

UNIVERSIDAD DE SONORA.
DIVISION DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES.
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA.



MEMORIA DE PRACTICAS PROFESIONALES

***“Actividades realizadas en el área de exploración en la
compañía minera Real de Ángeles, S.A. de C.V. Unidad
San Felipe Baja California, Grupo Frisco.”***

Que para obtener el título de

GEÓLOGO

Presenta:

Bayron Enrique Vega Marcial.

**Director de Memorias de Prácticas Profesionales
M.C. Ricardo Amaya Martínez.**

Hermosillo, Sonora, México.

Junio 2016

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.

RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. OBJETIVO DE LA PRÁCTICA.....	1
1.2. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA.....	1
1.3. ACTIVIDADES DE LA EMPRESA EN EXPLORACIÓN.....	2
1.4. ÁREA Y DEPARTAMENTO DE LAS PRÁCTICAS.....	3
1.5. MÉTODO DE TRABAJO.....	7
1.6. ANTECEDENTES UNIDAD SAN FELIPE.....	8
1.5.1.- HISTORIA.....	8
1.5.2.- TRABAJOS PREVIOS.....	8
2. GEOGRAFIA.....	9
2.1. CLIMA.....	9
2.2. FISIOGRAFÍA.....	9
2.3. LOCALIZACIÓN.....	10
3. GEOLOGÍA.....	11
3.1. GEOLOGÍA REGIONAL.....	11
FIGURA 1 MAPA GEOLOGICO REGIONAL.....	13
3.2. GEOLOGÍA LOCAL.....	14
FIGURA 2. MAPA GEOLÓGICO-MINERO UNIDAD SAN FELIPE.....	15
3.3. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA.....	16
4. YACIMIENTOS MINERALES.....	17
4.1. TIPO DE YACIMIENTO.....	17
5. DESARROLLO DE PRÁCTICA PROFESIONAL EN LA MINA.....	18
5.1. PERFORACIÓN CON DIAMANTE.....	18
5.2. SARTA DE PERFORACIÓN.....	18
5.3. PERFORACIÓN CON BROCA DE DIAMANTE EN UNIDAD SAN FELIPE...	19
5.4. PROCEDIMIENTO DIARIO DE OBTENCIÓN DEL “NUCLEO”... ..	21
5.5. HOJA DE REPORTE DIARIO DE PERFORISTAS.....	22
5.6. RECOLECCIÓN DE CAJA PORTA-TESTIGOS.....	23
5.7. MEDICIÓN DEL BARRENO (REFLEX)..... ..	24
5.8. CAJAS PORTA-TESTIGOS.....	25
5.9. TAQUETES.....	26

5.10. CALCULO DE FONDO DE CAJAS.....	27
5,11. CALCULO DE RQD (ROCK QUALITY DESIGNATION).....	27
5.12. CALCULO DE INTERVALOS.....	28
5.13. HOJA DE MUESTREO.....	28
5.14. LOGUEO.....	28
5.15. HOJA DE DESCRIPCIÓN DE NÚCLEO.....	34
5.16. LÍNEA DE CORTE.....	35
5.17. MUESTREO DE ROCA.....	35
5.18. CARTOGRAFÍA GEOLÓGICO-ESTRUCTURAL A DETALLE (ESCALA 1:1000).....	36
5.19. CONCLUSIONES.....	39
5.20. AGRADECIMIENTOS.....	39
5.21. BIBLIOGRAFÍA.....	41
ANEXOS.....	41

RESUMEN.

La unidad minera San Felipe se encuentra dentro del Distrito Minero Sierras Pintas. El distrito Minero Sierras Pintas se encuentra dentro de la caldera San Felipe de 70 x 55 Km, en cuyo borde occidental se encuentran otras tres calderas de menor tamaño, ubicado en la parte norte de la península de Baja California.

En el presente informe comento las tareas y trabajos que realice en la compañía Minera Real de Ángeles S.A. de C.V. Unidad San Felipe perteneciente al Grupo Frisco, con el objetivo de realizar prácticas profesionales para reforzar el conocimiento obtenido en mis estudios universitarios en la carrera de Geología en la Universidad de Sonora, Las tareas que explico a continuación las realice con ayuda de Geólogos, Perforistas, Técnicos y Trabajadores del área de Geología de Exploración.

En este trabajo explico definiciones y la metodología de lo que realice en mi estancia de practicante, lo más breve y conciso para que el lector tenga una buena comprensión y lectura.

1. INTRODUCCIÓN.

1.1. Objetivo de la Práctica.

Consolidar la formación profesional de los estudiantes de geología a través de aprendizaje que les permita desarrollar competencias profesionales en contextos laborales vinculados estrechamente con su formación, que integre los conocimientos, habilidades y aptitudes adquiridos en el aula.

1.2 Información general de la empresa.

Minera Frisco inició la explotación de varias minas en el estado de Chihuahua en la segunda mitad del siglo XVII de acuerdo con los registros de Fray Juan de Torquemada.

En los primeros años del siglo XX la compañía inglesa The Mariner Mines of México, trabajó algunas minas, entre ellas San Francisco.

1962 Como resultado de la nueva Ley Minera, empresas extranjeras y mexicanas se asocian para constituir Minera Frisco, S.A.

1972 Inicia operaciones Minera Lampazos con la explotación de minerales de plata (la unidad cerró en 1987)

1978 Inicia operaciones minera Cumobabi, S.A. de C.V. explotando minerales de cobre y molibdeno (cerró en 1989)

1980 Inicia operaciones Minera Maria en el municipio de Cananea en Sonora, explotando minerales de cobre (cerró en 1981)

1985 Se constituye Empresas Frisco, S.A. de C.V. siendo adquirida por Grupo Carso

1994 Inicia operaciones Compañía San Felipe en Baja California (cerró en 2001)

1998 Se adquiere Minera Tayahua (51%) ubicada en Mazapil, Zacatecas

- 2001** Se crea la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) "Reserva San Francisco del Oro"
- 2004** Inicia operaciones la segunda etapa de Minera María, explotando minerales de cobre para la producción de cátodos
- 2008** Inician operaciones la unidad Asientos en Aguascalientes y la unidad El Coronel, en Zacatecas, la cual produce barras de doré de oro y plata.
- 2010** A partir del segundo semestre Frisco inició un programa inversión en seis proyectos que contemplan tanto expansiones como nuevas unidades mineras.
- 2011** En enero Minera Frisco S.A.B. de C.V. empezó a cotizar en la Bolsa Mexicana de Valores..
- 2012** Se realizaron importantes avances en los proyectos, tanto en las expansiones como en los nuevos proyectos. En diciembre se concluyó la adquisición de la mina Ocampo y los proyectos Venus y Los Jarros.
- 2013** Inician operaciones los proyectos El Porvenir y Concheño, así como también el arranque de operaciones de las expansiones en las unidades El Coronel y San Felipe
- 2014** Inicia la etapa de consolidación de los nuevos proyectos y de sus expansiones.

1.3 Actividades de la empresa en Exploración.

Como actividad cotidiana, en las diferentes Unidades en Operación del Grupo Frisco, se continúa con la Exploración tanto con obra directa como con Barrenación a Diamante y/o con Circulación Inversa, para este efecto se cuenta con un presupuesto destinado para los nuevos desarrollos encaminados al cambio de clasificación de los Blocks de Recursos además de que cada mina en Operación cuenta con máquinas de perforación. Asimismo, dentro de la organización se cuenta con un área destinada a la perforación con Diamante y Circulación que da servicio a las diferentes minas y/o proyectos en desarrollo donde se cuenta con 8 perforadoras a diamante y 6 de circulación Inversa

Unidad San Felipe se encuentra en el estado de Baja California, es explotada por tajo abierto y su mineral es beneficiado mediante lixiviación en camas. Su capacidad nominal de trituración al cierre del año 2012 fue de 7,500 toneladas por día. En el segundo trimestre de 2013 inició operaciones el proyecto de expansión el cuál consistió en la construcción de un nuevo tren de trituración, formación de camas y planta Merrill Crowe. A finales del 2014, se realizaron mejoras en el circuito de trituración, lo que permitió un incremento en su capacidad de 22,500 a 37,000 toneladas por día. Esta unidad produce barras doré con contenidos vendibles de oro y plata.

