

UNIVERSIDAD DE SONORA

DIVISIÓN DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA



Memoria de prácticas profesionales Mina El Sauzal

MEMORIA DE PRACTICAS PROFESIONALES

Que para obtener el título de

GEÓLOGO

Presenta:

Jorge López Ulloa

Hermosillo, Sonora, Junio de 2014

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

Índice

I. Introducción.....	1
1.1 Información general de la empresa.....	1
1.2 Actividades de la empresa	1
1.3 Área y departamento de las prácticas.	1
2. Descripción del contexto, actividades realizadas y análisis de conocimientos/habilidades en función del plan de estudios.....	8
2.1 Contexto: El Sauzal - Visión general y puntos destacados de las operaciones.....	8
2.2 Descripción detallada de las actividades realizadas.....	9
2.3 Análisis de conocimientos/habilidades en función del plan de estudios	11
3. Conclusiones y Recomendaciones.....	16
3.1 Conclusiones	16
3.2 Recomendaciones.....	18
Anexo A.....	19

1. Introducción.

1.1. Información general de la empresa

Goldcorp es la empresa canadiense, productora de oro senior, de más rápido crecimiento del mundo, con operaciones y proyectos de desarrollo localizados en jurisdicciones políticamente estables en distintos puntos del continente americano. Su sólida cartera de proyectos está posicionada para crecer en forma sostenida y a largo plazo.

La empresa tiene su sede en Vancouver, Columbia Británica, y emplea a más de 14,000 personas en todo el mundo. La compañía está comprometida con prácticas mineras responsables y está en una muy buena posición para demostrar un rendimiento y un crecimiento sostenibles y destacados en la industria.

Para alcanzar sus objetivos, Goldcorp permanece concentrado en cinco atributos clave: crecimiento, bajos costos de efectivo, mantener un sólido estado de cuentas, operar en regiones con bajo riesgo político y manejar sus negocios de manera responsable.

1.2. Actividades de la empresa.

Las actividades de la empresa van desde la exploración hasta la explotación de yacimientos minerales de oro. Actualmente los activos de operación de Goldcorp incluyen cinco minas en Canadá y los Estados Unidos, tres minas en México y dos más en Centro y Sudamérica. Goldcorp también tiene una sólida cartera de proyectos, incluyendo el proyecto Cerro Negro en Argentina, el proyecto de oro Éléonore en Quebec, Canadá, el proyecto Cochenour en Ontario, Canadá, el proyecto El Morro (70% de interés) en Chile y el proyecto Pueblo Viejo (40% de interés) en la República Dominicana.

1.3. Área y departamento de las prácticas.

Uno de los principales retos de las instituciones de educación superior (IES) es hacer posible que los procesos de enseñanza–aprendizaje emprendidos garanticen el logro de los diferentes perfiles de egreso definidos en cada uno de los programas académicos ofertados. Estas circunstancias han obligado a las Instituciones a emprender procesos de profundas reformas en los diferentes ámbitos institucionales. La Universidad de Sonora se ha mantenido atenta a estos cambios y ha estado a la vanguardia de las IES en México en varios aspectos de la modernización de la educación superior.

La Universidad de Sonora establece para la carrera de Licenciado en Geología los siguientes aspectos:

- Que el objetivo general del nuevo plan de estudios de la Licenciatura en Geología de la Universidad de Sonora es: *“formar a un geólogo generalista, con sólidos conocimientos de la petrología, mineralogía, estratigrafía y tectónica, a la vez de un acentuado dominio de la cartografía geológica y una visión general de las áreas de aplicación. Además de contar con la opción de un conocimiento profundo en algún área de la geología aplicada (Geología Económica, Hidrogeología y Geología ambiental)”*.

Con un perfil de egreso que el estudiante debe tener al concluir sus estudios y descrito en la página de la Universidad de Sonora (www.uson.mx) textualmente como sigue:

- Una visión adecuada y una comprensión de las propiedades y estructura de la Tierra y de los procesos exógenos y endógenos que se llevan a cabo en ésta.
- Un conocimiento apropiado de los procesos de formación de los materiales geológicos, de la estructura, composición y clasificación de los minerales y rocas, de los principios de la estratigrafía y paleontología, de la escala del tiempo geológico y de los resultados de la deformación, el magmatismo y el metamorfismo.
- Un conocimiento apropiado de los procesos actuales y de su influencia en el modelado de la superficie de la Tierra, que lo lleven a adquirir la capacidad de llevar a cabo una cartografía geológica a diferentes escalas y con diferentes fines.
- Un conocimiento suficiente para poder desarrollarse en algún área de la geología aplicada y/o la investigación geológica.

Asimismo debe ser capaz de:

- Definir un problema geológico y plantear e implementar una estrategia adecuada para su solución.
- Aplicar métodos cuantitativos sencillos, esto es, traducir un problema práctico en un modelo matemático.
- Recoger datos e información de forma sistematizada (observación de campo, muestreo, fotografía aérea, imagen de satélite, etc.) a partir de

problemas geológicos bien definidos. Recoger, almacenar e interpretar estos datos en elementos cartográficos (mapas y perfiles geológicos), otras bases de datos e informes.

- Aplicar las técnicas analíticas más comunes en Geología.
- Utilizar programas informáticos (procesamiento de texto, hojas de cálculo, programas gráficos, etc.).
- Comprender textos geológicos, resumirlos y exponerlos oralmente.
- Trabajar en forma independiente y en equipo.
- Valorar el significado, la aplicación potencial y las responsabilidades de la Geología en distintos ámbitos: la ciencia, la sociedad y la práctica profesional.
- Decidir su futuro profesional.

Además tendrá las siguientes cualidades:

a) Conocimiento

- La visión en cuatro dimensiones (conciencia y comprensión de los procesos terrestres en sus dimensiones espaciales y temporales).
- La capacidad de integrar evidencias de campo y laboratorio con la teoría siguiendo una secuencia que va de la observación al reconocimiento, síntesis y modelado.
- Una mayor conciencia de los procesos medioambientales que se desarrollan en nuestro propio tiempo.
- Una comprensión más profunda de la necesidad de combinar la explotación y conservación de los recursos de la Tierra.

b) Habilidad

- Reconocer y utilizar teorías, paradigmas, conceptos y principios de la disciplina.
- Analizar, sintetizar y resumir información de manera crítica.
- Recoger e integrar diversos tipos de datos y observaciones con el fin de comprobar hipótesis.

- Aplicar conocimientos para abordar problemas usuales o desconocidos.
- Recoger, almacenar y analizar datos utilizando las técnicas adecuadas de campo y laboratorio.
- Llevar a cabo el trabajo de campo y laboratorio de manera responsable y segura, prestando la debida atención a la evaluación de riesgos, los derechos de acceso, la legislación sobre salud y seguridad, y el impacto del mismo en el medio ambiente.
- Reseñar la bibliografía utilizada en los trabajos de forma adecuada.
- Comprender y utilizar diversas fuentes de información.
- Transmitir adecuadamente la información de forma escrita, verbal y gráfica para diversos tipos de audiencias.
- Valorar los problemas de selección de muestras, exactitud, precisión e incertidumbre durante la colecta, registro y análisis de datos de campo y de laboratorio.
- Preparar, procesar, interpretar y presentar datos usando técnicas cuantitativas y cualitativas adecuadas, así como los programas informáticos apropiados.
- Utilizar internet de manera crítica como herramienta de comunicación y fuente de información.

c) Actitudes y valores

- Valorar la necesidad de integridad intelectual y de los códigos de conducta profesionales.
- Identificar objetivos y responsabilidades individuales y colectivos y actuar en forma adecuada en estos roles.
- Reconocer los puntos de vista y opiniones de los otros miembros del equipo.
- Desarrollar las destrezas necesarias para ser autónomo y para el aprendizaje continuo a lo largo de toda la vida: autodisciplina, autodirección, trabajo independiente, gestión de tiempo y destrezas de organización.
- Identificar objetivos para el desarrollo personal, académico y profesional y trabajar para conseguirlos.

- Desarrollar un método de estudio y trabajo adaptable y flexible.

Como un instrumento de apoyo a la formación de los estudiantes de Geología de la Universidad de Sonora, el programa de prácticas profesionales se propone como objetivo general consolidar la formación profesional de los estudiantes a través de modalidades de aprendizaje que les permitan desarrollar competencias profesionales en contextos laborales vinculados estrechamente con su formación, como recurso didáctico que integre los conocimientos, habilidades y aptitudes adquiridos en el aula. Debido a que el nuevo modelo curricular se centra en la adquisición de habilidades y autoaprendizaje de los estudiantes, siendo el profesor un facilitador, es sumamente importante la realización de prácticas que refuercen los conocimientos aprendidos en el aula y permitan adquirir o mejorar habilidades del que hacer geológico. En este sentido el programa de prácticas profesionales del Departamento de Geología busca cumplir la función fundamental de preparar al estudiante para su integración al mercado laboral y representa una oportunidad para realizar una autoevaluación de la formación académica en la carrera. La realización de un documento que contenga las memorias de prácticas profesionales permite a su vez, un análisis del desempeño en el mercado laboral, un autoanálisis de las competencias y habilidades adquiridas, y la presentación organizada de dicha información.

Como parte de las acciones y tareas a realizar con el fin de hacer realidad los propósitos arriba mencionados, la Universidad, en su Plan de Desarrollo Institucional 2005-2009, incluye como programa estratégico el de prácticas profesionales, en el cual se describen los objetivos, líneas de acción y metas a corto, mediano y largo plazo.

El Plan de Desarrollo Institucional define varias líneas de acción y metas relativas al programa de prácticas profesionales y las políticas, lineamientos y mecanismos institucionales para su realización y su incorporación a los planes de estudio, a través de actividades con valor curricular desarrolladas mediante convenios con empresas y organismos de los sectores público y privado, organizaciones no gubernamentales y asociaciones civiles.

Las prácticas profesionales en el Departamento de Geología son iguales a las estipuladas en el reglamento de la Universidad de Sonora, nada más que dependiendo del plan de estudios de la licenciatura cambian los requisitos para realizarse. En el Departamento de Geología, según el acta No. 258 del Consejo de

la División de Ciencias Exactas y Naturales, el único requisito para que un estudiante de Geología pueda realizar sus prácticas es haber cursado la materia de Geología Estructural que se imparte en el sexto semestre del plan de estudios y a partir de haber cursado esta materia o del séptimo semestre se pueden llevar a cabo las prácticas profesionales. En este documento se presenta un análisis a partir de la currícula del Plan de Estudios actual, de la pertinencia de contar solo con este curso como requisito para la realización de las prácticas o si en el caso particular de este trabajo, es importante contar con otro tipo de habilidades y conocimientos.

