaba, en la finalización de mi carrera y en futuros trabajos.

Asumí un compromiso personal que pudiera demostrar, aportar y claro aprender todo o gran parte lo que conlleva una etapa tan importante para una mina como es la fase de exploración. También el compromiso para con la empresa, el cual me permitiera desarrollar los distintos roles de manera correcta, responsable y ejecutando actividades y conocimientos adquiridos durante la etapa de formación académica, y hoy puedo decir que logre la mayor o gran parte de las responsabilidades que me fueron encargadas durante mi estancia como practicante de Geología en la mina.

### **V.4 Especificaciones**

Toma de decisiones de gran responsabilidad para cuando surge un problema tangible y cotidiano en una empresa.

- Trato directo con el personal que labora en diferentes zonas de la mina.
- Mejora en el trabajo individual y grupal para un fin en común.
- Mejoramiento del método de mapeo para exploración.
- Descripción de núcleos de rocas, sacar el porcentaje de recuperación y toma de muestras de los mismos.

- Crear secciones de los barrenos descritos y pasarlos a perfiles geológicos.
- Conocimiento de todo lo que conlleva el método de perforación. Cada parte de la máquina, tipos de barrenadoras, costos, manejo y calidad de perforación.
- Dar el azimut y ángulo a la barrenadora.
- Usar programa para archivar toda la descripción de la barrenación.
- Informes sobre avances del proyecto.
- Revisión de informes de avances sobre la perforación.

## **V.5 Del programa, su diseño, desarrollo y organización**

Durante las prácticas profesionales, para llevarse a cabo, se necesita haber cursado cierto número de créditos y materias, que sirvan para el desarrollo de las mismas, como es Geología Estructural, petrología de rocas ígneas, entre otras. Por tal motivo, dichas prácticas están diseñadas en función, de las necesidades de los estudiantes, para integrarse y darse cuenta de lo que sucede en el mundo laboral, de lo que es el ámbito minero principalmente.

En el desarrollo de ellas, se llevan una serie de pasos, desde trámites escolares, hasta con la empresa.

En el caso de proyectos mineros en la etapa de exploración, se presentan una lista de problemas, tanto en el desarrollo de actividades, como en lo económico, las cuales deben de superarse, ya que en esta etapa, se invierte fuerte cantidad de dinero, por tal motivo si los problemas no se resuelven adecuadamente o no se encuentra lo esperado, se corre un gran riesgo de perder lo invertido.

Por esto la organización, es la etapa fundamental para cualquier tipo de actividad, donde se pone en juego gran cantidad de dinero, como es el caso de la exploración y una forma de tratar de evitar cualquier problema en su desarrollo se deben establecer:

- Establecer diferentes departamentos, como son, geología, laboratorio, topografía, planta, entre otros. Cada uno de ellos tiene una función en

específico, y para lograr que todo fluya bien, se debe trabajar acoplados todos a la vez.

## **V.6 De los objetivos del programa: grado de consecución**

Principalmente, las actividades en el área de geología en la mina estaban designadas para los practicantes desde mucho tiempo antes de llegar a las instalaciones del proyecto. Al momento de integrarse en el rol de las tareas establecidas, se procedió a dar un recorrido por todas las instalaciones de la mina, para saber su importancia y funcionamiento. Conforme iba pasando el tiempo, se presentaban más problemas, de los que se tenían previstos. Por tal motivo, se decidió que los practicantes, se involucraran en más actividades, aunque no fueran del ámbito geológico y así saber más sobre todas las diferentes etapas y procesos que intervienen a lo largo de un proyecto minero en exploración.

## **V.7 La metodología utilizada**

Para todo tipo de trabajo, ya sea de construcción, industrial o como es en este caso la minería, se debe tener un plan de logística y del procesamiento, que se debe implementar en una etapa de exploración minera. Los puntos que se deben de realizar, como por ejemplo donde explorar, construcción de caminos, llegar a un acuerdo con los propietarios de los terrenos, etc. deben ser los más simples, sencillo, baratos posibles, claro sin dejar lagunas que puedan afectar al funcionamiento general del proyecto. Tampoco se pueden saltar pasos u omitirlos, ya que algunos son los importantes o de mayor jerarquía para el progreso del proyecto.