1.4. 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 Real de Angeles S.A. de C.V. Unidad San Felipe Grupo Frisco.

, en particular en la descripción de núcleos en el área de Geología de Exploración 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 Real de Angeles S.A. de C.V. Unidad San Felipe Grupo Frisco es una compañía que se interesa en preparar profesionistas, y que cuenta con estancia para recibir practicantes de la universidades y se nos da la oportunidad de realizar trabajos que como geólogo uno experimentaría en una jornada laboral 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.

1.5 Método de Trabajo.

La realización del presente trabajo se realizo en diferentes etapas las cuales pueden ser descritas de la siguiente manera, 1) Recopilación bibliográfica, 2) Trabajo en el área de núcleo 3) Trabajo de campo.

1) Recopilación Bibliográfica.

Antes de llegar a la compañía minera se realizo una recopilación de trabajos previos y tesis referentes al distrito minero. Y también al llegar se me dio bibliografía del área para conocer su geología.

2) Trabajo en área de núcleo.

En el área de núcleo se realizo la descripción de muestras de rocas, pero antes de comenzar a describir la roca se me dio instrucciones de las cajas porta testigos y del tipo de litología con la que se cuenta en el área, ya que se cuenta con una "Litoteca" donde se pueden ver en muestra de mano los tipos de roca que hay en el

distrito minero y en las áreas de interés económico.

3) Trabajo de campo.

Realice muestreos para análisis metalúrgicos y también realice cartografía geológico-estructural escala 1:1000.

1.6 Antecedentes Unidad San Felipe.

1.6.1.- Historia

De acuerdo a informes antiguos, la primera actividad minera en el distrito se remonta a 1904 cuando el Sr. Fernando Macías descubrió la veta Moctezuma donde realizó pequeños trabajos hasta 1930; año en que se vendió a San Francisco Mines of México Limited a través de CIMSA quien desarrolló obras a pequeña escala hasta 1937, donde cesaron los trabajos por no tener reservas suficientes. FRISCO efectuó los primeros reconocimientos geológicos a finales de 1984 y para 1986 llevó a cabo trabajos de geología regional; y no fue hasta 1988 cuando se efectuaron trabajos de detalle y muestreo. En 1989 cede los derechos a Minera Real de Ángeles, S.A de C.V, iniciando trabajos de exploración directa y barrenación hasta 1991; los estudios concluyen para 1992 con la interpretación del modelo geológico y cubicación de reservas minerales de Au y Ag. En 1993, FRISCO a través de Compañía San Felipe S.A de C.V. inicia la construcción de la planta de beneficio y preparación del minado subterráneo, siendo hasta 1994 cuando se inicia la explotación de la veta Sinaí en la mina del mismo nombre.

1.6.2.- Trabajos previos

A nivel regional, el área del distrito minero San Felipe, el Golfo y la Península de Baja California; han sido documentados en una gran variedad de estudios en la literatura geológica de Baja California.

Algunos trabajos relevantes son los siguientes: Lomnitz et al., 1970; Elders et al., 1972 y Halfman et al., 1984; coinciden en sus trabajos que depresiones morfológicas, tales como el Salton Sea, la cuenca de Cerro Prieto en el Valle de Mexicali y la costa plana de San Felipe están relacionadas a la actividad de fallas laterales (lateral shear faults), tales como el sistema San Andrés-Imperial y las fallas Cerro Prieto y San Miguel. Spencer y Normark, 1979; proponen que el Golfo de California se formó primero como un rift continental orientado NW-SE (de alrededor de 12 a 4.5 Ma) cuando el sistema transforme Tosco-Abreojos fué activo a lo largo de la costa oeste de Baja California. Gastil et al., 1981; observó rocas tonalíticas cretácicas y batolíticas dioríticas intrusionando secuencias carbonatadas, clásticas y menormente volcánicas del Paleozoico al Mesozoico medio, de afinidad eugeoclinal. Atwater, 1970; Mammerickx y Klitgord, 1982 y Atwater, 1989; afirman que el Golfo de California es el clásico ejemplo de una transición de un margen continental activo a un régimen de extensión litosférico resultando en la formación de un rift y el establecimiento de un nuevo límite entre

las placas Pacífico y Norteamérica y que la subducción terminó progresivamente como un resultado de la migración del punto triple Pacífico-Farallón-Norteamérica hacia el sur.

Stock et al., 1991; habla de la formación de un sistema de rift extensional y cuencas pull-apart de la Provincia Extensional del Golfo asociado a eventos tectónicos en el límite entre las placas Pacífico y Norteamérica. Sawlan, 1991 y Martín-Barajas et al., 1995; reportan en sus trabajos que rocas volcánicas neógenas del NE de Baja California, concentradas en algunas provincias volcánicas principales como son la Sierra La Tinaja y la provincia Volcánica de Puertecitos, registran la transición de la subducción oeste de la Península de Baja California al rifting en el Golfo de California. Stock y Hodges, 1990; Stock et al., 1996; Nagy, 1997 y Lewis y Stock, 1998; afirman que la mayoría de las ignimbritas ampliamente distribuidas entre el Mioceno tardío y el Plioceno, documentadas en la Provincia Volcánica de Puertecitos, sirven como base para la reconstrucción de la historia del fallamiento extensional durante la apertura temprana del Golfo de California. Martín-Barajas, 2000; considera que la evolución del volcanismo en la provincia extensional del Golfo refleja el cambio de un régimen de subducción al desarrollo de un rift continental y a un rift oceánico con transferencia de la península a la placa Pacífico durante el Mioceno tardío-Plioceno.

2. GEOGRAFIA.

2.1. Clima.

El clima de acuerdo a la clasificación de Koppen es del tipo desértico seco con una media anual de 21.5°C. Durante los meses de Mayo a Octubre el clima es calido con temperturas de 30°C a 54°C siendo las máximas en Julio y Agosto con temperaturas de 45°C a 54°C, en el periodo de Noviembre hasta Abril la temperatura varia de 5°C a 30°C.

El promedio de precipitación pluvial es de máximo 10mm de Agosto a Octubre y en algunos años la precipitación es baja o nula. La vegetación es escasa, siendo los principales el mezquite palo fierro, ocotillo, palo verde y algunos arbustos.

2.2 Fisiografía.

La unidad se encuentra en la provincia de Sierras Sepultadas, Subprovincia del Desierto de Sonora y los rasgos que la caracteriza son: Amplias planicies aluviales interrumpidas por cadenas de montañas complejas (Sierra Cucapah, Sierra Las Tinajas y la Sierra Las Pintas), con una orientación noroeste-sureste. Además se encuentras grandes lagunas marginales e islas en la zona de costa, en las planicies se encuentras sedimentos fluviales cubiertos parcialmente de arenas eólicas.

2.3. Localización del área de estudio.

El distrito minero de Sierras Pintas, se localiza en la porción noreste del estado de Baja California, a 125 km al sureste de Mexicali, a 65 km al noroeste del puerto de San Felipe. Su acceso se realiza por la carretera federal No. 5 Mexicali-Crucero del Valle (El Chinero)-San Felipe, hasta el kilómetro 123, donde se toma una desviación hacia el oeste de 5 kilómetros por un camino de terracería.