En este documento se describe la experiencia de prácticas profesionales en la Compañía Goldcorp, en particular en el proyecto El Sauzal en el área de Geología de Mina considerando lo siguiente:

- (i) Que la realización de las prácticas profesionales se realizó al concluir el octavo semestre y habiendo cumplido el requisito de aprobar Geología Estructural.
- (ii) Que Goldcorp es una compañía que se interesa en preparar profesionistas, y que cuenta con un programa en el cual tienen convenio con las universidades para recibir estudiantes y prepararlos para el ámbito laboral de la compañía. Se seleccionó Goldcorp porque fomenta en los practicantes el realizar un proyecto en su estancia de prácticas profesionales para que en este pueden desenvolverse con la ayuda de sus supervisores en el trabajo, el presentar la información de manera organizada, mediante un documento escrito y exposición ante los supervisores y directivos de la empresa buscando que la visión de estudiantes sobre problemas geológicos pueda contribuir en mejoras a la operación de la compañía.
- (iii) Que al ser la minería y la exploración minera una industria de mayor crecimiento y actividad para geólogos, es una oportunidad para mejorar y/o adquirir habilidad y conocimientos que contribuyan a una mejor inserción en el mercado laboral.

Los detalles del proyecto y el documento presentado ante los directivos de Goldcorp se presentan en el anexo A.

2. Descripción del contexto, actividades realizadas y análisis de conocimientos/habilidades en función del plan de estudios.

2.1 Contexto: El Sauzal - Visión general y puntos destacados de las operaciones

Localizada en el estado de Chihuahua, en México (Figura 1), la mina El Sauzal ha sido un productor de oro confiable y a bajo costo, así como una base importante para las operaciones de Goldcorp en México. Esta mina se acerca al final de su ciclo de vida, se estima un período de operación de un año, a la fecha de la realización de las prácticas, posiblemente extendiéndose a otro más. Los esfuerzos de exploración se concentran en identificar nuevas reservas de oro para extender la vida de la mina más allá del 2014.

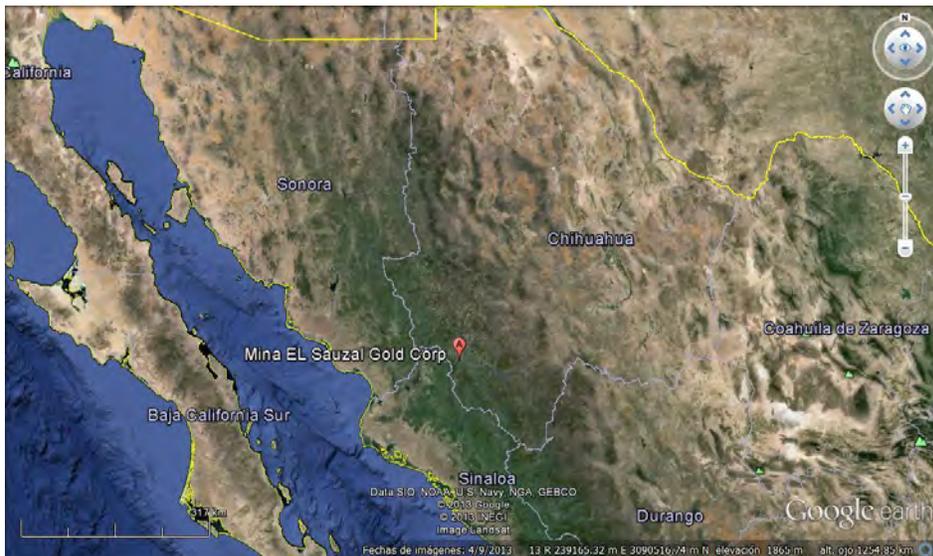


Figura 1. Localización de la mina El Sauzal.

El método de minado es a cielo abierto con operación de molienda convencional. Las reservas probadas y probables son de 260.000 onzas de oro al 31 de diciembre de 2011, y tuvo una producción de oro de 100.500 onzas en 2011, con una producción prevista de aproximadamente 80.000 onzas en 2012 y una

plantilla laboral de alrededor de 500 personas. Durante su vida de mina, El Sauzal ha producido más de 1.5 millones de onzas de oro a muy bajos costos de efectivo.

Se espera que el tajo Trini proporcione más de 218.000 onzas de oro en dos fases. El permiso ambiental para la primera etapa de la explotación del tajo Trini se recibió en el tercer trimestre de 2011. La exploración por reservas potenciales continúa en las zonas circundantes.

2.2. Descripción detallada de las actividades realizadas

Se realizó la práctica profesional en el puesto de Geólogo de Mina, bajo la supervisión del M.C. Luis Carlos Valenzuela, en el Proyecto Mapeo 1:2500 de El Sauzal. El Plan de Trabajo que se siguió se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Cronograma de actividades realizadas en las Prácticas Profesionales.

Actividades	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Cartografía a detalle 1:2500				
Logueo de núcleos				
Recolección de datos bibliográficos				
Inspección del tajo				
Ore control				
Levantamiento topográfico				
Mapeo de Tajo				
Cursos				

Cartografía a detalle 1.2500: La cartografía a detalle fue la actividad más importante para la realización del proyecto ya que esta se dio casi todos los días de las primeras tres semanas, en esta etapa se realizó el levantamiento geológico estructural de la mina para poder generar un mapa geológico-estructural, para esto cada día se vaciaban los datos en un mapa topográfico físico de la mina el cual después fue digitalizado, además de vaciarse en una base de datos. Para esta actividad trabajé bajo la supervisión del M.C. Luis Carlos Valenzuela que desempeña un cargo de jefe de Servicios Técnicos de la mina.

Logeo de núcleos: El logeo se dio durante 2 días ya que en el área que estaba asignado para las prácticas no correspondía este tipo de trabajos, pero a partir de mi solicitud para aprender a hacer esto, tuve la oportunidad de trabajar 2 días en el logeo de núcleos de la mina El Sauzal en el área de geología de exploración bajo la supervisión y asesoría del geólogo Alfonso Ornelas.

Recolección de datos bibliográficos: Para poder definir un marco teórico de trabajo, así como entender y conocer sobre la zona de estudio, se realizó una búsqueda bibliográfica y una revisión documental del material generado los geólogos de la mina. Para esto se utilizaron como recursos principales la búsqueda por internet, la consulta de planos y la comunicación verbal de los geólogos con los que trabajé.

Inspección del tajo: La inspección del tajo se dio todos los días en la mañana y en la tarde, esto se realiza con el fin de que la información acerca del minado, la extracción del material y las reservas de dicho material (stocks) estén al día para asegurar un óptimo desarrollo. Esta actividad la hacía con los geólogos de mina Julián Luzanilla, Silver Valdez o el M.C. Luis Carlos Valenzuela.

Ore control: El ore control es la función esencial del geólogo de mina ya que en esta actividad aprendí a cómo controlar la producción de oro, el minado y la extracción de material dependiendo de las leyes que tenga el material. El ore control se realiza todos los días en la mina pero para poder realizarlo se ocupa de varios días de capacitación para poder aprenderlo; lo primero que se debe saber para realizarlo es checar y controlar el material extraído por día, cuanto de ese material es mena y cuanto es ganga, cuanto material fue a dar a las reservas, con que ley cuenta ese material y que cantidad y de que ley se va a mandar procesar a la planta, después de eso con los barrenos previamente hechos y analizados del tajo de los días anteriores se hace un modelo en base a la ley que presentaron estos barrenos, el modelo es realizado en programa Minesight y en base a este modelo se hace la operación de la mina del siguiente día. En esta actividad mis

supervisores eran los geólogos de mina Julián Luzanilla, Silver Valdez o el M.C. Luis Carlos Valenzuela.

Levantamiento topográfico: La topografía es una parte muy importante en la mina ya que con esta se tienen mucho control de las actividades en la mina, lo principal de esta actividad es el levantamiento topográfico del tajo, esta actividad la realice durante 2 días con el fin de aprender cómo se realiza este trabajo técnico fácil de hacer.

Cursos: En mi estancia en la mina se realizaron varios cursos relacionados al área de geología en especial a los yacimientos minerales, fueron un total de 3 cursos de duración de 2 días y se realizó uno por cada semana de mi estancia en las prácticas; los cursos que llevé fueron los siguientes en orden: Geología Estructural (Dr. Thierry Calmus, Instituto de Geología, Estación Regional del Noroeste, Universidad Nacional Autónoma de México), Yacimientos minerales (Dr. Lucas Ochoa, Departamento de Geología, Universidad de Sonora) y pórfidos cupríferos (Dr. Martin Valencia, Instituto de Geología, Estación Regional del Noroeste, Universidad Nacional Autónoma de México).

Descripción del Proyecto. Esta sección se explica en el Anexo A, que se presentó como documento impreso y presentación oral.

2.3. Análisis de conocimientos/habilidades en función del plan de estudios.

En esta sección se muestra en la Figura 2 la estructura curricular del plan de estudios. Es esta figura se resaltan los cinco ejes de la carrera que son:

(A) Eje de Formación Común:

Lo conforman experiencias de aprendizaje comunes a todos los programas de licenciatura de la universidad y su propósito es, principalmente, de carácter formativo: estimular el desarrollo de conocimientos, habilidades, actitudes y hábitos de carácter metodológico, instrumental, contextual y ético. Las experiencias de aprendizaje de este eje guardan relación entre sí en tanto que comparten el propósito de sentar las bases para que los estudiantes desarrollen la capacidad de autoaprendizaje durante sus estudios de licenciatura. Las materias incluidas dentro del Eje de Formación Común son: Estrategias para Aprender a Aprender, Introducción a las Nuevas Tecnologías de la Comunicación y la Información, Ética y Desarrollo Profesional y Características de la Sociedad Actual.

(B) Eje de Formación Básica:

Las materias de este eje (Eje Divisional e Interdivisional) aportan los conceptos, conocimientos y habilidades básicas comunes a varias áreas o disciplinas; con ello se inicia la adquisición de un conocimiento profundo sobre la(s) disciplina(s) relacionada(s) con el programa. También colaboran en el desarrollo de un profesionalista con una perspectiva interdisciplinaria, ya que se comparten experiencias de aprendizaje con alumnos y profesores de diferentes disciplinas afines. Además, este grupo debe incluir asignaturas que proporcionen las actitudes de trabajo esenciales para el correcto abordaje de problemas en la futura profesión, fortaleciendo el enfoque multidisciplinario. La mayoría de las asignaturas de este bloque son compartidas por los programas docentes de la División de Ciencias Exactas y Naturales.

(C) Eje de Formación Profesional:

El Eje de Formación Profesional proporciona los conocimientos, habilidades y/o destrezas que forman al estudiante para el ejercicio profesional en el mundo del trabajo. Las asignaturas en este eje están orientadas a un aprendizaje genérico del ejercicio profesional de la Geología, y son aquellas que determinan el perfil de un geólogo generalista.

(D) Eje de Formación de Integración.