Es muy importante seguir una línea metodológica, como es que se busca, en cuanto tiempo se lograra, cuánto dinero se ocupará, por mencionar algunos. Todo esto es apoyándose en bases científicas, económicas, sociales y ambientales, ya que si alguna de estas no se toma en cuenta, podría repercutir directamente en los avances del proyecto y así hacer fracasar al mismo.



# **MINA SANTA MARIA DE MORIS.**



**HOCHSCHILD MINING, MEXICO, S.A. DE C.V.**

**Reporte profesional, sobre cartografía geológica del área mineralizada de Santa María de Moris.**



**Jesús Joel García López**

### **V.III Generalidades del área**

Los yacimientos epitermales en México, son de los depósitos minerales más explotados y por consiguiente de una fuerte importancia económica, debido a su gran distribución, su forma relativamente fácil de explotar y a la presencia de elementos preciosos, como son el oro y la plata principalmente. La mina de Santa María de Moris, corresponde a un depósito epitermal de baja sulfuración y se localiza en el municipio de Moris, Chihuahua. Este depósito se ubica dentro del trend de depósitos epitermales en el NW de México y se presenta rellenando fisuras, en forma de vetas de cuarzo, dentro de la provincia de la Sierra Madre Occidental.

#### **VIII.1 Geología**

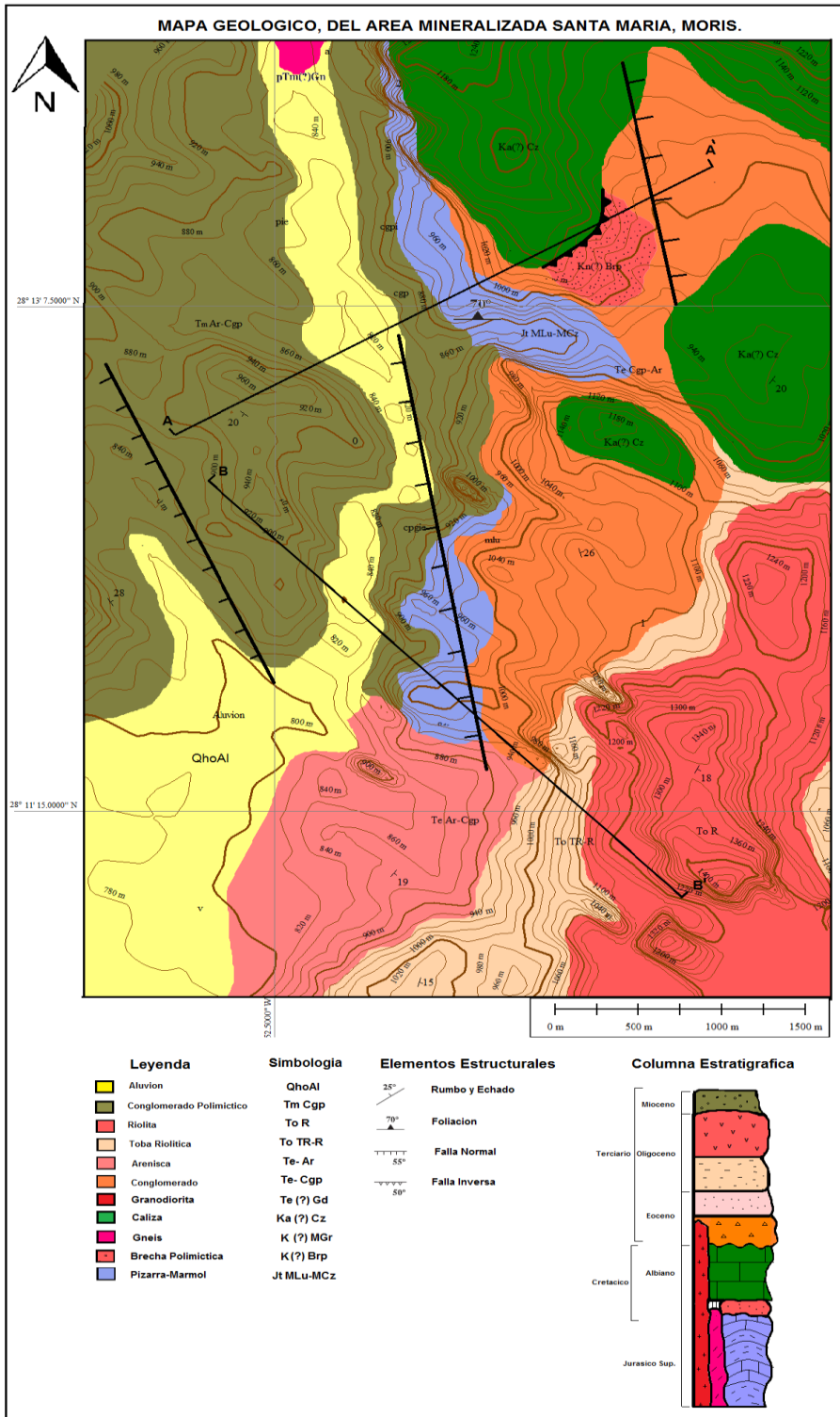
Respecto a la geología y tectónica de esta región, las rocas presentes tienen una edad que van desde el Jurásico hasta el reciente, con una fuerte presencia en esta región de Pizarras y Mármoles del Jurásico, las cuales fueron afectadas por metamorfismo regional y son las principales hospedantes de las más importantes estructuras mineralizadas, como es el caso de la principal veta Santa María. Las rocas Jurásicas, son sobreyacidas por Calizas del Cretácico, típicas de un ambiente de plataforma. En forma de cobertura, se tiene un Conglomerado Polimictico, compuesto por rocas volcánicas principalmente, de edad Eocénica, el cual en partes se presenta como contenedora de mineralización, como es en el caso de la veta Santa María en su parte superior y veta La Nopalera. Todas estas secuencias de rocas antes mencionadas, son intrucionadas por troncos y diques Granodioríticos, los cuales posiblemente tengan relación con la mineralización y la alteración hidrotermal que presenta el Conglomerado Polimictico. Coronando todas estas rocas, se presentan rocas del Oligoceno, que están conformadas por Areniscas intercaladas con Tobas, Tobas Riolíticas y en la cima Riolitas. En el Mioceno y debido a la etapa expansiva, se desarrollaron una serie de sierras y