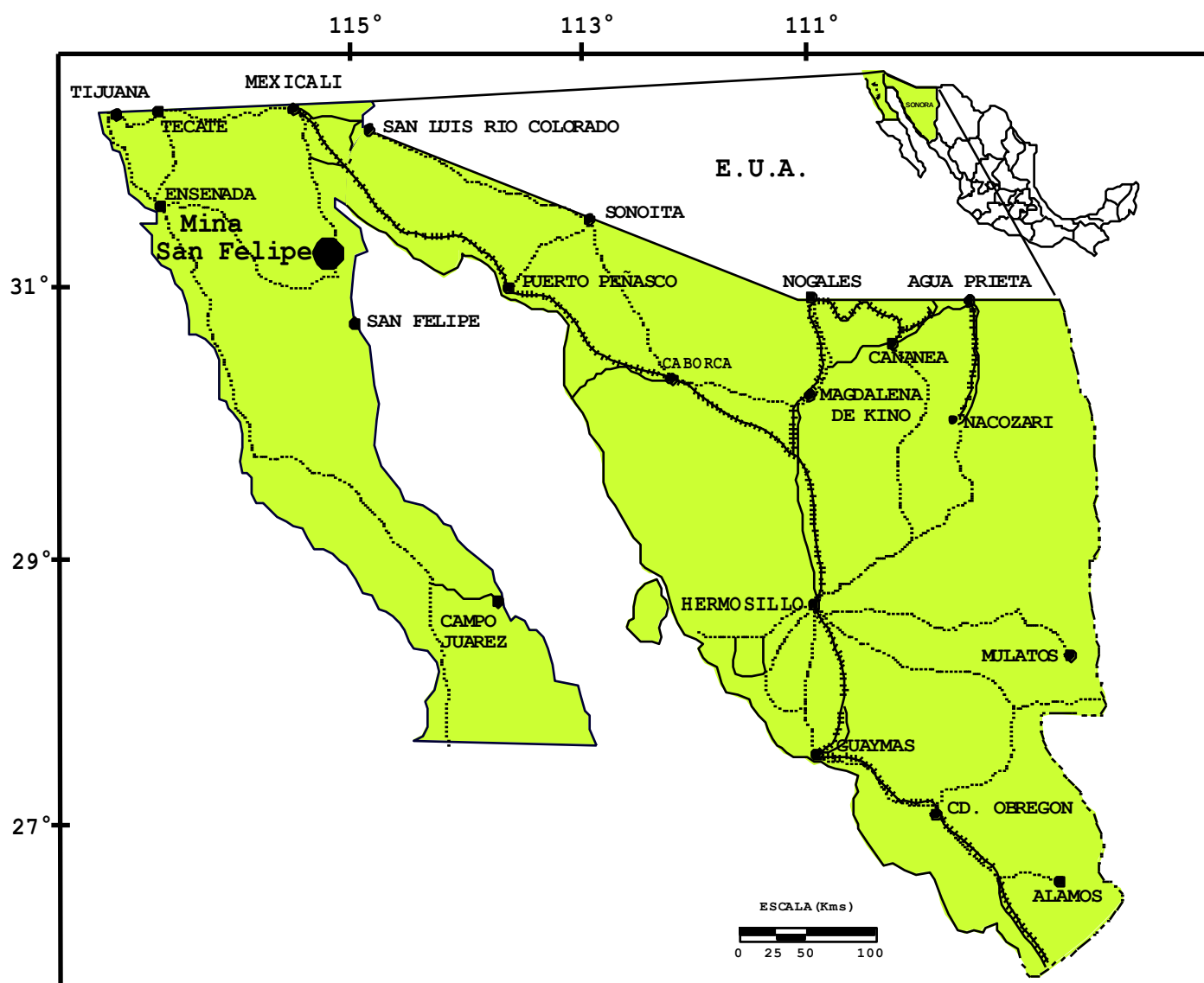


Figura 1. Ubicación de la unidad minera San Felipe, Descripción general del proyecto Unidad San Felipe. IBARRA-SERRANO,A,2002.

3. GEOLOGÍA.

3.1. Geología regional.

La parte del norte de la península de Baja California está dividida en tres grandes grupos de rocas Prebatolíticas, Batolíticas y Postbatolíticas, las rocas Prebatolíticas están divididas en 3 cinturones:

Cinturón Nororiental (Paleozoico) formado de diversas rocas metamórficas agrupadas en un complejo metamórfico que se encuentran en afloramientos discontinuos a lo largo de la parte oriental de la península. Cinturón metamórfico nor-central (Triásico-Jurásico), constituida de rocas metamórficas que difieren en características de la paleozoicas y afloran en la porción central de la península, principalmente en la Sierras de Juárez y San Pedro Mártir y Cinturón Occidental, arco volcánico Alisitos (Triásico-Cretácico Medio), caracterizado por un conjunto de rocas volcánicas, volcanoclasticas y sedimentarias estratificadas, que afloran en la parte occidental de la porción norte de la península.

Las rocas batolíticas están formadas por intrusivos de diversas composiciones, principalmente tonalitas, granodioritas y granitos del Cretácico y forman parte del batolito de Baja California que es la continuación hacia el sur del peninsular-Ranges Batholith en California U.S.A. Las rocas postbatolíticas están compuestas de rocas volcánicas, volcanoclasticas de diversas composiciones, del Terciario y basaltos del Cuaternario, así como rocas sedimentarias del Cretácico Superior, Terciario y Cuaternario.

La unidad San Felipe se encuentra dentro del distrito minero Sierras Pintas que a su vez se encuentra en el Cinturón Nororiental Paleozoico, las rocas del complejo metamórfico afloran discontinuamente desde la línea divisoria al W de Mexicali hasta la Bahía de Camalajue. En el área de la unidad minera el complejo metamórfico está constituido de esquistos cuarcitas, areniscas, pizarras y filitas, calizas recrystalizadas con pedernal, estas rocas están plegadas, además de metavolcanicas, cuya edad es reportada como Paleozoico Superior (Carbonífero) y constituyen el basamento.

Estas rocas fueron derivadas del metamorfismo regional de una antigua secuencia sedimentaria, son correlacionadas litológicamente con rocas existentes en varias localidades de California U.S.A. (Coyote, Sta Rosa Mountains, San Jacinto)

El complejo metamórfico se encuentra afectado por varios cuerpos intrusivos del Cretácico, de diversas composiciones, granodioríticas, granitos, adamelitas y tonalitas que afloran al noroeste y sur-sureste de la Sierra de Las Pintas y forman parte del Batolito de Baja California.

Las rocas volcánicas se encuentran asociadas a la caldera San Felipe, de 70 x 55 km. En cuyo borde occidental se encuentran tres calderas de menor tamaño y abarca la Sierra de las Pintas, Sierra La Tinaja y la Parte Sur de la Sierra de Juárez. Las rocas volcánicas fueron depositadas discordantemente sobre la paleosuperficie del complejo metamórfico, son de composición andesítica que incluyen andesitas, andesitas porfídicas, tobas andesíticas y andesitas aglomeráticas (lahars), del Terciario Inferior.

El contacto del complejo metamórfico-andesita puede ser el piso de la caldera de colapso, con andesitas precalders depositadas sobre el metamórfico seguido del colapso de la caldera. Sobre andesitas se tiene una secuencia de riolitas, tobas riolíticas con intercalaciones de vitrófidos del Terciario que corresponden a la erupción de ash flows. Toda la columna geológica está intrusionada por diques y domos riolíticos, breccias de explosión, diatremas así como de diques de andesitas y andesitas basálticas del Terciario Superior-Cuaternario. En la parte central y bordes de la caldera existen basaltos y andesitas basálticas.

La unidad San Felipe se encuentra en el borde sur sureste de la caldera San Felipe.

El Golfo de California se ubica en la zona limítrofe de las placas: Pacífica y Norteamericana, los movimientos de las mismas han provocado movimientos de la litosfera, hacia el suroeste de la unidad se encuentra la falla Agua Blanca de rumbo NW 70° SE que cruza la península. El origen de esta falla está relacionado a la subducción de la placa farallón y la dorsal que le dio origen en la trinchera ubicada al oeste del continente durante el Mesozoico.