Está compuesto por diversas modalidades del proceso enseñanza aprendizaje donde se desarrollarán actividades que contemplen el cumplimiento de los siguientes objetivos:

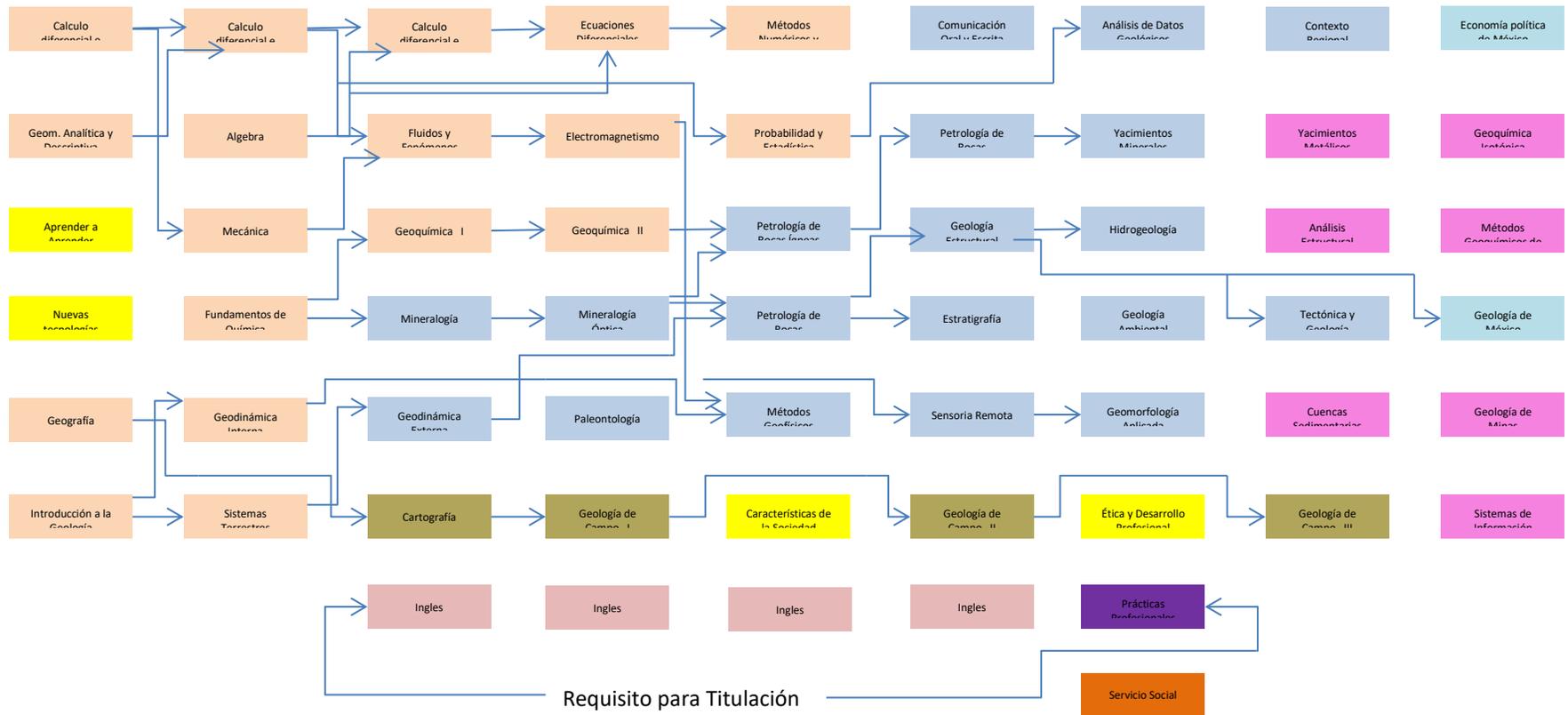
- Aplicar y dar continuidad a los elementos formadores del eje institucional (fortalecer las habilidades intelectuales de estudio, la búsqueda y manejo de información, responsabilidad social y ética profesional, entre otros).
- Aplicar los conocimientos adquiridos en etapas previas en la resolución de problemas propios de la disciplina o la profesión desde una perspectiva interdisciplinaria.
- Realizar actividades prácticas que integren las habilidades desarrolladas y los aprendizajes adquiridos en las diferentes asignaturas del plan de estudios.

En el esquema del Nuevo Plan de Estudios, el eje de integración contempla las materias encaminadas a acentuar el conocimiento del estudiante en la cartografía geológica a través de la cartografía y las prácticas de Geología de Campo.

(E) Eje de Formación Especializante:

El Eje de Formación Especializante permite que el alumno pueda orientar su perfil hacia una especialidad de la profesión. Por su carácter, las modalidades de enseñanza - aprendizaje de este eje deben representar opciones o bloques de créditos optativos del plan de estudios. Sin embargo, el seleccionar una determinada opción dentro de este eje implica cubrir obligatoriamente un mínimo de los créditos proporcionados por la especialidad seleccionada. Tal y como se establece en el objetivo del Nuevo Plan de Estudios de Geología, se pretende formar a un geólogo que haya tenido la opción de un conocimiento suficiente o más profundo en áreas de la Geología Aplicada que tengan un impacto o importancia toral en la Sociedad y/o en el sector productivo, así como en la Investigación Básica. Las asignaturas de este eje están contenidas en los diferentes bloques de materias optativas que el alumno, en conjunto con su tutor, determinará cuáles cursará para cumplir con sus expectativas de formación.

Figura 2. Mapa curricular del Plan de Estudios vigente al 2014.



- Materias del eje de Formación Común
- Materias del eje de Formación Básica
- Materias del eje de Formación Profesional
- Materias del eje de Integración
- Materias del eje de Formación Especializante
- Requisito: Haber cursado Geología Estructural
- Semestres propuestos para ingles
- Semestre propuesto para iniciar el Servicio Social



A partir del análisis de las materias señaladas en la Figura 2, se generan las Tablas 2 y 3, las cuales plantean una reflexión sobre conocimientos (Tabla 2) y habilidades (Tabla 3) adquiridas (i) previo, (ii) durante, y (iii) ausentes a la realización de las prácticas profesionales.

Tabla 2. Reflexión sobre conocimientos

Conocimientos según el perfil de egreso	Previo a prácticas (Aula/campo)	Durante	Ausente (no adquiridas ni antes ni durante las prácticas)
La visión en cuatro dimensiones (conciencia y comprensión de los procesos terrestres en sus dimensiones espaciales y temporales).	Si, este conocimiento está muy recalcado en casi todas las materias.	Este conocimiento fue aplicado	No
La capacidad de integrar evidencias de campo y laboratorio con la teoría siguiendo una secuencia que va de la observación al reconocimiento, síntesis y modelado.	Si, este conocimiento se adquiere en las prácticas llevadas a cabo en el transcurso de la carrera. Sin embargo se necesita más prácticas.	Sí, porque este conocimiento también se desarrolla	No
Una mayor conciencia de los procesos medioambientales que se desarrollan en nuestro propio tiempo.	Si, aunque esto siempre se va adquiriendo más conciencia cuando adquieres mas conocimientos.	Si, ya que las prácticas se adquiere mayor conciencia.	No
Una comprensión más profunda de la necesidad de combinar la explotación y conservación de los recursos de la Tierra.	Sí, pero en menor medida ya que no se experimenta de a manera de mundo real.	Si, se comprende de una manera mucho más profunda ya que se vive y se interpreta esto.	No

Tabla 2. Reflexión sobre Habilidades

Habilidades según el perfil de egreso	Previo a prácticas (Aula/campo)	Durante	Ausente (no adquiridas ni antes ni durante las prácticas)
Reconocer y utilizar teorías, paradigmas, conceptos y principios de la disciplina.	Si, esta habilidad se adquiere en las prácticas de campo.	Si, esta habilidad se desarrolló más durante las prácticas.	No
Analizar, sintetizar y resumir información de manera crítica.	Esta habilidad se adquiere pero no se desarrolla muy bien.	Si, esta se desarrolla y se mejora mucho en las prácticas	No
Recoger e integrar diversos tipos de datos y observaciones con el fin de comprobar hipótesis.	No muy bien, esta se realiza en las prácticas de campo de las materias, pero no se pone mucho en práctica.	Si, esto fue muy importante ya que lo realizado en mis prácticas me sirvió para poder adquirir esta	No

		habilidad	
Aplicar conocimientos para abordar problemas usuales o desconocidos.	No muy bien, ya que no se dio mucho la oportunidad para poder desarrollar esto.	Si, ya que en las prácticas profesionales se tuvo que aplicar muchos conocimientos.	No, pero si se necesita mucha más práctica para poder aprender a aplicar los conocimientos en cualquier ámbito laboral
Recoger, almacenar y analizar datos utilizando las técnicas adecuadas de campo y laboratorio.	Sí, pero esta habilidad no es practicada y por lo tanto puede ser olvidada con el tiempo	Si, ya que esta habilidad se retomó en las prácticas y fue de gran utilidad para realizar el trabajo.	No
Llevar a cabo el trabajo de campo y laboratorio de manera responsable y segura, prestando la debida atención a la evaluación de riesgos, los derechos de acceso, la legislación sobre salud y seguridad, y el impacto del mismo en el medio ambiente.	No, en la universidad los profesores no toman muy encuenta casi todo lo mencionado en esta habilidad algunas cosas si pero la mayoría no.	Si, ya que a nivel profesional esto es muy importante sin embargo la habilidad nunca se termina de desarrollar por completo.	No, pero no se encuentra bien desarrollada.
Reseñar la bibliografía utilizada en los trabajos de forma adecuada.	Si	Si, debido a que se pone en práctica.	No
Comprender y utilizar diversas fuentes de información.	Si	Si	No
Transmitir adecuadamente la información de forma escrita, verbal y gráfica para diversos tipos de audiencias.	No	Sí, pero muy escasa esta habilidad	Sí, pero no completamente pero si mayormente.
Valorar los problemas de selección de muestras, exactitud, precisión e incertidumbre durante la colecta, registro y análisis de datos de campo y de laboratorio.	No	Sí, pero muy escasa esta habilidad	Sí, pero no completamente pero si mayormente.
Preparar, procesar, interpretar y presentar datos usando técnicas cuantitativas y cualitativas adecuadas, así como los programas informáticos apropiados.	Sí, pero muy mal desarrollada.	Sí, pero mal desarrollada.	No, pero si un poco ausente.
Utilizar internet de manera crítica como herramienta de comunicación y fuente de información.	Si	Si	No

3. Conclusiones y recomendaciones

3.1. Conclusiones

En conclusión, en el presente documento se hacen observaciones en base al Plan de Estudios a los conocimientos y habilidades adquiridas en la carrera por las materias cursadas de la Licenciatura en Geología. Además de hacer un auto análisis de la carrera.

Las materias cursadas utilizadas en las prácticas profesionales se describen a continuación:

Mineralogía: Esta materia es muy importante para cualquier campo que quieras desempeñar en la geología porque te sirve para la identificación de los minerales formadores de roca, la mineralogía me sirvió para identificar los minerales para poder así definir a los tipos de roca que observe en mis prácticas,

Petrología de rocas Ígneas, las rocas ígneas son muy importantes para cualquier trabajo que sea realizado en campo especialmente los trabajos de cartografía y elaboración de mapas. Las rocas ígneas te sirven para identificar y clasificar este tipo de rocas en campo, en mis prácticas profesionales yo use el conocimiento adquirido en esa materia para así poder identificar las rocas ígneas y clasificarlas en base a sus características.

Petrología de rocas sedimentarias. Estas rocas son sumamente importantes también ya que como se sabe en geología el 70 por ciento de es la superficie de la tierra se encuentra cubierta por ese tipo de rocas, ya que son muy abundantes, de esta materia también fue muy necesario el conocimiento para poder aplicarlo en mis prácticas.