valles, donde se incluye el graben de Moris, donde se tiene un Conglomerado Polimictico, producto de la erosión y relleno de estas cuencas.

A continuación se da una descripción de la geología del área mineralizada Santa María, que abarca un área de aproximadamente 4 km<sup>2</sup> a escala 1:1000, donde se llevó a cabo una cartografía, que se desarrolló durante mi tiempo en esta unidad minera, cabe señalar que dicha cartografía, se llevó a cabo principalmente a las afueras de los tajos y en las principales estructuras.

## VIII.2 Estratigrafía del área mineralizada Santa María de Moris

La geología de esta área, se llevó a cabo durante 2 meses, 2 semanas, apoyando en parte al equipo de exploración de la compañía minera, con el resultado final de un plano geológico que se muestra en la Fig. 5.



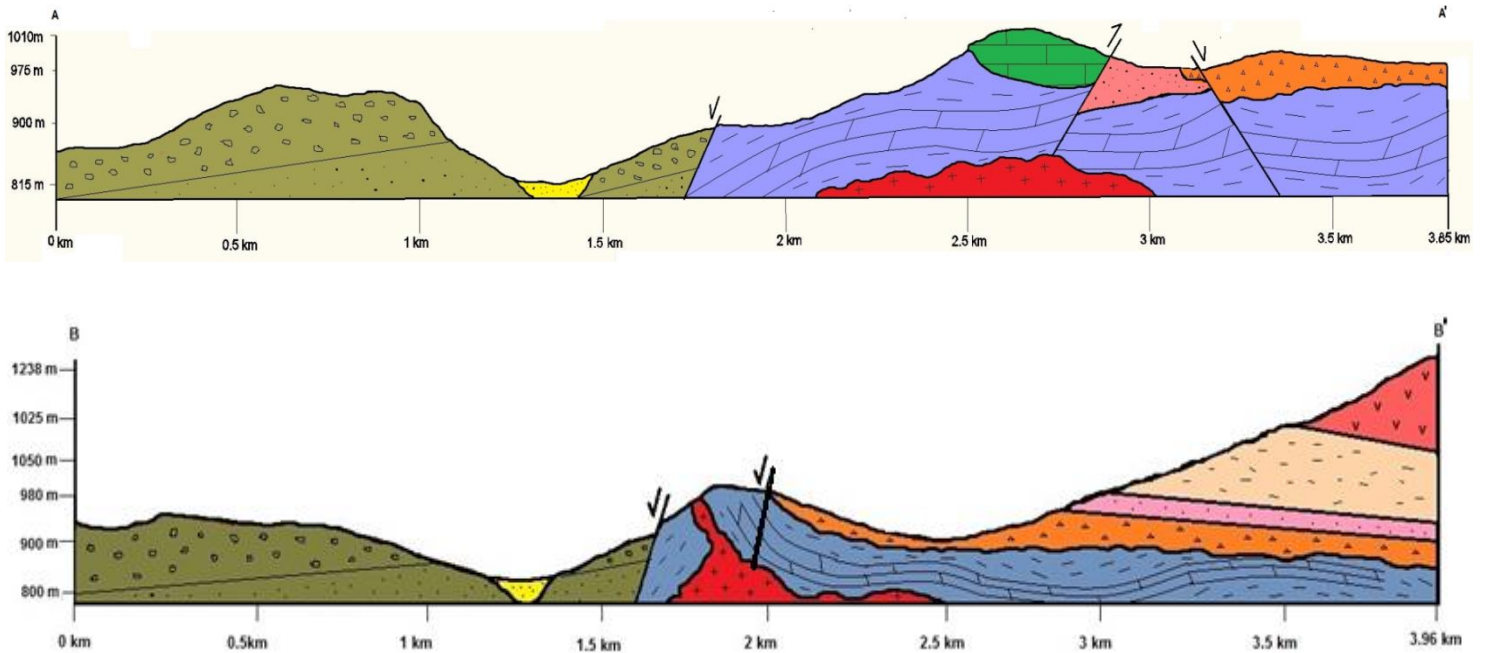


Figura 5. Mapa geológico, donde se muestra, las diferentes unidades y estructuras, su comportamiento y ubicación. También se aprecian 2 perfiles geológicos, los cuales muestran, como se comporta las rocas y estructuras a profundidad.

**A continuación se describe la geología de esta área, iniciando con las rocas más antiguas a las más recientes.**

### **Jurásico superior**

#### **➤ Pizarra-Mármol Jt MLu-MCz**

Esta secuencia de rocas afloran en la porción centro-norte del área cartografiada, propiamente en las inmediaciones del rancho La Nopalera, al norte del poblado de Moris, son rocas las más antiguas que afloran en esta región y se componen de una secuencia rítmica formada de Mármol y Pizarras carbonosas intercaladas (COREMI, 2003) (Fig.6). El contacto inferior de esta secuencia no se observa,

mientras que su contacto superior es discordante y le subyace una Brecha Polimíctica del Cretácico inferior.



Figura 6. Fotografía mostrando las intercalaciones de pizarras negras y grises. Las Pizarras negras, presentan una estratificación más delgada, debido a la presencia de carbón, que la hace más fisil, mientras que la Pizarra gris, es más compacta, debido a la presencia de sílice.

### **Cretácico inferior (?)**

#### **➤ Brecha Polimíctica. Kn(?) Brp**

Correspondiente a esta época, se tienen un depósito tipo clástico, polimíctico, caótico (Kn Brp), que aflora en las inmediaciones del arroyo que va de La Nopalera al rancho los Álamos. Se localizan en la porción sur del tajo la nopalera.