Una serie de grandes fallas de rumbo general NW 20° SE sensiblemente paralelas al sistema de fallas de San Andrés, se encuentran limitando a la Sierra de Juárez con la Laguna Salada y circulares (ring fracture) asociadas con actividad hidrotermal y otro sistema perpendicular (radial) que corta al anterior.

Mapa Geológico Regional

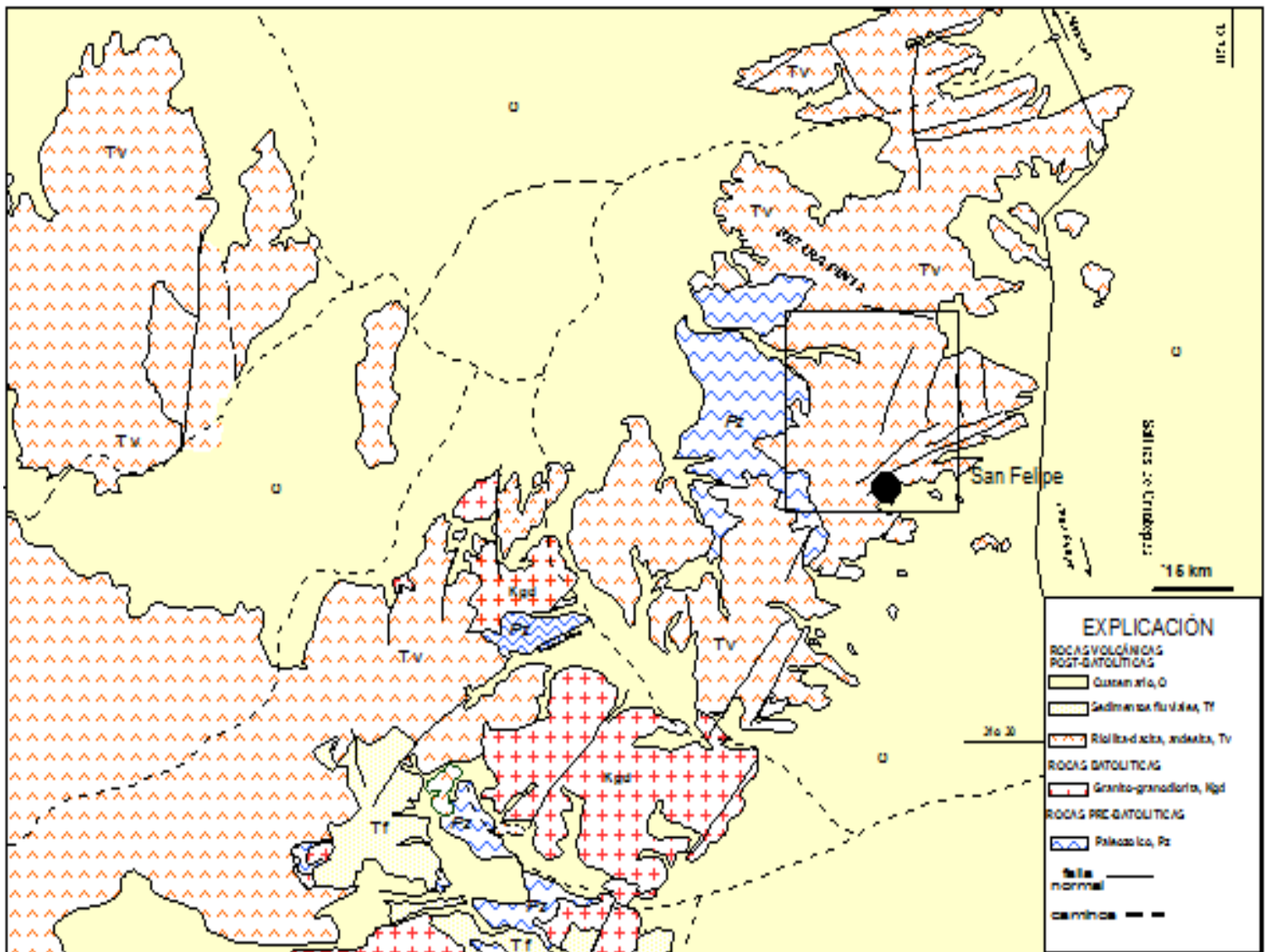


Figura 1. Mapa Geológico Regional. Mineralización de Pb, Zn (Au, Ag, Cu) Relacionada a brechas freatomagmaticas en el distrito San Felipe, Baja California y su relación con la etapa extensional del golfo de california, Universidad de Sonora, Departamento de Geología Tesis nivel Maestría. ORTIZ-ESPARZA,J.O., 2007.

3.2. Geología Local.

Litología.

La unidad San Felipe se encuentra localizada en el franco sur de la Sierra Las Pintas. Las rocas que afloran en el área son: un complejo metamórfico del Paleozoico, andesitas del Terciario, riolitas y tobas riolíticas del Terciario, Breccias de explosión del Terciario, diques y domos riolíticos del Terciario Superior, diatremas del Terciario Superior y diques de andesita y andesita basáltica del Terciario-Cuaternario. Estas rocas han sido divididas en 10 unidades.

Mineralización.

Estructuras mineralizadas se encuentran en vetas, diseminados, breccias de explosión, domos riolíticos, diatremas.

La mineralización ocurre en tres etapas:

La primera es la más antigua y se encuentra en vetas de bajo ángulo. Los minerales son oro nativo en tamaños de 5 a 50 micras, electrum, electrum argentífero de 3 a 30 micras, aguilarita de <10 a 60 micras, stromayerita, argentita, naumanita, calaverita y otros sulfuros.

La segunda etapa está en vetas de alto ángulo, diatremas-breccias de explosión y domos riolíticos, la mineralización es de Ag-Pb-Zn-Au.

Una posible tercera etapa es la más reciente, en una breccia de explosión, en una zona de jaspes hematíticos con óxidos y sulfuros de Cu y Cu nativo y en vetas de alto ángulo de cuarzo, calcita, barita, fluorita emplazadas en el complejo metamórfico, estas estructuras con mineralización polimetálica de Au-Ag-Pb-Zn-Cu.

Geología estructural.

El yacimiento ha sido afectado por un intenso tectonismo, primero por fallamiento de bajo ángulo (20°-30° al NW) que afectan a la veta produciendo un retrabajo así como al bajo y al alto donde se desprenden algunas de tipo lístrico. Un sistema de grandes fallas de rumbo NE 25° - 30° SW y echados de 60° a 80° al SE, como son las fallas Moctezuma.

Mapa Geológico Unidad San Felipe.