Geología de Campo 2: esta materia fue de las más importantes y de las que se usan en la vida profesional según mi opinión ya que esta materia se unen en práctica los conocimientos adquiridos en las demás materias, en lo personal esta materia me ayudo a practicar los conocimientos previamente adquiridos en las clases para así desarrollar y aplicar lo ya aprendido como se hizo en mis prácticas profesionales

Geología de campo 3: esta materia es muy similar a la otra ya que tienen en mismo fin que es aplicar los conocimientos previamente adquiridos en clase y así poder aprender a desarrollarte en el campo laboral, la diferencia entre esta materia y la otra es que en esta aplicas más conocimientos que en la anterior. Puede

decirse que esta materia es de las más importantes para la realización de mis prácticas profesionales o la que más me sirvió.

Geología estructural: esta es también sumamente importante ya que los conocimientos estructurales te sirven para hacer la deducción de los eventos geológicos y lo que paso, esta materia me sirvió para aprender a identificar las estructuras geológicas e poder interpretarlas.

Estratigrafía: la estratigrafía sirve para poder poner en orden los eventos geológicos y saber en base a esta cuales fueron primero y cuales fueron después, así con esta materia me sirvió par a identificar y poner en orden en base a tiempo los eventos de la mina.

Yacimientos minerales: esta materia sirve para poder tener conocimientos generales de los yacimientos que existen de cualquier tipo y me sirvió para poder darme una idea saber cómo funciona el yacimiento de la mina en la que yo estaba

Yacimientos metálicos: a diferencia de la materia anterior esta materia tiene mucha más importancia en el campo profesional en el que yo desarrolle mis prácticas profesionales ya que fue sumamente importante para saber el tipo de yacimiento que se encontraba ahí, entenderlo porque se formó y como se formó además de saber qué es lo que contienen y como lo contiene.

Análisis Estructural: la geología estructural va muy de la mano con esta materia ya que en esta materia se aplican los conocimientos vistos en la otra, pero con esta se hace una interpretación estructural en base a todas las mediciones que se toman, se analizan todas esta y se interpretan y aprendes a hacer mejores interpretaciones y mas concisas basándote en las mediciones tomadas y los resultados obtenidos. Esta materia fue de las más importantes para mis prácticas profesionales ya que los conocimientos adquiridos en esta fueron de los más usados debido al proyecto que realice.

Geología de minas: esta materia me sirvió para poder conocer cómo se trabaja en una mina, métodos de explotación, métodos de refinación del material y un poco para saber el manejo administrativo y económico de la mina.

Todas las materias antes mencionadas sirvieron para así poder poner en práctica los conocimientos y habilidades adquiridas además de desarrollar las 2 tanto como conocimientos que se tenían como habilidades. En las prácticas de campo sirvieron también para poder aprender más de ambas cosas, ya que había unas cosas que eran casi nulos a mis conocimientos y habilidades las cuales aprendí,

3.2. Recomendaciones

En base al análisis que se hizo en este documento, en lo personal se puede sintetizar las recomendaciones en base a la experiencia adquirida de mis prácticas profesionales en los siguientes puntos:

- Las prácticas profesionales no se deben cursar antes del octavo semestre debido a que el alumno no está preparado con los conocimientos y habilidades que se necesitan para realizar las prácticas profesionales.
- La materia de Geología de México es una materia muy importante que se debe de dar antes de que el alumno realice sus prácticas profesionales, ya es muy importante para ubicarte en el ámbito geológico del lugar.
- Las prácticas de campo de todas las materias cursadas, así como las materias de Geología de Campo I, Geología de Campo II y Geología de Campo III son indispensables para todo profesionista de la geología por lo que se deben de maximizar este tipo de prácticas ya que son las más útiles para un Geólogo. Sin embargo esto también depende de en qué se especialice el alumno.

ANEXO A. Proyecto El Sauzal.



Mina El Sauzal

Proyecto Mapeo 1:2500 de El Sauzal

Elaborado por:
Jorge López Ulloa

Mina El Sauzal, Urique, Chihuahua a Agosto del 2013

Contenido

Contenido.....	i
Lista de figuras.....	ii
Lista de tablas.....	ii
I.-RESUMEN.....	1
II.-INTRODUCCIÓN.....	2
II.1.- Objetivos.....	2
II.2.- Metodología de Trabajo.....	4
III.- GEOLOGÍA.....	4
IV.- CARTOGRAFÍA DEL TAJO EN LA MINA EL SAUZAL.....	6
IV.1.- Geología.....	6
IV.2.- Geología estructural.....	8
V.- DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	25
V.1.- Discusión.....	25
V.2.- Conclusiones.....	26
VI.- BIBLIOGRAFÍA.....	27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.- Localización de Mina el Sauzal en Chihuahua.

Figura 2.- Localización de los principales depósitos epitermales en el NW de México, modificado de Gonzales-Peña (201°).

Figura 3.- Plano geológico del depósito El Sauzal (modificado de Lewis and Taite, 1999).

Figura 4. - Vista de la Mina El Sauzal

Figura 5.- Mapa geológico del proyecto El Sauzal.

Figura 6.- Diagrama de contorno de densidades de las fallas de la unidad Tmbx

Figura 7.- Contorno de densidades de las fracturas de la unidad Tmbx

Figura 8.- Contorno de densidades de las fallas de la unidad Tphrd

Figura 9.- Contorno de densidades de las fracturas de la unidad Tphrd

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Datos estructurales

Tabla 2. Superficie de fallas en Megabrecha Sauzal

Tabla 3. Superficie de fracturas en Megabrecha Sauzal

Tabla 4. Fallas de la unidad Riodacita de hornblenda.

Tabla 5. Fracturas de la unidad Riodacita de hornblenda.

I.-RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló como proyecto de prácticas profesionales “Mapeo 1:2500 de El Sauzal”, para la compañía Goldcorp de la mina El Sauzal. Este proyecto incluye un mapa geológico de las unidades litológicas que se encuentran en la mina, el campamento y las oficinas administrativas de esta, además de un análisis estructural de la misma. En este reporte se muestran el mapa geológico obtenido, así como las tablas y datos geológicos estructurales que se tomaron en el transcurso de las prácticas profesionales, así como el programa usado para la realización de este análisis, con una interpretación y discusión al final.

La toma e interpretación de los resultados estructurales realizada en el área de la mina y alrededores, en condiciones muy locales, puede correlacionarse bien con datos estructurales a niveles más regionales, como aquellos mostrados en la cartografía realizada por el SGM en la carta Batopilas G13-A51, 1:250,000.

II.- INTRODUCCIÓN

La Mina el Sauzal está localizada en el municipio de Urique ubicada al suroeste del estado de Chihuahua, en la parte oeste de la Sierra Madre occidental. El Sauzal está aproximadamente a 200 kilómetros al noreste de Los Mochis, en Sinaloa, y a 550 kilómetros al sur de la ciudad de Chihuahua (Fig. 1). Se trata de un depósito epitermal que se encuentra ubicado dentro del cinturón de depósitos epitermales en el NW de México, que se extiende de manera continua desde el norte-noreste del estado de Sonora, hacia el sur de Chihuahua y Sinaloa por más de 500 km (Fig. 2). Este depósito es clasificado como de Alta Sulfuración (HS), y definido por su mineralización ($Au/Ag > 1$), tipos de alteración (arcillas, alunita etc.), estratigrafía geológica (volcánicas calcoalcalinas de la SMO) y estructuras, (Fallas y fracturas). En particular, se trata de un depósito de Au diseminado de alta ley ($Au-1.60 \text{ g/t}$), con un total de reservas probadas y probables de 250,000 Oz. , y asociada a zonas de óxidos, con presencia de una fuerte alteración argílica avanzada. El oro se presenta de manera diseminada y se encuentra con menor frecuencia a lo largo de fracturas en las que algunas veces es visible.

El presente reporte se presenta como un requisito para cumplir con el periodo de prácticas profesionales, incluidas dentro del programa de estudios de Licenciatura en el Departamento de Geología de la Universidad de Sonora. Este reporte incluye el mapeo geológico-estructural y de alteración mineralización de la mina sauzal a escala 1:2,500, a partir de recorridos a lo largo de los caminos de acceso a la mina y solo parte del área del tajo, lo cual fue efectuado de esta manera por seguridad. En esta cartografía se identificaron varias unidades litológicas (brechas volcánicas, intrusivos riodacíticos y andesitas.), como tipos de alteración hidrotermal del tipo propilítica, argílica y argílica avanzada, y se tomaron una serie de datos estructurales.

II.1.- Objetivos.

El objetivo principal de esta etapa de prácticas profesionales, es la realización de un cartografía a detalle 1:2,500 del área de mina de El Sauzal, donde se incluye litología, estructuras, alteración y mineralización.

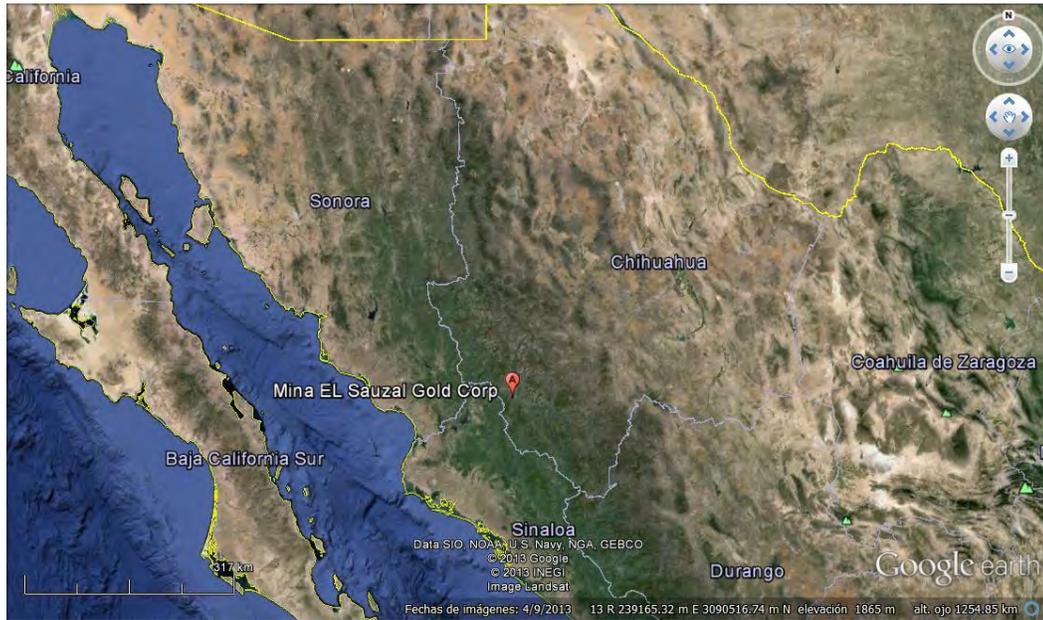


Figura 1.- Localización de Mina el Sauzal en Chihuahua.