Esta unidad, se encuentran cubriendo en forma discordante y estructuralmente la unidad Jurásica descrita líneas arriba, y por la relación estratigráfica que guarda con respecto a la unidad de Pizarras y Mármoles, se le asigna a estas rocas una edad tentativa del Cretácico inferior, de acuerdo con el SGM.

## **Cretácico inferior (?)**

### **➤ Gneis Kn (?) MGr.**

Al norte de Moris, sobre el cauce del arroyo Santa María (Fig.4), aflora esta roca en forma de apófisis (Kn, MGr), foliado, de color amarillo y tonos rosas, debido a los ojos de feldespatos potásicos bien desarrollados, el cuarzo es de color blanco opaco. Debido a la relación que guarda con las Pizarras y Mármoles y con la Brecha Polimíctica, se le puede asignar una edad del Cretácico.

## **Cretácico (Albiano)**

### **➤ Caliza Ka (?) Cz**

Al norte de Moris, en las inmediaciones de La Nopalera, King Robert E., 1939, reporta una secuencia de Calizas de edad Cretácico (Ka,(?)Cz), correlacionables con la Formación Palmar, en el lado este de Sonora. Esta secuencia está conformada por Calizas, en partes silicificada, de color gris claro a blanco en superficie, con textura arenosa a sacaroide, con estratificación masiva a gruesa.

En las inmediaciones de La Nopalera, esta unidad cubre por contacto estructural a la unidad de Pizarras y Mármoles. Por la posición estratigráfica que guardan con respecto al Conglomerado Polimíctico, se le asigna una edad del Cretácico inferior (Albiano(?)) y posiblemente se correlacionan con calizas de plataforma arrecifales de la cuenca de Chihuahua y para Sonora con la Caliza Mural.

## **Terciario (Eoceno)**

### **➤ Granodiorita Te (?) Gd**

Esta unidad, está conformada por rocas de composición Granodiorita de grano medio, de tonalidades gris oscuro en superficie, mientras que en muestra fresca es de color verde claro, debido a la alteración propilitica, (Fig.7). Sus afloramientos

son variables, regularmente en forma de apófisis, uno de ellos se pudo observar en el tajo Eureka y en los barrenos dados en las zonas aledañas a la mina, donde se presentaba intrusionando a los depósitos del Jurásicos.



Figura 7. Fotografía mostrando la Granodiorita, la cual se da en un afloramiento de pocos metros en el rio Mayo, en ella también se puede apreciar diferentes tonalidades de color, que van de gris claro a oscuro, lo cual indica que este intrusivo tiene diferentes facies y alteraciones.

Las condiciones, geológicas y mineras, que presentan estas rocas, son de interés ya que en la porción oeste del distrito minero de Candameña, posiblemente estas intrusiones, tengan relación con la mineralización hospedada en las Andesitas.

### **Terciario (Eoceno)**

#### **➤ Conglomerado Polimictico y Areniscas Te-Cgp, y Te-Ar**

Otra unidad presente en esta región y que por sus características parece corresponder al Eoceno, está representada por Conglomerados Polimícticos, Areniscas, y Tobas Riolíticas en su parte superior, sus fragmentos constan de cuarcitas, esquistos y en menor cantidad de rocas volcánicas (Fig.8). En la mina Santa María, estos conglomerados se observan caóticos, debido al fallamiento normal y fracturamiento que lo afecta.





Figura 8. Fotografía, donde se muestra el Conglomerado Polimictico, que descansa discordantemente sobre la unidad del jurásico. En él, se puede observar coloraciones características, debido a la alteración por oxidación y argilización.

Esta unida es de interés, ya que en las inmediaciones de la mina Santa María presenta alteración hidrotermal, del tipo epidotización, argilizacion y silicificación y (Fig.9) alojan una veta de cuarzo con mineralización de oro.



Figura 9. Fotografía mostrando el Conglomerado con alteración argilica en zonas cercanas a la superficie y en fracturas, debido a la circulación de las aguas meteóricas.

Encima del conglomerado y de manera transicional se tiene una Arenisca (Te-Ar) de color rojo a café, de grano grueso, hacia su cima se encuentran niveles delgados de Tobas Riolíticas.