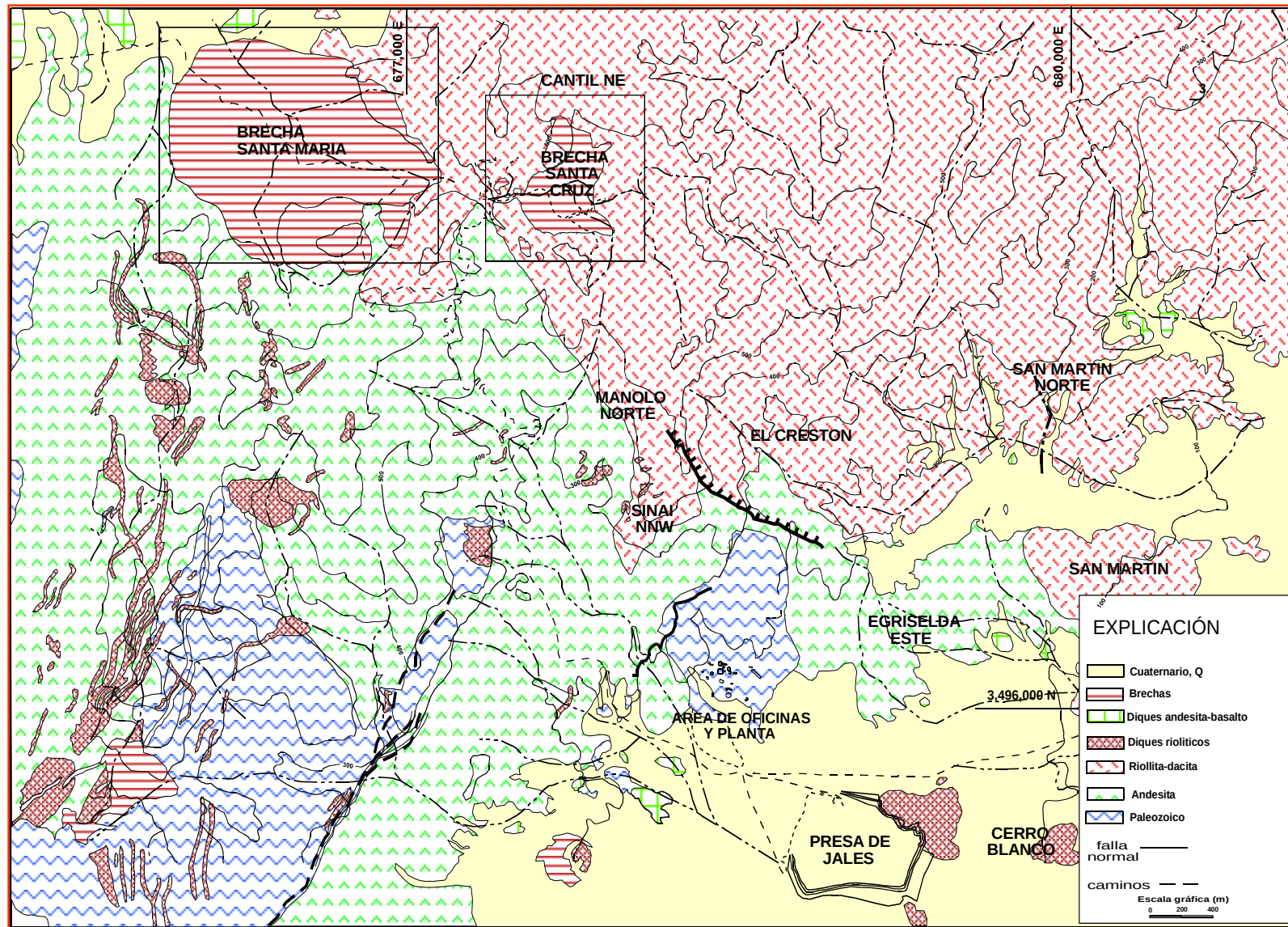


Figura 2 Mapa geológico Unidad Minera San Felipe. Mineralización de Pb, Zn (Au, Ag, Cu) Relacionada a brechas freatomagmaticas en el distrito San Felipe, Baja California y su relación con la etapa extensional del golfo de california, Universidad de Sonora, Departamento de Geología Tesis nivel Maestría. ORTIZ-ESPARZA,J.O., 2007.

3.3 Columna estratigráfica

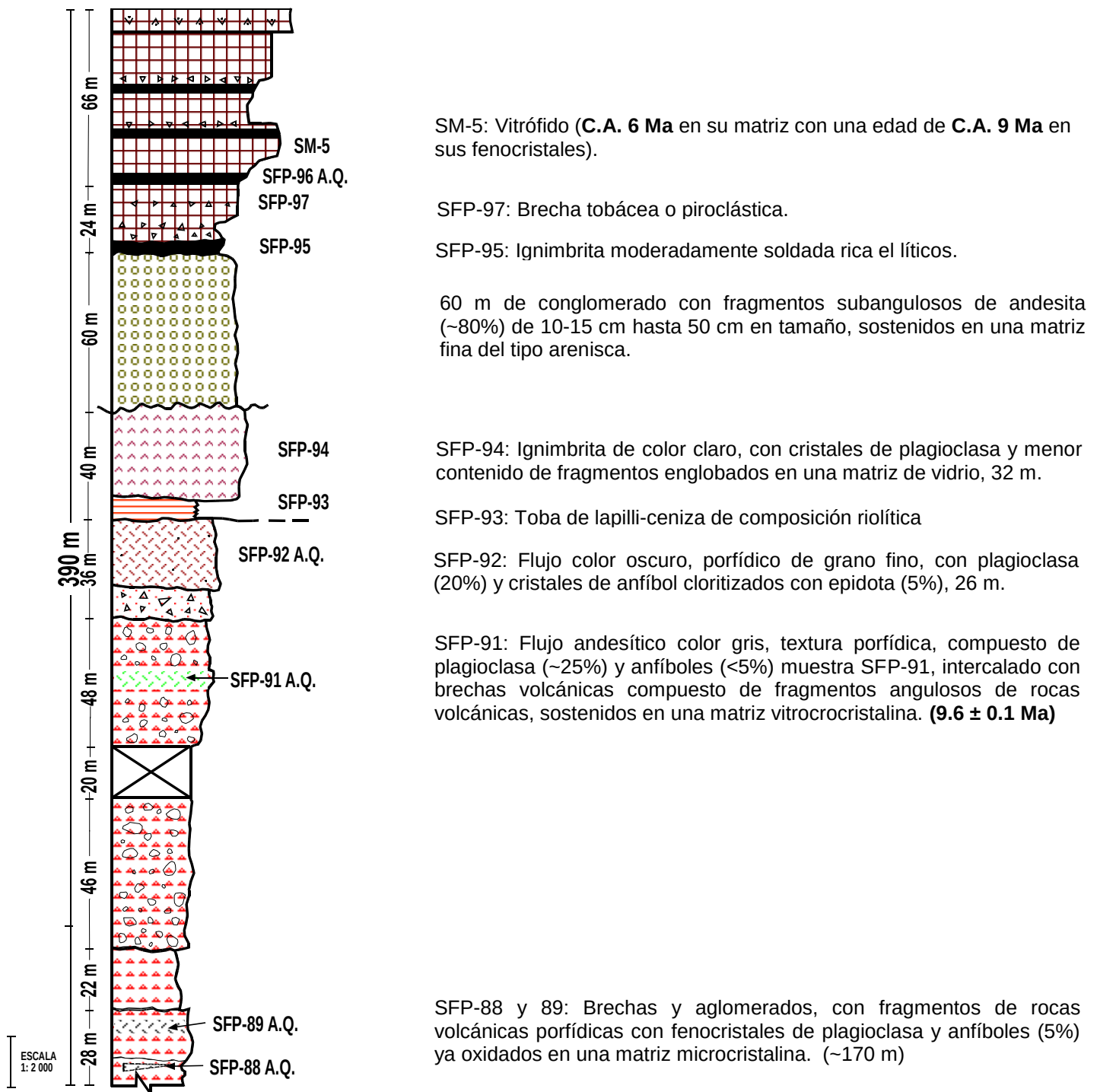


Figura 3. Sección geológica-estratigráfica Santa María Unidad San Felipe. Mineralización de Pb, Zn (Au, Ag, Cu) Relacionada a brechas freatomagmáticas en el distrito San Felipe, Baja California y su relación con la etapa extensional del golfo de California, Universidad de Sonora, Departamento de Geología Tesis nivel Maestría. ORTIZ-ESPARZA, J.O., 2007.