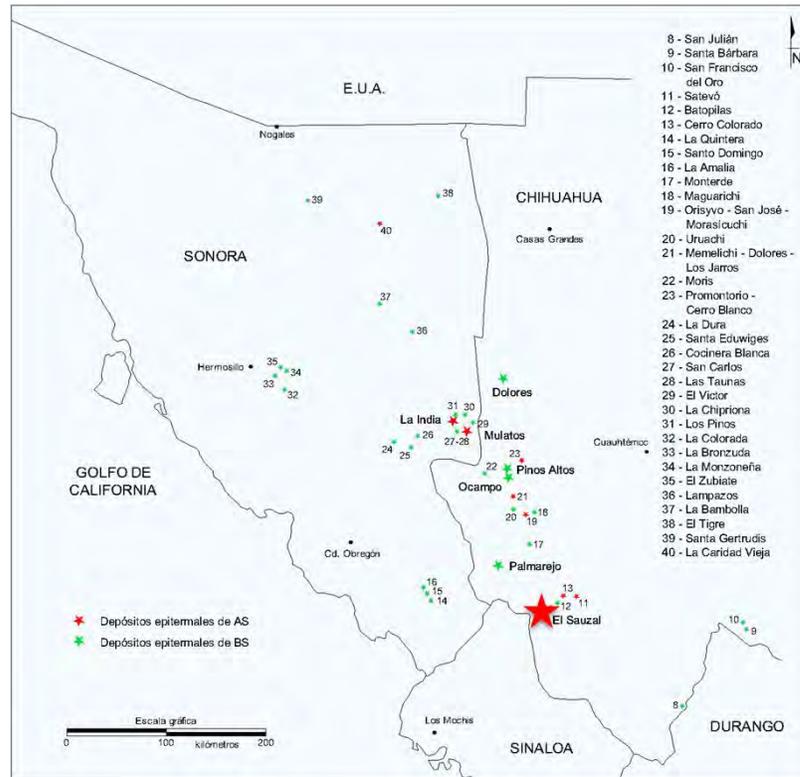


Figura 2.- Localización de los principales depósitos epitermales en el NW de México, modificado de Gonzales-Peña (2010).

II.2.- Metodología de trabajo

Para la realización del proyecto mapeo de El Sauzal se hizo una planeación de los caminos y rutas dentro de la mina por donde se podrían tomar datos necesarios. El levantamiento geológico fue controlado con un GPS Garmin, y la colección de datos de campo fue vaciada en 2 capas: a) Litología y estructuras; b) Alteración y mineralización. Todos estos datos fueron guardados en una libreta y en una base de datos en Excel.

III.- GEOLOGÍA

En la columna estratigrafía de la SMO, la mayoría de las rocas pre-laramídicas han sido cubiertas por eventos más recientes y solo algunas evidencias del basamento heterogéneo están pobremente expuestas en forma de pequeñas ventanas de gneises y esquistos, con edades del Precámbrico, como en El Cañón de Río Aros (Guaynopita) en el norte; Región de Moris en el centro; y en el municipio de Guadalupe y Calvo, cerca del límite sur del estado de Chihuahua (Servicio Geológico Mexicano, Monografía Geológica Minera del Estado de Chihuahua). El Paleozoico se compone de rocas sedimentarias marinas expuestas en afloramientos aislados, que continúan en una franja sobre el estado de Sinaloa; ejemplo de estas rocas es la zona minera de San José de Gracia, Sinaloa, donde hay un paquete de 800 metros de espesor, compuesto por pizarra, cuarcita, caliza recristalizada, pedernal y secuencias pelíticas carbonosas, asignadas por determinaciones paleontológicas al Paleozoico inferior (Poole, F.G., 2005).

De manera más local y restringiéndose en la región donde se localiza la mina El Sauzal, se tiene rocas del Jurásico Superior- Cretácico Inferior, representadas por una secuencia de rocas vulcano sedimentario, constituida por rocas basálticas, andesíticas, areniscas, tobas riolíticas, calizas, limolitas y tobas andesíticas. Esta secuencia aflora a al este de la mina el sauzal, corresponde a la unidad más vieja de la región y es la que funge como basamento en el área de la mina. El Cretácico Superior- Paleoceno, esta representada por litologías que incluyen areniscas con tobas andesíticas y volcánicas, abundando las tobas andesíticas con líticos y cristales de plagioclasa. Esta unidad es donde se encuentra la

mina del sauzal. Rocas intrusivas de composición granodiorita- tonalita afloran principalmente al sureste de la mina el sauzal, y se encuentra en contacto con la roca del Cretácico superior.

El Cenozoico está representando por andesitas y tobas andesíticas con fenocristales y líticos del Paleoceno-Eoceno, y las cuales afloran mayormente al sur de la mina el sauzal, con intrusivos de composición cuarzodiorita-granodiorita, con texturas variables pertenecientes al Eoceno. Este tipo de intrusivos se encuentran principalmente aflorando en el sur y dentro del área del tajo.

El Oligoceno en esta región está representado por un paquete de rocas volcánicas de composición riolítica, compuesta principalmente de tobas, con composiciones que varían desde tobas líticas a cristalolíticas-vitreas, con intercalaciones de riolitas y brechas volcánicas, y regularmente tienen una amplia distribución dentro de la mina.

Por último se tiene una secuencia de tobas riolíticas con intercalaciones de areniscas del Mioceno, las cuales tienen muy poca presencia en la región.

Una distribución de las principales unidades que afloran en el área de El Sauzal, se muestra en la Figura 3, donde además se observan las distintas y principales estructuras en esta región. Una vista del actual tajo en la mina El Sauzal, es observado en la Figura 4.

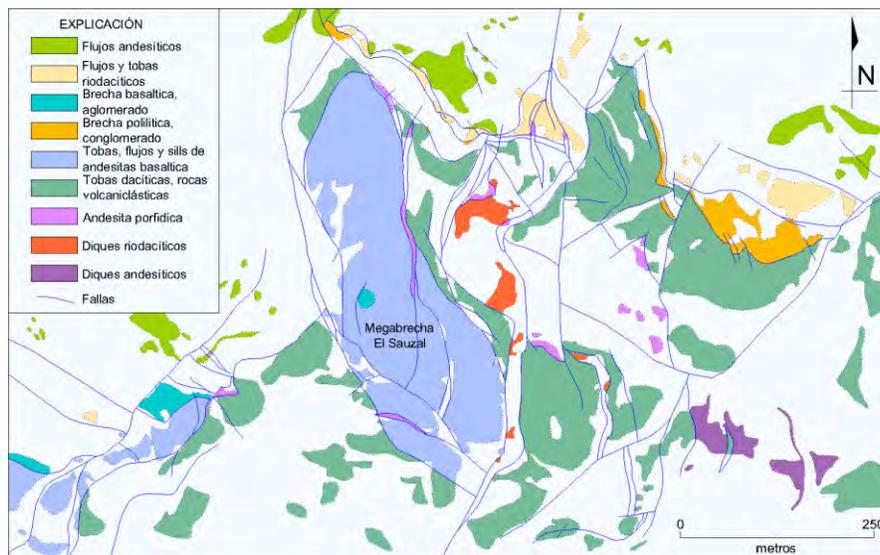


Figura 3- Plano geológico del depósito El Sauzal (modificado de Lewis and Taite, 1999).



Figura 4. - Vista de la Mina El Sauzal

IV.- CARTOGRAFÍA DEL TAJO EN LA MINA EL SAUZAL

El proyecto de cartografía 1:2,500 de la mina El Sauzal se realizó a partir del día 12 julio del 2013 y se finalizó el 12 de agosto del 2013.

Las unidades geológicas observadas y presentadas en el plano geológico Figura 5, y corresponden a las siguientes:

IV.1.- Geología

Megabrecha (Tmbx)

Consiste de una toba de cenizas rica en fragmentos de roca y fenocristales de cuarzo. La parte superior de esta unidad está dominada por grandes bloques deslizados y

por lentes de lava andesítica ligeramente porfídica, que son evidencia fuerte de una deposición dentro de un ambiente tipo Caldera o cerca del conducto volcánico. Esta unidad es la única que presenta alteración hidrotermal, del tipo argílica avanzada y cuarzo residual (Vuggy Silica). Su distribución es expuesta en la Figura 5.

Andesita Basáltica (Tua)

Esta unidad corresponde a flujos de lava y domos de composición andesítica, con hornblenda (magnética) y un alto contenido en líticos de tamaños variables.

Riodacita de hornblenda (Tphd)

Incluye una serie de diques y domos de composición dacíticos de color gris a púrpura a la intemperie, o de gris medio y morado o lavanda. Presentan una textura porfídica, en partes masiva fluidal, normalmente bandeada, de grano grueso, con plagioclasas, hornblenda, y ocasionales fenocristales de cuarzo y menor presencia de hornblenda. Esta unidad no presenta alteración hidrotermal en el área de la mina, sin embargo a nivel local se ve alterada al margen de los contactos y a lo largo de las fracturas.

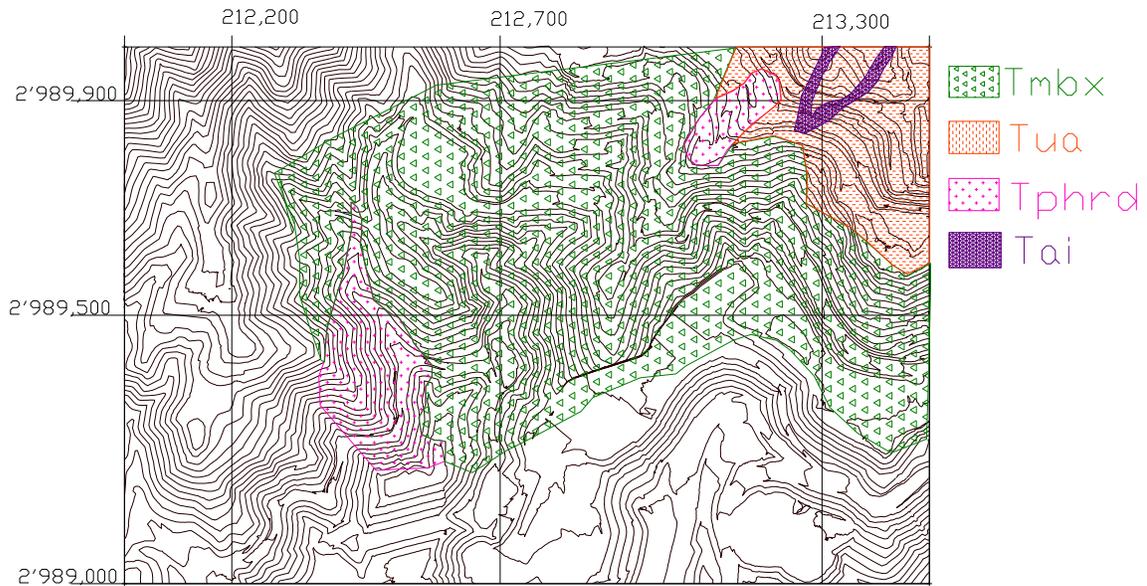


Figura 5.- Mapa geológico del proyecto El Sauzal.

IV.2.- Geología estructural

Con los datos estructurales obtenidos en campo se hizo un análisis estadístico con el apoyo de proyecciones estereográficas de los polos de las superficies de falla del software Georient (Holcombe, 2011). La distribución de estos datos se ilustran en un diagrama de contornos de densidad que indica una orientación preferencial de las fallas.