### **Terciario (Oligoceno)**

#### **➤ Riolitas To R**

Descansando sobre la secuencia de areniscas descritas líneas arriba (Te-Ar), se tienen depósitos de Tobas Riolíticas que conforman o estructuran parte de la Sierra Madre Occidental y que pertenecen al Grupo Volcánico Superior (McDowell y Clabough, 1979). Estas rocas tienen sus mejores afloramientos, en la porción noreste y este de la mina, conformando relieve de mesetas.

Encima de este paquete de Tobas, y descansando de manera concordante se encuentran una serie de flujos volcánicos, representadas por Riolitas que conforman parte de la Sierra Madre Occidental y que pertenecen al Grupo Volcánico Superior (McDowell F.W., Clabough S.E., 1979). En afloramiento, son de color rosa, gris claro, con estructura compacta a masiva, en ocasiones de flujo y textura granular a porfídica (Fig. 10).

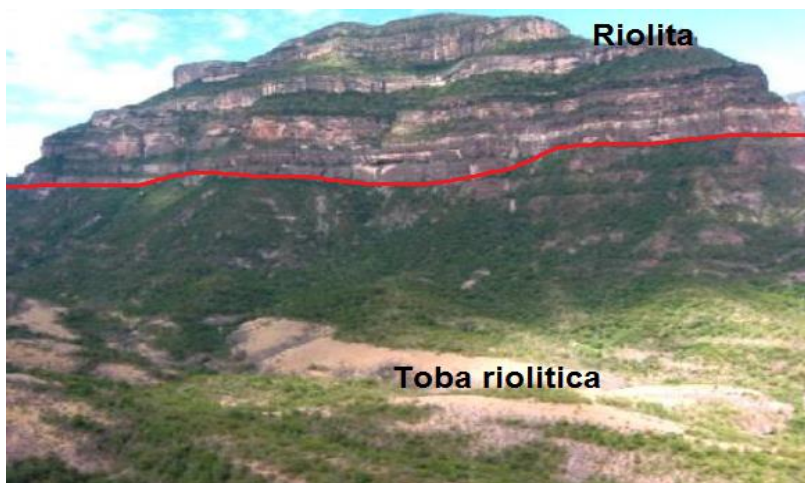


Figura10. Fotografía de la Toba Riolítica, se observa desde la base hasta la mitad del cerro Sebastopol, es una toba porosa, de baja densidad, respecto a la Riolita que la sobreyace.

## Terciario (Mioceno)

### ➤ Conglomerado Polimíctico Tm Cgp

El Mioceno, en esta región está representada por un Conglomerado Polimíctico, color gris a café claro, generalmente se encuentra mal estratificado, la composición de sus fragmentos es muy heterogénea, que van desde Riolitas, Tobas, Basaltos y Andesitas, soportados por una matriz arenosa, bien compactado (Fig.11).



Figura 11. Fotografía, donde se muestra el aspecto caótico del conglomerado (vista al oeste).

### VIII.3 Mineralización en el área Santa María

Dentro del área de Santa María, se tiene algunas zonas con presencia de mineralización: La Nopalera I, se presenta como una brecha de rocas volcánicas, cementados por cuarzo, con un rumbo a N 25° E con echados de 67° al NW, con un espesor es de 0.6 a 1.5 m y no se observa un corrimiento formal de la estructuras.

La estructura con mayor longitud corresponde a la veta Santa María I, aflora en 3000 m aproximadamente, a lo largo del arroyo Santa María (Fig.12), sin embargo la zona conocida de valores positivos de oro, es de 1,350 m (Valencia G.V. (2001)) con un espesor de 12 m.