4. YACIMIENTOS MINERALES.

4.1. Tipo de yacimiento

Los depósitos epitermales pueden definirse como aquéllos formados cerca de la superficie (<1 km de profundidad), a temperaturas de bajas a moderadas, entre aproximadamente 150 y 300 °C, a partir de fluidos hidrotermales predominantemente meteóricos, con salinidades menores que 10% de NaCl equivalente, y considerados tradicionalmente como hospedados dentro de secuencias de rocas volcánicas, regularmente terciarias y relacionadas con la intrusión de cuerpos ígneos subvolcánicos. También, se habla de la similitud que existe en el marco tectónico, roca hospedante, alteración, mineralización, sistema hidrológico y condiciones de formación que se tiene entre los sistemas geotermales activos y los epitermales, aludiendo que los últimos son en realidad sistemas fósiles de los primeros, en donde los fluidos magnéticos como ha sido sugerido recientemente por Giggenbach (2003) y por White y por Hedenquis (1995). También, se conoce que este tipo de depósitos guarda un número de características distintivas, como es la presencia de cuarzo calcedónico, calcita, pseudomorfos de cuarzo en calcita, minerales de alteración, estructuras de relleno, crustificación brechas multifásicas, estructuras de pastel (cockade breccias), estructuras de hidroracturamiento, vuggy, stockwork, vetas, etc., y una serie de elementos específicos relacionados, incluyendo Au, Ag, As, Sb, Hg, Se, Te, Tl, Pb, Zn y U. Todas estas características pueden ocurrir de manera individual o agrupadas, y han sido extensivamente utilizadas para crear modelos del tipo hot spring y open-vein, ampliamente usados en la exploración y evaluación de distintos distritos a nivel mundial durante los años ochenta y noventa (Buchanan, 1981; Berger 1985, 1986).

Alteración hidrotermal.

En el yacimiento mineral se ha desarrollado un patrón de alteración hidrotermal que ha afectado a las rocas encajonantes de las vetas de bajo y alto ángulo. El estudio de varias muestras tanto de la veta principal como de la roca encajonante muestran fluidos tempranos fueron relativamente reducidos, neutral a alcalinos, salmueras ricas en cloro y fueron responsables de merasomatismo potásico observando en las rocas encajonantes y deposición de anhidrita. Este conjunto de alteración feldespato potásica-anhidrita fue cortada después de un periodo de tiempo por vetillas de marcasita y pirita.

Alteración Supergenica.

La alteración supergenica más fuerte se presenta fuera del yacimiento en la secuencia de tobas riolíticas en las partes topográficamente más altas con una intensa oxidación que da lugar a una coloración rojizo muy fuerte y que da el nombre de Sierra Las Pintas.

5. Desarrollo de práctica profesional en la Mina.

5.1. Perforación con diamante.

La perforación con diamante es aquella perforación que se hace utilizando una broca diamantada para perforar la roca obteniendo un testigo de la misma, el cual es extraído, registrado y colocado en cajas porta-testigos para debida protección y almacenamiento dentro del almacén de testigos. Para la perforación se usan brocas diamantadas, pues el diamante es el material existente con mayor dureza y conductividad térmica sobre el planeta, lo cual le permite actuar como herramienta de corte con gran efectividad para cortar la roca que se requiere y extraer convenientemente las muestras o testigos del yacimiento mineralizado.

La perforación con diamante puede ser usada en una etapa muy temprana, para delinear cuerpos mineralizados, determinar si la mineralización profundiza, verificar las leyes y determinar recursos mineralizados dentro de un yacimiento o proyecto minero. De igual forma puede usarse también en una etapa posterior para ampliar las reservas existentes o puede tratarse de perforaciones en mina que sirven como perforaciones de control (para producción) o perforaciones confirmatorias en profundización de interior mina para ubicar nuevas reservas minerales.

El equipo básico de perforación de diamante se compone principalmente de una unidad de rotación, bomba de agua y lodos, paneles de comando y una unidad de fuerza (generador) o en caso de no contener generador se tienen las perforadoras que funcionan por combustible diesel.

El mecanismo es sencillo, el sistema de rotación genera el torque apropiado que empuja con fuerza generando el avance de la perforación, mientras que el sistema de lubricación y refrigeración mantiene el flujo y la presión suficientes para refrigerar la corona y permitir la extracción de las muestras. Los componentes son livianos para facilitar el desplazamiento de los equipos de perforación. De igual forma las barras de perforación se presentan en múltiples medidas para satisfacer las especificaciones de la compañía, HQ-100mm, NQ-76mm, BQ-51mm o TT-46 según sea la necesidad a programarse.

El agua bombeada por dentro de las barras huecas impide que se caliente la broca a la vez que remueve hacia la superficie el recorte producido por la abrasión de los diamantes contra la roca.

5.2. Sarta de perforación.

Barriles.

Es el accesorio de mayor importancia en la perforación a diamante, ya que es el colector de la muestra, existen varios tipos de barriles que se pueden dividir en dos grandes grupos; los convencionales y los tipo Wire Line.

Barriles Muestreadores tipo wireline.

El sistema Wire Line fue el desarrollo posterior a los barriles convencionales, partiendo del doble giratorio, con modificaciones en la cabeza, que con un aditamento (pescador) permite extraerlo del barreno por medio de un cable, sin sacar tuberías constantemente, evitar al operador la fatiga excesiva por manejo de tuberías, reducir tiempos muertos. Estas son utilizadas en las maquinas HYDX-6.

El pescador.

Complementando el funcionamiento positivo del barril de muestreo, el pescador C funciona con precisión sin piezas accionadoras externas. Esta innovación emplea un mecanismo para soltar por pasos. El pescador es activado levantando y bajando repetidamente el Wireline un tramo corto. Esto permite que el mecanismo de etapas avance según un ciclo preestablecido y suelte después de determinado número de intervalos.

Tubería.

Se cuenta con tubería de 3.05 m que se unen con una rosca que tiene en el area superior del tubo, es importante colocar grasa en la rosca del tubo para que estas al momento de apretar no se “capen” y halla una buena lubricación.

Rima.

Es un instrumento que va lijando las paredes del barreno, también es diamantada y tiene un diámetro mayor que el resto de la tubería.

5.3. Perforación con broca de Diamante en Unidad San Felipe.

En unidad San Felipe, se cuenta con unas líneas de sección con un rumbo S54°E y en base a estas líneas de sección se hace la programación de barrernos.

En el área de Geología de Exploración actualmente operando se tienen 5 máquinas perforadoras de diamante conocidas de la siguiente manera.

China 1
China 2
China 3
Diamec.
Termita.

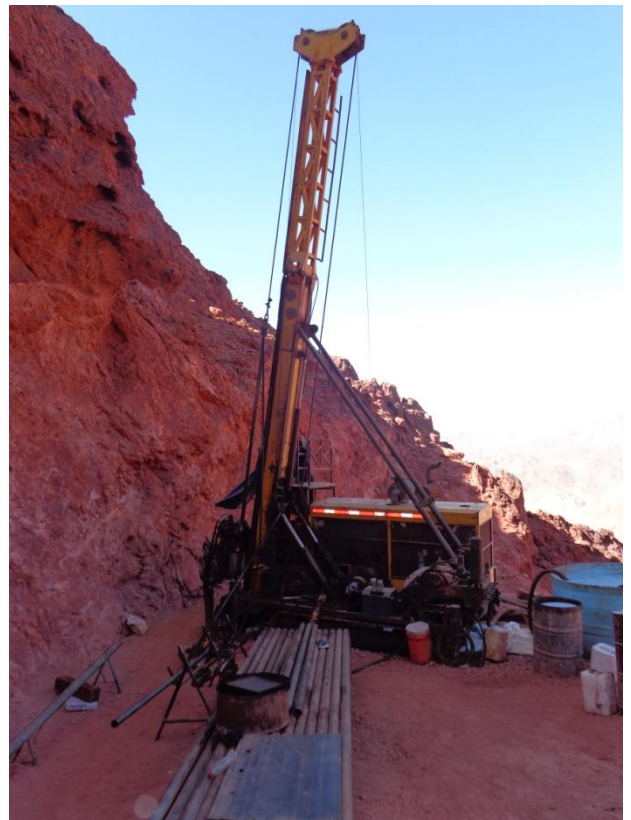


IMAGEN 1. Perforadora de diamante, Modelo HYDX-6

Las maquinas perforadoras “Chinas” (Modelo HYDX-6). son máquinas de tamaño grande que funcionan con combustible, estos equipos se programan para diferentes profundidades depende de la línea de sección y el área donde se colocan.