Los datos obtenidos en campo que fueron 225 datos estructurales entre fallas, fracturas, estratificación y vetillas. Estos datos se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Datos estructurales

POSICION	ESTRUCTURA	RELLENO	AZIMUT	ECHADO	LITOLOGIA	ALTERACION
484	Falla		86	51	Tmbx	Argílica

485	Fractura	goethita	222	40	Tmbx	Argílica
486	Falla		283	64	Tmbx	Argílica
487	Fractura	goethita	164	81	Tmbx	Argílica
488	Falla		94	88	Tmbx	Argílica
489	Fractura	goethita	242	51	Tmbx	Argílica
490	Fractura	goethita	238	42	Tmbx	Argílica
491	Fractura	goethita	131	69	Tmbx	Argílica
492	Fractura	goethita	52	66	Tmbx	Argílica
493	Fractura	goethita	161	65	Tmbx	Argílica
494	Fractura	goethita	122	56	Tmbx	Argílica
495	Fractura	goethita	140	38	Tmbx	Argílica
496	Falla		100	55	Tmbx	Argílica
497	Falla		32	53	Tmbx	Argílica
498	Falla		12	64	Tmbx	Argílica
499	Falla		256	73	Tmbx	Argílica
500	Falla		248	68	Tmbx	Argílica
501	Fractura	goethita	93	65	Tmbx	Argílica
502	Falla		12	65	Tmbx	Argílica
503	Fractura	goethita	8	63	Tmbx	Argílica
504	Falla		12	68	Tmbx	Argílica
505	Falla		12	68	Tmbx	Argílica
506	Fractura	goethita	233	42	Tmbx	Argílica
507	Fractura	goethita	25	38	Tmbx	Argílica
508	Fractura	goethita	348	56	Tmbx	Argílica

509	Falla		183	52	Tmbx	Argílica
510	Fractura	goethita	71	30	Tmbx	Argílica
511	Fractura	goethita	28	59	Tmbx	Argílica
512	Fractura	goethita	19	53	Tmbx	Argílica
513	Falla		155	48	Tmbx	Argílica
514	Falla		313	64	Tmbx	Argílica
515	Falla		134	39	Tmbx	Argílica
516	Falla		141	33	Tmbx	Argílica
517	Falla		208	26	Tmbx	Argílica
518	Falla		34	75	Tmbx	Propilítica
519	Fractura		24	71	Tphrd	Propilítica
520	Falla		36	75	Tphrd	Propilítica
521			265	54	Tphrd	Propilítica
522					Tphrd	Propilítica
523	Falla		332	28	Tphrd	Propilítica
524	Fractura	hematita	45	66	Tmbx	Argílica
525	Falla		246	27	Tmbx	Argílica
526	Fractura	yeso	148	70	Tmbx	Argílica
527	Fractura	goethita	139	53	Tphrd	Propilítica
528	Falla		165	7	Tphrd	Argílica
529	Fractura		42	60	Tphrd	Argílica
530	Fractura	goethita	300	75	Tmbx	Propilítica
531	Fractura		318	80	Tmbx	Propilítica
532	Fractura		224	58	Tmbx	Propilítica

533	Fractura		121	69	Tmbx	Propilítica
534	Falla		12	54	Tmbx	Argílica
535	Falla		263	35	Tmbx	Argílica
536	Falla		235	58	Tmbx	Argílica
537	Fractura		153	74	Tmbx	Argílica
538	Fractura		237	58	Tmbx	Argílica
539	Fractura		300	45	Tmbx	Argílica
540	Falla		41	47	Tmbx	Propilítica
541	Falla		244	50	Tmbx	Propilítica
542	Falla		260	48	Tmbx	Propilítica
543	Fractura		207	24	Tmbx	Propilítica
544	Falla		230	45	Tmbx	Propilítica
545	Falla		8	59	Task	Propilítica
546	Falla		228	30	Tmbx	Propilítica
547	Falla		22	47	Ktaas	Propilítica
548	Fractura		262	76	Tphrd	Argílica
549	Falla		248	59	Tphrd	Argílica
550	Fractura		259	50	Tphrd	Argílica
554	Falla		210	54	Tphrd	Propilítica
555	Falla		140	32	Tphrd	Propilítica
556	Falla		292	57	Tphrd	Propilítica
557	Falla		308	34	Tphrd	Propilítica
558	Falla		292	35	Tphrd	Propilítica
559	Fractura		303	81	Tphrd	Propilítica

560	Fractura		320	82	Tphrd	Propilítica
561	Falla		190	19	Tphrd	Propilítica
562	Falla		227	36	Tphrd	Propilítica
563	Fractura		120	77	Tphrd	Propilítica
564	Fractura		130	16	Tphrd	Propilítica
565	Falla		230	25	Tphrd	Propilítica
566	Falla		210	40	Tphrd	Propilítica
567	Falla		210	30	Ktaas	Propilítica
568	Falla		250	65	Ktaas	Propilítica
569	Falla		255	48	Ktaas	Propilítica
570	Falla		0	65	Tphrd	Propilítica
571	Falla		220	55	Ktaas	Propilítica
572	Fractura		350	80	Ktaas	Propilítica
573	Falla		15	27	Ktaas	Propilítica
574	Falla		151	25	Ktaas	Propilítica
575					Tua	
576					Tua	
577	Fractura		104	63	Tua	
578	Falla		197	52	Tua	
579	Falla		179		Tai	
580	Estratificación		350	52	Tua	
581					Tai	
582	Fractura		70	74	Tua	
583					Tai	

584	Falla		130	59	Tua	
585						
586	Estratificación		350	52	Tua	
587	Fractura	calcita			Tua	
588	Fractura	calcita			Tua	
589	Estratificación		350	55	Tua	
590	Falla		55	65	Tua	
591	Falla				Tua	
592					Trd	
593					Tphrd	
594	Falla		15	85	Trd	
595					Tua	
596					Riolita	
597					Tphrd	
598					Trd	
599	Falla		320	70	Tua	
600					Tphrd	
601	Fractura		65	48	Tphrd	
602	Falla				Tphrd	
603					Trd	
604					Trd	
605					Tmbx	
606	Falla		277	78	Tmbx	
607	Falla		277	40	Tmbx	

608	Fractura		145	45	Tms	
609	Fractura		240	80	Tms	
610	Falla		90	67	Tms	
611					Tms	
612					tmbx	
613	Falla		260	47	Tmbx	Argílica
614					Tmbx	Argílica
615					Tmbx	Argílica
616	Fractura		256	60	Tmbx	Argílica
617	Falla		255	60	Tmbx	Argílica
618	Fractura		138	75	Tmbx	Propilítica
619	Falla		196	55	Tmbx	Propilítica
620	Falla		0	89	Tmbx	Propilítica
621	Fractura				Tmbx	Propilítica
622					Tmbx	Argílica
623					Tmbx	Argílica
624					Tmbx	Argílica
625					Tmbx	Argílica
626					Tmbx	Argílica
627					Tmbx	Argílica
628	Falla		240	57	Tmbx	Argílica
629					Tmbx	cuarzo- alunita
630					Tmbx	Argílica

631	Fractura		205	79	Tmbx	Argílica
632	Fractura		207	80	Tmbx	Propilítica
633	Falla		190	49	Tmbx	Propilítica
634	Falla		303	34	Tmbx	Argílica
635	Falla		175	56	Tmbx	Propilítica
636	Fractura		59	80	Tmbx	Propilítica
637	Falla		225	42	Tmbx	Propilítica
638	Falla		235	40	Tphrd	
639	Falla		265	43	Tphrd	
640	Falla		160	52	Tphrd	
641	Falla		5	47	Tmbx	Argílica
642	Estratificación		190	35	Tmbx	Argílica
643	vetilla		257	65	Tmbx	Argílica
644	Falla		226	54	Tmbx	Argílica
645	Falla		244	19	Tmbx	Argílica
646	Falla		45	64	Tmbx	Argílica
647	Falla		255	59	Tmbx	Argílica
648	Falla		30	48	Tmbx	Argílica
649	Fractura		100	50	Tmbx	Argílica
650	Falla		313	78	Tmbx	Argílica
651	Fractura		47	53	Tmbx	Argílica
652					Tmbx	Argílica
653	Falla		322	71	Tphrd	
654	Falla		42	50	Tphrd	

655	Fractura		0	67	Tphrd	
656	Falla		25	45	Tphrd	
657	Falla		30	32	Tphrd	
658	Fractura		10	79	Tphrd	
659	Falla		10	35	Tphrd	
660	Fractura	calcita	155	63	Tphrd	
661	Falla		245	52	Tphrd	
662	Falla		225	52	Tphrd	
663	Falla		270	43	Tphrd	
664	Falla		235	59	Tphrd	
665	Falla		258	58	Tphrd	
666	Falla		250	38	Tphrd	
667	Fractura		15	70	Tphrd	
668	Fractura	cuarzo	60	19	Tphrd	
669	Falla		235	29	Tphrd	
670	Falla		230	61	Tphrd	
671	Fractura		189	44	Tphrd	
672	Fractura		220	34	Tphrd	
673	Falla		240	30	Tphrd	
674	Falla		224	27	Tphrd	
675					Tphrd	
676	Falla		216	45	tmbx	Argílica
677	Falla		274	62	tmbx	Argílica
678	Falla		254	76	tmbx	Argílica

679	Fractura		82	85	tmbx	Argílica
680	Falla		259	60	tmbx	Argílica
681	vetilla	alunita	265	75	tmbx	Argílica
682	Falla		253	69	tmbx	Argílica
683					Tphrd	
684					Tphrd	
685	Falla		257	45	Tphrd	
686					Tphrd	
687	Falla		160	34	Tphrd	
688					Tmbx	Argílica
689	Falla		120	68	Tmbx	Argílica
690	Falla		255	72	Tmbx	Argílica
691					Tmbx	Argílica
692	Falla		270	58	Tmbx	Argílica
693	Fractura		235	50	Tmbx	Argílica
694					Tmbx	Argílica
695	Falla		248	44	Tmbx	Argílica
696	Falla		257	65	Tmbx	Argílica
697	Falla		257	62	Tmbx	Argílica
698	Falla		140	38	Tmbx	Argílica
699					Tmbx	Argílica
700					Tai	
701					Tphrd	
702	Falla		240	65	Ktass	Propíltica

703	Fractura		240	62	Ktaas	Propilítica
704	Falla		12	40	Ktaas	Propilítica
705	Falla		265	60	Ktaas	Propilítica
706	Falla		0	25	Ktaas	Propilítica
707	Falla		317	39	Ktaas	Propilítica

El análisis realizado en estereograma se dividió en 2 tipos, por fallas y por fracturas en cada unidad litológica de las cuales se presentaron la mayor cantidad de dichas estructuras. Se presentaron en orden estratigráfico por unidad litológica.

En la Megabrecha Sauzal se colectaron 58 datos en superficies de falla que se describen en la tabla 2

Tabla 2. Superficie de fallas en Megabrecha Sauzal.