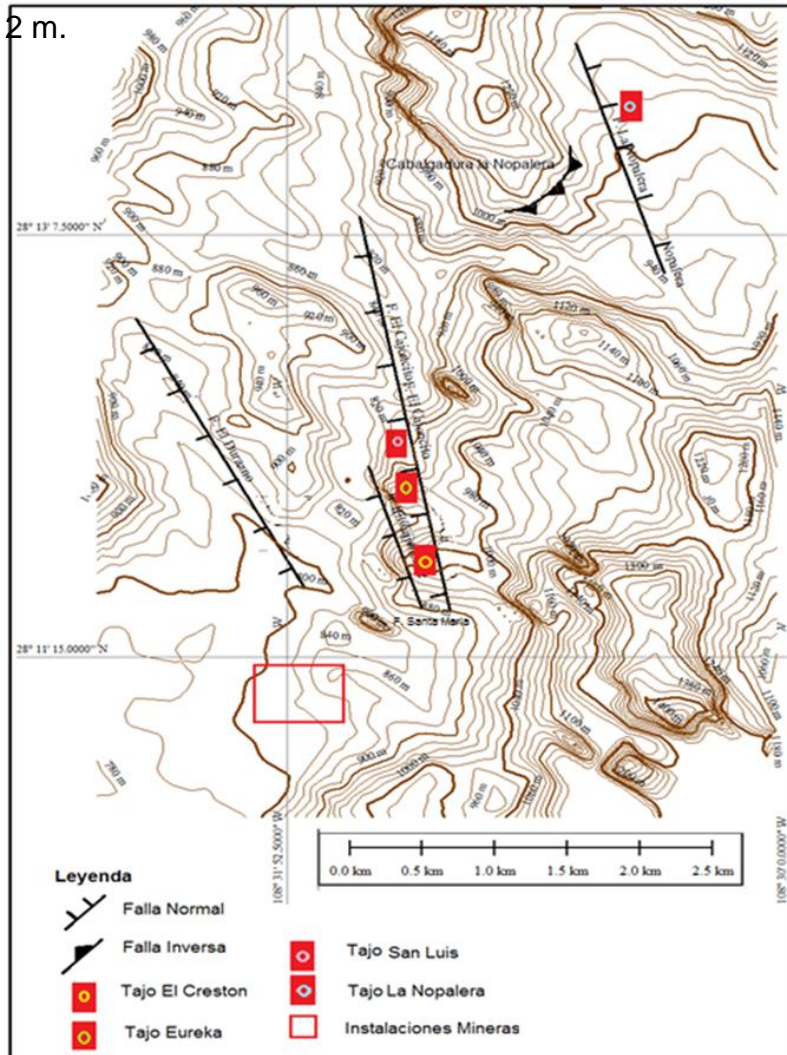


Figura 12. Mapa donde se muestra los tajos de la mina Santa María.

La mineralización en el área, está presente en los óxidos de hierro constituidos por limonita, estos fantasmas de pirita, se encuentran diseminados dentro de la veta aleatoriamente y en muy pequeñas proporciones, el único sulfuro que no se encuentra alterado en la estructura es la pirita, el oro nativo se presenta como granos 0.1 a 1 mm, estos granos son embebidos en las porciones exteriores de los cubos de pirita u ocupando microfracturas dentro de la pirita oxidada. La alteración predominante hacia la veta es silicificación y oxidación, dentro del Conglomerado se observa oxidación, mientras que en la Riolita es argilización.



Figura 13. Fotografías mostrando 3 tajos de los 4, de la zona mineralizada Santa María. A). Tajo Crestón, B). Tajo Eureka y C) Tajo La Nopalera (todas las fotos son vista al sur) (Fig.13,13A,13B,13C).

## **VIX. Conclusión**

La práctica académica ha brindado muchas herramientas y ha sido fuente inspiradora para estructurar mi futuro.

Me pareció muy enriquecedora la experiencia ya que de esta forma estoy más enterado de lo que el mundo laboral espera de mi como profesional y eso me va a ayudar a tomar mejores decisiones.

Conocer los diversos sectores en los que se puede desempeñar un profesional de determinada área, darse cuenta de qué tan hábil se es o no en el ejercicio de funciones específicas y el grado de satisfacción experimentado al desempeñar ciertas actividades, permite configurar criterios importantes que impulsan la toma de decisiones fundamentales y orientan el curso de un proyecto de vida. Pero más relevante aún es que la práctica constituye el primer acercamiento a aquello que significa ser profesional.