Puede inclinación y perforación vertical. Es una plataforma equipada con brocas de diamante, que puede ser utilizado en los campos de la geología, la metalurgia, la minería del carbón, la industria nuclear y la medición de la hidrología. Se trata de una excelente plataforma de perforación China para perforación BQ, NQ, Y HQ. Los equipos “Diamec” solo perforan con diámetro TT-46 y la “Termita” funciona con energía eléctrica.

Las maquinas perforadoras se encuentran ubicadas en diferentes puntos y para movilizar la máquina perforadora contiene un par de orugas que les permite llegar al lugar donde se ocupa que perforen, pero para que sea más estable este trabajo, se realizan planillas de perforación donde se hacen pequeñas voladuras para remover la roca, esto se hace si la roca es dura para que el tractor pueda realizar la planilla de perforación.

Una planilla de perforación es un lugar valla la redundancia plano que debe de tener el suficiente espacio para que la máquina perforadora este estable y se pueda perforar en el área ya planeada y vista en gabinete en las secciones ya comentadas. En ocasiones por las condiciones del terreno no se puede realizar una planilla tan estable.

Estas perforadores fueron diseñadas para proporcionar movimiento rotacional y longitudinal a una sarta de barras huecas que llevan en su extremo inferior una broca con diamante montado o impregnado, los cuales actúan como cortadores, estas maquinas normalmente son capaces de hacer barrenos en diferentes grados de inclinación alcanzando -90° y a grandes profundidades.

El trabajo de un geólogo en esta área es muy importante porque los perforistas solo operan la maquina a lo que el geólogo les indica, ya que se les dice donde ubicar el barreno, cuando pararlo, y con qué tipo de roca se están encontrando para que ellos se den una idea de lo que están haciendo.

La barrenación es un método directo de exploración, ya que nos permite ver lo que hay más allá pues nos entrega un testigo sobre el cual los geólogos podemos trabajar e interpretar lo que existe en las áreas de interés y determinan la viabilidad de un proyecto o bien la toma de decisiones para otro objetivo.

5.4. Procedimiento diario de obtención del núcleo perforado.

El núcleo es la roca extraída por las maquinas perforadoras.

Todas las mañanas se reúnen los perforistas en un área donde se les da platicas seguridad para que se eviten accidentes en el trabajo y que no haya perdidas tanto de personal ni de material utilizado en la máquinas, también los geólogos acuden para recoger un reporte diario que los perforistas realizaron donde explican cuantos metros barrenaron el día anterior, cuanto recuperaron, cuantas horas se invirtieron en cada trabajo realizado y también ponen comentarios si es que tuvieron alguna dificultad para no proceder de forma normal la perforación.

El reporte de perforistas contiene lo siguiente:



IMAGEN 2. Núcleo de Brecha de Explosión.

5.5. Hoja de reporte diario de perforistas.

FECHA:		BARRENO No	
PROYECTO:		PERFORDORA No	
LUGAR:		ODO. INICIAL.	
TURNO:		ODO. FINAL.	
COMPRESOR:			
OTRO EQUIPO:			

DE	A	TOTAL	RECUPERADOS	COMENTARIOS	BROCA	No.SERIE
					HQ	
					NQ	
					BQ	
					RIMA	
					HQ	
					NQ	
					BQ	
					ZAPATAS	
					METROS	
					PERFORISTA	
					AYUDANTES	

DISTRIBUCION DE TIEMPO PERFORADO	HORAS	INSUMOS.	UNIDAD.	CANTIDAD.
Y TRABAJOS ESPECIALES.		DIESEL.	LTS.	
PERFORANDO.		GRASA.	KG.	
RIMANDO.		ACEITE.	LTS.	
COLOCANDO ADEME O TUBOS.		BENTONITA.	KG.	
SACANDO ADEME O TUBOS.		POLIMEROS.	LTS/KG	
CEMENTANDO BARRENO.		OTROS.		
PERFORANDO CEMENTO.				
LIMPIANDO BARRENO.				

	TIEMPO SIN BARRENAS.	HORAS.	OBSERVACIONES.
PESCANDO.			
MANTENIMIENTO DE EQUIPO.	FALTA DE MARCAJE BARRENO		
ARRASTRE A PLANILLA.	FALTA PLANILLA.		
DESVIACION DE BARRENO.	FALTA DE ACCESO.		
TENDIDO DE TUBERIA PARA AGUA.	FALTA DE ENERGIA ELECTRICA.		
TRASLADO INICIO DE TURNO.	FALTA DE AGUA.		
TRASLADO FIN DE TURNO.	FALTA DE AIRE.		
OTROS	FALTA DE MATERIAL.		
	OTROS.		

SUMA		SUMA	
------	--	------	--

PERFORISTA	
PROFUNDIDAD AL INICIO DEL TURNO	
METROS PERFORADOS.	FIRMA DEL RESPONSABLE
PROFUNDIDAD FINAL DEL TURNO.	

TABLA 1. Hoja de reporte diario de perforistas de la unidad minera San Felipe. Descripción general del proyecto
Unidad San Felipe. IBARRA-SERRANO,A,2002.

5.6. Recolección de caja porta-testigos.

Para la recolección de las cajas se tiene que ir en una camioneta con tracción 4x4 y de preferencia un Pick up para colocar las cajas que se van a recoger en el automóvil, entonces al momento de manejar es muy importante traer el radio por que uno tiene que ir avisando porque lugares de la mina se encuentra y hacia dónde se dirige ya que en ocasiones se pasa por el área de tajo donde se encuentra maquinaria pesada.

Llegando se suben las cajas a la camioneta y se coloca la mayor al principio para que al momento de destaparlas y verificar las cajas la menor este arriba.

Ya con las cajas en la camioneta y con nuestro reporte en mano, se verifica lo anotado en el reporte por los perforistas y en los taquetes coincida lo que dice en el reporte. Si no coincide se le comenta al perforista que ha cometido un error y se soluciona en ese momento. También cuando se está verificando los taquetes en el reporte se utiliza un flexometro para medir de taquete a taquete y ver si son correctos lo metros recuperados.



IMAGENES 3 Y 4. Recolección de cajas porta-testigos.

Al mismo tiempo se observa la litología de la muestra recuperada, para ver si hay estructuras de interés, en este caso vetas o vetillas de cuarzo y también fallas ahí se realiza un quick log descripción pequeña, para realizar un reporte diario que se envía a los superiores.

5.7. Medición del Barreno (Reflex)

El réflex (figura 4) es un instrumento que nos facilita el trabajo a los geólogos por que nos permite saber si la barrenacion se está dando como se planeo, ya que nos indica la inclinación de nuestro barreno, pero hay que saber utilizarlo con cuidado y sobre todo saber cuáles son los datos que este instrumento nos proporciona.



IMAGEN 5 . Herramienta REFLEX.

El instrumento Reflex se encuentra en un estuche negro que contiene:

- 2 llaves inglesas.
- Tubo de cobre.
- Escáner que nos permite programar el barreno.
- Tres puntas con los diámetros de los barrenos HQ, NQ y BQ.

Se programa el escáner con el número de barreno que se va a medir y se le coloca la profundidad.

El instrumento réflex contiene también 3 tubos de 1.50m cada uno de estos tubos se enroscan junto con el tubo amarillo para introducirlo a la perforadora y ya que se unen nos queda una tubería de 6m.

Ya que llega al fondo del barreno se esperan unos 2 minutos para que se estabilice el Reflex y se comienza a medir hasta que el escáner dice que se puede retirar la tubería. El escáner nos da los siguientes datos.

Azimuth

Inclinación.

Campo Magnético.

Inclinación Magnética.