POSICION	ESTRUCTURA	RELLENO	AZIMUT	ECHADO	LITOLOGIA	ALTERACION
484	Falla		86	51	Tmbx	Argílica
486	Falla		283	64	Tmbx	Argílica
488	Falla		94	88	Tmbx	Argílica
496	Falla		100	55	Tmbx	Argílica
497	Falla		32	53	Tmbx	Argílica
498	Falla		12	64	Tmbx	Argílica
499	Falla		256	73	Tmbx	Argílica
500	Falla		248	68	Tmbx	Argílica
502	Falla		12	65	Tmbx	Argílica
504	Falla		12	68	Tmbx	Argílica
505	Falla		12	68	Tmbx	Argílica
509	Falla		183	52	Tmbx	Argílica
513	Falla		155	48	Tmbx	Argílica
514	Falla		313	64	Tmbx	Argílica
515	Falla		134	39	Tmbx	Argílica
516	Falla		141	33	Tmbx	Argílica
517	Falla		208	26	Tmbx	Argílica
518	Falla		34	75	Tmbx	Propilítica
525	Falla		246	27	Tmbx	Argílica

534	Falla		12	54	Tmbx	Argílica
535	Falla		263	35	Tmbx	Argílica
536	Falla		235	58	Tmbx	Argílica
540	Falla		41	47	Tmbx	Propilítica
541	Falla		244	50	Tmbx	Propilítica
542	Falla		260	48	Tmbx	Propilítica
544	Falla		230	45	Tmbx	Propilítica
546	Falla		228	30	Tmbx	Propilítica
606	Falla		277	78	Tmbx	
607	Falla		277	40	Tmbx	
613	Falla		260	47	Tmbx	Argílica
617	Falla		255	60	Tmbx	Argílica
619	Falla		196	55	Tmbx	Propilítica
620	Falla		0	89	Tmbx	Propilítica
628	Falla		240	57	Tmbx	Argílica
633	Falla		190	49	Tmbx	Propilítica
634	Falla		303	34	Tmbx	Argílica
635	Falla		175	56	Tmbx	Propilítica
637	Falla		225	42	Tmbx	Propilítica
641	Falla		5	47	Tmbx	Argílica
644	Falla		226	54	Tmbx	Argílica
645	Falla		244	19	Tmbx	Argílica
646	Falla		45	64	Tmbx	Argílica
647	Falla		255	59	Tmbx	Argílica
648	Falla		30	48	Tmbx	Argílica
650	Falla		313	78	Tmbx	Argílica
676	Falla		216	45	tmbx	Argílica
677	Falla		274	62	tmbx	Argílica
678	Falla		254	76	tmbx	Argílica
680	Falla		259	60	tmbx	Argílica
682	Falla		253	69	tmbx	Argílica
689	Falla		120	68	Tmbx	Argílica
690	Falla		255	72	Tmbx	Argílica
692	Falla		270	58	Tmbx	Argílica
695	Falla		248	44	Tmbx	Argílica

Los resultados obtenidos de las fallas medidas en la Megabrecha Sauzal en el software Georient se ilustran en un diagrama de contornos de densidad (Figura 6) que indica 2 orientaciones de familias de fallas. La orientación con mayor densidad es hacia NE-SW con una inclinación hacia el NW la resultante de esta familia es 75 de azimut con un echado de 25, La segunda familia con menor densidad muestra la misma orientación pero inclinación contraria de 190 y una inclinación de 30, y la resultante final de todas las densidades es 315 con inclinación de 52.

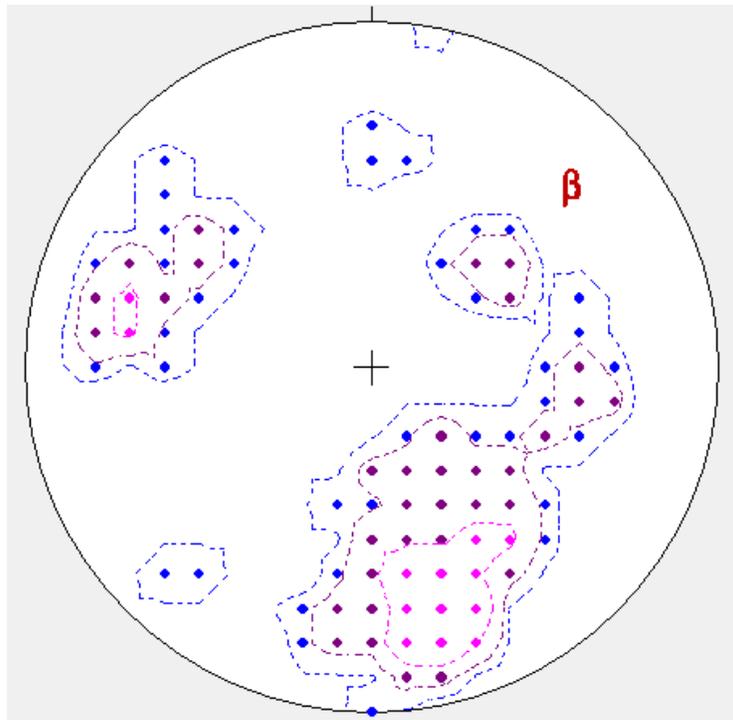


Figura 6.- Diagrama de contorno de densidades de las fallas de la unidad Tmbx

Las Fracturas son 38 datos que se muestran en la siguiente tabla (Tabla 3):

Tabla 3. Superficie de fracturas en Megabrecha Sauzal

POSICION	ESTRUCTURA	RELLENO	AZIMUT	ECHADO	LITOLOGIA	ALTERACION
485	Fractura	goethita	222	40	Tmbx	Argílica
487	Fractura	goethita	164	81	Tmbx	Argílica
489	Fractura	goethita	242	51	Tmbx	Argílica
490	Fractura	goethita	238	42	Tmbx	Argílica
491	Fractura	goethita	131	69	Tmbx	Argílica
492	Fractura	goethita	52	66	Tmbx	Argílica

493	Fractura	goethita	161	65	Tmbx	Argílica
494	Fractura	goethita	122	56	Tmbx	Argílica
495	Fractura	goethita	140	38	Tmbx	Argílica
501	Fractura	goethita	93	65	Tmbx	Argílica
503	Fractura	goethita	8	63	Tmbx	Argílica
506	Fractura	goethita	233	42	Tmbx	Argílica
507	Fractura	goethita	25	38	Tmbx	Argílica
508	Fractura	goethita	348	56	Tmbx	Argílica
510	Fractura	goethita	71	30	Tmbx	Argílica
511	Fractura	goethita	28	59	Tmbx	Argílica
512	Fractura	goethita	19	53	Tmbx	Argílica
524	Fractura	hematita	45	66	Tmbx	Argílica
526	Fractura	yeso	148	70	Tmbx	Argílica
530	Fractura	goethita	300	75	Tmbx	Propilítica
531	Fractura		318	80	Tmbx	Propilítica
532	Fractura		224	58	Tmbx	Propilítica
533	Fractura		121	69	Tmbx	Propilítica
537	Fractura		153	74	Tmbx	Argílica
538	Fractura		237	58	Tmbx	Argílica
539	Fractura		300	45	Tmbx	Argílica
543	Fractura		207	24	Tmbx	Propilítica
616	Fractura		256	60	Tmbx	Argílica
618	Fractura		138	75	Tmbx	Propilítica
621	Fractura				Tmbx	Propilítica
631	Fractura		205	79	Tmbx	Argílica
632	Fractura		207	80	Tmbx	Propilítica
636	Fractura		59	80	Tmbx	Propilítica
649	Fractura		100	50	Tmbx	Argílica
651	Fractura		47	53	Tmbx	Argílica
679	Fractura		82	85	tmbx	Argílica
693	Fractura		235	50	Tmbx	Argílica

En el análisis de los contornos de densidades (figura 7) de las fracturas de la unidad Tmbx se indican que tiene tres orientaciones preferenciales la más densa es de 65 y 40 de inclinación, muestran que tienen un rumbo NE-SW echadas principalmente hacia el NW, la que le sigue en base a mayor densidad es de 330 y 20 de inclinación con una rumbo hacia

el NW-SE echadas hacia el SW, y las fallas con menor densidad tienen un azimut de 200 con 35 de echado que es un rumbo NE-SW con una inclinación hacia el SE.

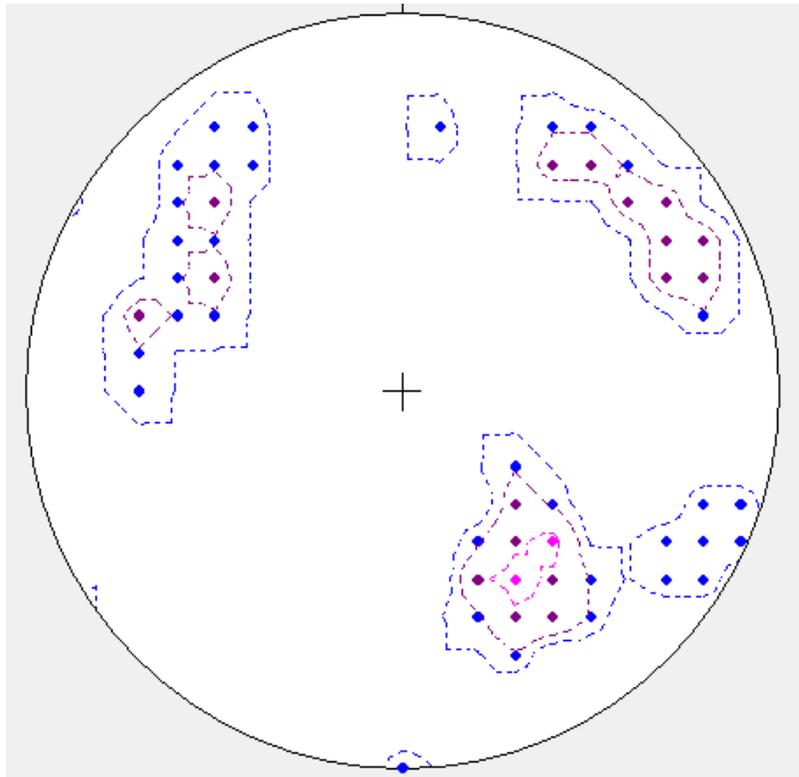


Figura 7.- Contorno de densidades de las fracturas de la unidad Tmbx

En la Riodacita de hornblenda se colectaron 36 datos en superficies de falla que se describen en la tabla 4.

Tabla 4. Fallas de la unidad Riodacita de hornblenda.

POSICION	ESTRUCTURA	RELLENO	AZIMUT	ECHADO	LITOLOGIA	ALTERACION
520	Falla		36	75	Tphrd	Propilítica
523	Falla		332	28	Tphrd	Propilítica
528	Falla		165	7	Tphrd	Argílica
549	Falla		248	59	Tphrd	Argílica
554	Falla		210	54	Tphrd	Propilítica
555	Falla		140	32	Tphrd	Propilítica

556	Falla	x	292	57	Tphrd	Propilítica
557	Falla	x	308	34	Tphrd	Propilítica
558	Falla	x	292	35	Tphrd	Propilítica
561	Falla	x	190	19	Tphrd	Propilítica
562	Falla	x	227	36	Tphrd	Propilítica
565	Falla	x	230	25	Tphrd	Propilítica
566	Falla	x	210	40	Tphrd	Propilítica
570	Falla	x	0	65	Tphrd	Propilítica
602	Falla				Tphrd	
638	Falla		235	40	Tphrd	
639	Falla		265	43	Tphrd	
640	Falla		160	52	Tphrd	
653	Falla		322	71	Tphrd	
654	Falla		42	50	Tphrd	
656	Falla		25	45	Tphrd	
657	Falla		30	32	Tphrd	
659	Falla		10	35	Tphrd	
661	Falla		245	52	Tphrd	
662	Falla		225	52	Tphrd	
663	Falla		270	43	Tphrd	
664	Falla		235	59	Tphrd	
665	Falla		258	58	Tphrd	
666	Falla		250	38	Tphrd	
669	Falla		235	29	Tphrd	
670	Falla		230	61	Tphrd	
673	Falla		240	30	Tphrd	
674	Falla		224	27	Tphrd	
685	Falla		257	45	Tphrd	
687	Falla		160	34	Tphrd	

En el análisis de los contornos de densidades (figura 8) de las fallas de la unidad Tphrd se indican que tiene dos orientaciones preferenciales una mucho mayor que la otra, la más densa es de 60 y 65 de inclinación, muestran que tienen un rumbo NE-SW echadas principalmente hacia el NW, las fallas con menor densidad tienen un azimut de 210 con 40 de echado que es un rumbo NE-SW con una inclinación hacia el SE. La resultante de todas las fallas tiene un azimut de 70 y un echado de 30.