Durante la práctica, es muy importante la destreza para aprender sobre varios temas, cosa que se hace constantemente en la universidad. Creo que la diferencia con la práctica, es que definitivamente lo lleva a uno a contextualizar todo el mundo de ideas que se han visto en la carrera. La universidad sirve, pero no lo es todo.

La práctica, no sólo en el ambiente laboral sino en el personal. Conocer nuevos ambientes, personas y estilos de vida, ayuda a convertirte en una persona tolerante y con capacidad de adaptarte a situaciones nuevas y complejas. Me siento satisfecho con mi aprendizaje laboral, en el sentido de que aplicar en la realidad lo que aprendes en la Universidad te da la satisfacción de que no has perdido el tiempo. Finalmente, esta práctica me ha ayudado a darme cuenta de que no me equivoqué al escoger la carrera que estoy estudiando.

Considero que a partir de ahora hay una mayor conciencia de la importancia del conocimiento aplicable. Es decir, me parece que esta experiencia de práctica me

ha llevado a distinguir con una mayor claridad el conocimiento útil del conocimiento inútil en lo que respecta a la realización de un trabajo práctico.

Es importante resaltar que la práctica ha sido un "aterrizaje" completo. Me he dado cuenta que las herramientas más valiosas que he recibido en la Universidad ha sido la capacidad crítica y de análisis.

Es el contexto el que le otorga una razón de ser al conocimiento. En otras palabras, la utilidad de un saber se encuentra estrechamente relacionada con qué tanto permite dar respuesta a las necesidades presentes en el sector externo, llámese empresa pública o privada. Dentro de este orden de ideas la práctica se convierte en una experiencia única de formación en un doble sentido: por una parte le facilita a los estudiantes "elegir" áreas de profundización que le permitan contar con herramientas precisas para dar respuesta a las demandas de diversos sectores, por otra, da cuenta del sentido de la formación brindada en la universidad para el desarrollo de determinado sector.

Si bien las prácticas son por definición experiencias invaluable de formación y de proyección a corto y largo plazo, constituyendo además una herramienta fundamental para identificar la correspondencia entre la academia y la sociedad.

## X. Sugerencias

- Las prácticas deben de realizarse en semestres más avanzados, ya que en el semestre que están propuestas, no se llevan materias decisivas para desarrollar al cien por ciento las tareas encomendadas en alguna empresa.
- Implementación de prácticas especializadas, en minería, agua, petróleo y ambiental.
- Proponer que se ponga mayor énfasis en la enseñanza sobre algún tipo de software básico impartido en algunas materias, ya sea AutoCAD, ArcMap o Surfer.
- Impartir más materias, referente a la operación minera, ya sea métodos de mapear en interior mina, formas de explotación y procesamiento mineral.
- Que se realice algún tipo de pláticas, donde se muestre alguna idea general sobre cuanto se debe cobrar en algunos de los trabajos que realiza el geólogo.
- Que el departamento de Geología, trate de buscar más opciones de empresas y lugares, para que los alumnos no se queden sin realizar sus prácticas en el tiempo establecido y así evitar que ellos mismos busquen y se vayan sin realizar los trámites correspondientes.
- Impartir clases por separado de petrología y petrografía.
- Algunas de las materias optativas deberían de considerar para ser obligatorias, ya que algunas son esenciales para el trabajo de un geólogo.



## Bibliografía

- Carta Geológica Minera, Moris H12-D88 Estado de Chihuahua, 2006 Servicio Geológico Mexicano, Escala 1:50,000.
- Roger, Aroni.Barrios, Francisco A. Paz-Moreno, Ricardo Amaya-Martínez. Estudio petrogenético del yacimiento Santa María de Moris, sw del distrito minero de Chihuahua, México.
- Datos generales del proyecto y estudio de impacto ambiental. Semarnat.gob.mx.
- Propiedades de la mina. <http://mexico.infomine.com/>
- Desarrollo económico del Estado de Chihuahua. <http://www.desec.org.mx/>
- Minera de México. <https://camimex.org.mx>
- Empresa Hochschild Mining. <http://www.hochschildmining.com/>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Hochschild\\_Mining](http://es.wikipedia.org/wiki/Hochschild_Mining)