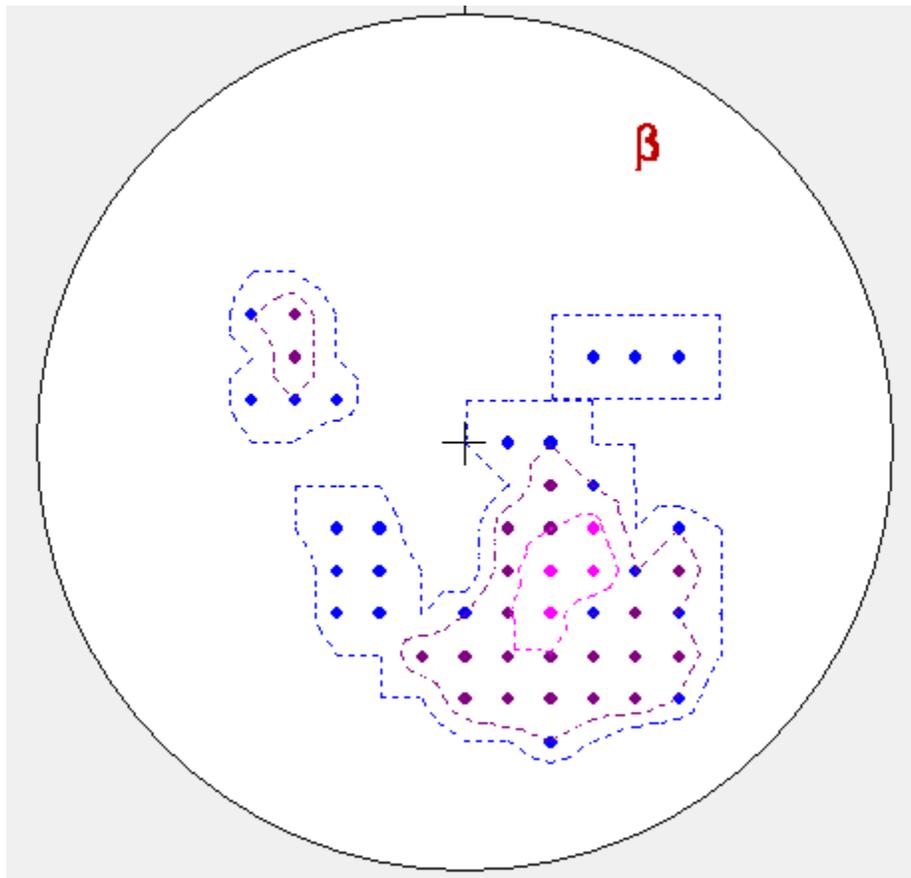


Figura 8.- Contorno de densidades de las fallas de la unidad Tphrd

Las fracturas son 18 se muestran en la siguiente tabla (Tabla 5):

Tabla 5. Fracturas de la unidad Riodacita de hornblenda.

POSICION	ESTRUCTURA	RELLENO	AZIMUT	ECHADO	LITOLOGIA	ALTERACION
519	Fractura		24	71	Tphrd	Propilítica
527	Fractura	goethita	139	53	Tphrd	Propilítica
529	Fractura		42	60	Tphrd	Argílica
548	Fractura		262	76	Tphrd	Argílica
550	Fractura		259	50	Tphrd	Argílica
559	Fractura	x	303	81	Tphrd	Propilítica
560	Fractura	x	320	82	Tphrd	Propilítica
563	Fractura	x	120	77	Tphrd	Propilítica
564	Fractura	x	130	16	Tphrd	Propilítica
601	Fractura		65	48	Tphrd	

655	Fractura		0	67	Tphrd	
658	Fractura		10	79	Tphrd	
660	Fractura	calcita	155	63	Tphrd	
667	Fractura		15	70	Tphrd	
668	Fractura	cuarzo	60	19	Tphrd	
671	Fractura		189	44	Tphrd	
672	Fractura		220	34	Tphrd	

En el análisis de los contornos de densidades (figura 9) de las fracturas de la unidad Tphrd se indican que tiene una sola familia con un azimut de 190 y una inclinación de 17, que es un rumbo hacia el NE-SW echada hacia el SE.

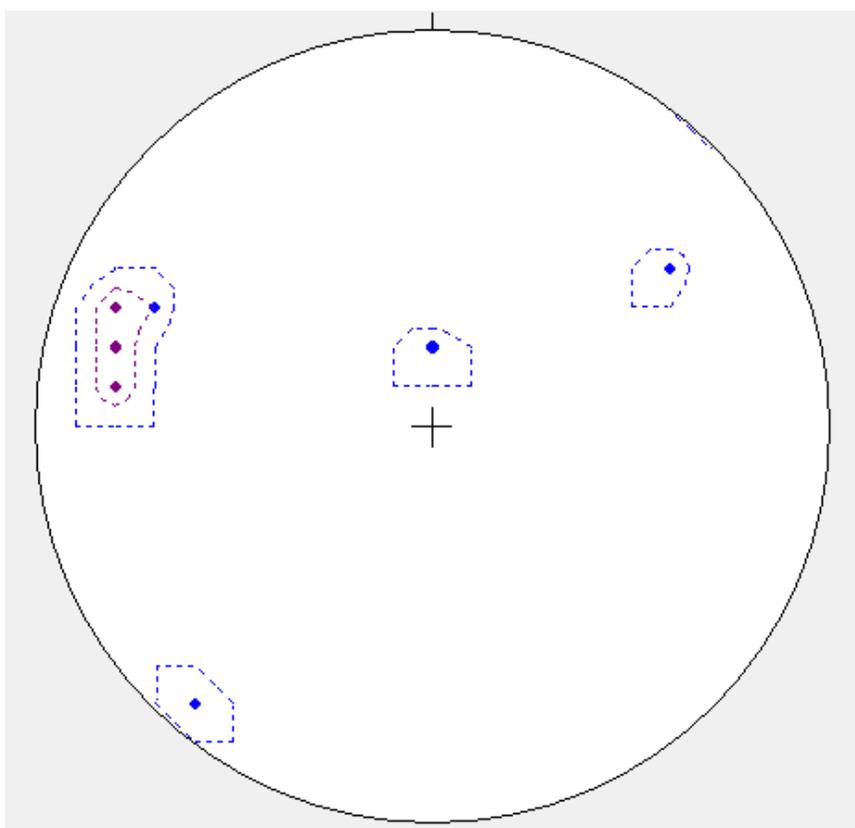


Figura 9.- Contorno de densidades de las fracturas de la unidad Tphrd

De las demás unidades no se puede hacer un análisis geológico estructural ya que los afloramientos encontrados son de menor tamaño que las unidades Tmbx y Tphrd y los datos estructurales obtenidos no son suficientes como para realizar ese análisis.

V.- DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

V.1.- Discusión

La Sierra Madre Occidental es un complejo ígneo-volcánico producto de la subducción de la placa farallón debajo de la placa Americana, el cual inicia con el desarrollo de un arco magmático el cual se desarrolló desde el Cretácico Inferior hasta principios del Terciario. Al final de este evento ígneo y tectónico-estructural Laramídico y al concluir el Cretácico Superior, se generó la Megabrecha El Sauzal, la cual es una unidad volcánica importante en esta zona, ya que hospeda la mineralización económica en El Sauzal

La mineralización está hospedada en la Megabrecha El Sauzal, la cual corresponde o se incluye dentro de una delgada secuencia de rocas volcánicas, que pertenecen a la Serie Volcánica Superior y en menor proporción al Complejo Volcánica Inferior. Las rocas encajonantes son principalmente unidades piroclásticas dacíticas a riolíticas, que están intrusionadas y cubiertas por escasos flujos bandeados riolíticos y andesitas de hornblenda porfídicas de probable edad Oligoceno

La Megabrecha El Sauzal, que ha sido descrita como una pumicita no soldada a débilmente soldada con tobas de cenizas y flujos dacíticos a riolíticos ricos en líticos, incluyendo bloques gigantes y lentes brechados de lavas andesíticas. Durante el Eoceno, continuó el magmatismo en esta región, y se estima que durante la formación de las unidades Andesita Basáltica y Riodacita de hornblenda, la Megabrecha Sauzal debió ser mineralizada. Posteriormente fue fallada y fracturada durante la etapa extensional del “Basin and Range”, y afectada más recientemente durante la extensión del Golfo de California.

V.2.- Conclusiones

Como conclusiones se tienen las siguientes:

- El yacimiento de oro El Sauzal se encuentra emplazado en rocas volcánicas de composición dacítica, riolítica y andesítica de edad Cretácico- Eoceno, afectadas por rocas intrusivas de tipo riodacítico.
- Las rocas en las cuales se encuentra emplazado el yacimiento son rocas del complejo volcánico inferior y las rocas que se encuentran arriba corresponden a la Serie Volcánico Superior que lo cubre y afecta.
- El análisis estructural en base a la geología regional con la geología local, corresponden mayormente a fallas con un rumbo NE-SW, asociadas a el Basin and Range y la extensión del golfo de california.
- En el área del Tajo, también se observan que las fallas y estructuras presentan el mismo comportamiento por lo que se puede decir que el aérea de la mina fue afectada por esta misma deformación estructural.

VI.- BIBLIOGRAFIA

Georient 9.5.0 (Holcombe, 2011)

Calmus, Thierry; Vega-Granillo, Ricardo y Lugo-Zazueta, Raúl, 2011, Evolución geológica de Sonora durante el Cretácico Tardío y el Cenozoico, in Calmus, Thierry, ed., Panorama de la geología de Sonora, México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Boletín 118, cap.7.

Cuevas-Orozco, Gustavo; Martínez-Gómez, Víctor; Sánchez-García, Roberto, 2000, Informe final sobre la cartografía Geológico- Minera de la carta Rio Batopilas (G13-A51), Mpio. De Batopilas, Chihuahua, México.

Martín-Barajas, Arturo, 2000, Volcanismo y extensión en la Provincia Extensional del Golfo de California, Departamento de Geología, CICESE, Km 107 carretera Tijuana-Ensenada, Ensenada, Baja California.

González-Peña. Oscar. Características principales de los depósitos epitermales en el noroeste de México, un análisis y comparación. Tesis de licenciatura publicada Universidad de Sonora División de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Geología, Sonora, México.

Manríquez, Rubén, 2005, Characteristics of the major epithermal gold deposits in the northern Sierra Madre Occidental, México. Tesis de Maestría en Ciencias, Department of Geological Sciences the University of Texas at El Paso