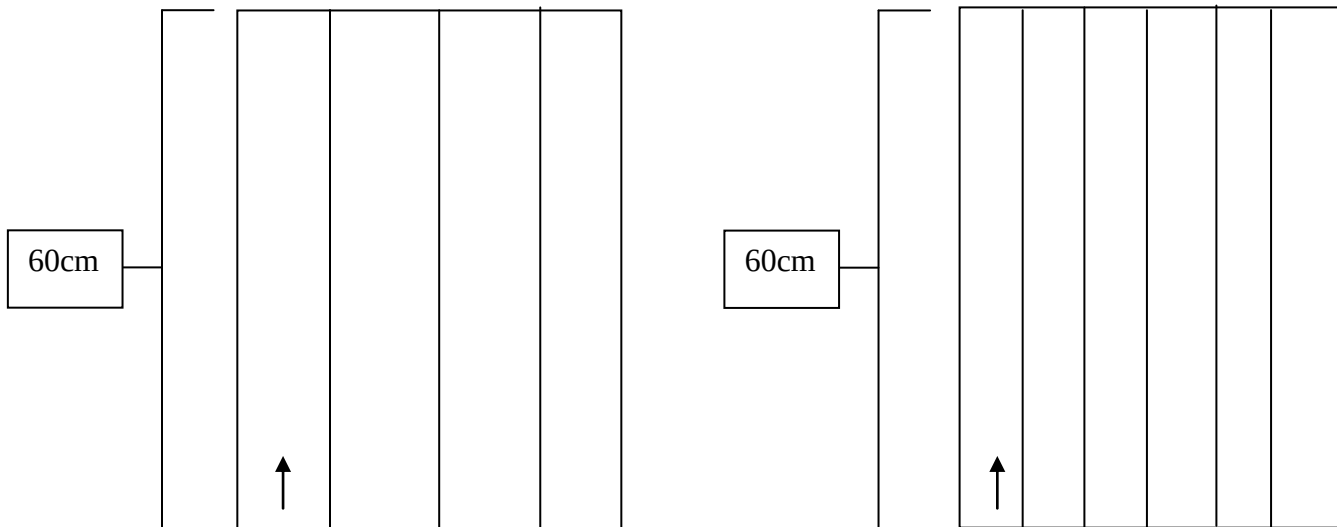
Gravedad.

Temperatura.

Se anota el número de barreno, el diámetro y la profundidad.

Ya con los datos del barreno se exportan para colocar los resultados en el archivo de cada núcleo.

5.8. Cajas porta-testigos.



Las cajas de núcleo son importantes porque nos permiten tener nuestro núcleo mejor organizado y así se hace más ágil y rápida la manipulación del núcleo. Hay dos tipos de caja unas son para diámetro grande que son cajas contienen 4 carriles que cada carril tiene una longitud de .60cm en cada caja se puede almacenar 2.40metros de núcleo para diámetro HQ y para diámetro TT-46 y BQ contiene 6 carriles y puede almacenar 3.60 metros de núcleo, las cajas por fuera contienen el nombre de barreno, proyecto, caja no, De __mts A __mts.

BARRENO: _____

PROYECTO _____

DE ____ **A** ____

CAJA No _____

Tapadera.

BARRENO: _____

CAJA: _____ →

Lados.

↑ **BARRENO:** __ **DE** __ **MTS**

CAJA: _____ **A** __ **MTS**

Frente.

5.9. Taquetes.

Se colocan cuando los perforistas sacan una corrida, se le llama corrida a lo que perforaron y lo más que puede medir es 3.05 ya que es la longitud de l tubo, los taquetes contienen la siguiente información.

D.
A.
P.
R.

Donde:

D. Comienzo de la corrida.

A. Final de la corrida.

P. Metros Perforados.

R. Metros recuperados.



IMAGEN 6. Bodega de Núcleos en su caja porta-testigo organizada por número de barreno.

5.10. Cálculo de fondo de cajas.

Cuando las cajas llegan al núcleo no contienen el fondo solo vienen con las corridas de los taquetes entonces en el área de núcleo se hace el cálculo del fondo de cajas.

1. Se coloca en la caja 1 el comienzo que es 0.00.
2. Para calcular el fondo de caja se mide el taquete mas cercano si esta igual lo recuperado y lo perforado se suma o se resta dependiendo de que taquete tomamos.
3. Si el taquete dice no recupero por completo entonces se realiza una regla de 3 lo que midió el núcleo por perforado entre lo recuperado.
- 4.

5.11. Calculo de RQD (Rock Quality Designation).

Se define como el porcentaje de recuperación de testigos de más iguales de 10 cm de longitud (en su eje) sin tener en cuenta las fracturas naturales. A lo perforistas se les pide que marquen todas las fracturas que ellos generaron y a esas se les llama fracturas inducidas.

Procedimiento para realizar el Cálculo de RQD.

- 1.- Se mide de taquete a taquete y se toman en cuenta los fragmentos mayores a 10cm.
- 2.- Se anota de los taquetes en el formato de RQD, De: A:, metros perforados y metros recuperados.
3. Con esa información podemos calcular el porcentaje de recuperación de la roca con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Recup} = \frac{\text{Metros Recuperados} \times 100}{\text{Metros Perforados}}$$

4. Con un flexometro medimos los fragmentos mayores o iguales a 10cm. Y lo anotamos en el formato en donde dice numero de segmentos mayores a 0.10cm. Ya con nuestros datos podemos hacer el cálculo de RQD.

$$RQD = \frac{\sum \text{Long.Frag} \geq 10 \times 100}{\text{Metros Perforados.}}$$

- 5.- Finalmente con el dato obtenido en base al cálculo, se tienen rangos para definir la tasa de la calidad de la roca RQD;
<25 Muy Pobre.
25-50 Pobre.

50-75 Normal.
 75-90 Bueno.
 90-100Muy Bueno.

De:	A:	Metros Perforados	Metros Recuperados	% de recuperacion	Numero de segmentos mayores a 0.10 m	Longitud total de segmentos mayores a 0.10m	% de Segmentos mayores a 0.10m	RQD (tasa de calidad de roca)
-----	----	-------------------	--------------------	-------------------	---	--	-----------------------------------	----------------------------------

Tabla 2. Formato de RQD de la unidad minera San Felipe. Descripción general del proyecto Unidad San Felipe.
 IBARRA-SERRANO, A, 2002.

5.12. Calculo de Intervalos.

- 1.- Se colocan banderillas en la caja del barreno, esto se hace para marcar muestras.
2. Dichas muestras no deben de pasar los 3 m.
3. Las banderillas se colocan a criterio del geólogo ya que se marca la muestra y se le observan varios detalles entre ellos cambios litológicos, alteración y mineralización.
- 4.- Para calcular el No de intervalo se hace tomando en cuenta el taquete que se encuentra ya sea atrás o enfrente de la muestra marcando si se toma del taquete que esta atrás se le suma lo que mide, o si ese toma en cuenta el de enfrente se realiza una resta.
5. Cuando se tienen taquetes que no recupera todo lo perforado se realiza una regla de tres.

5.13. Hoja de Muestreo.

Es un formato que se llena cuando los intervalos ya se calcularon entonces se anota el numero de muestras y de donde inicia esa corrida y donde termina, también se anota el ancho de la muestra solo realizando una resta entre el inicio y el fin de la corrida.

El formato también debe de contener dos columnas donde se colocan los resultados del laboratorio. Se colocan los estándares y duplicados. Los estándares son para saber si el laboratorio está analizando correctamente el núcleo, estos se colocan de la siguiente manera en roca donde no se tienen evidencias de mineralización estándares que dan ley alta y en rocas que se tiene la posibilidad de encontrar mineralización se colocan estándares que den ley baja. Se colocan blancos para limpiar los instrumentos del laboratorio.

Los duplicados se colocan para repetir una muestra esto es para ver si da el mismo valor en los análisis del laboratorio.

5.14. Logueo.

Antes de comenzar a realizar una descripción de núcleo, es importante contar con los materiales básicos que un geólogo debe de portar en su chaleco para mayor agilidad al ocupar cada uno de los materiales, como son; lupa, rayador o navaja,

lapicero de preferencia con puntilla 2H delgada ya sea de 0.5mm o 0.3mm, borrador, rumbera, acido cloridico rebajado al 10%, colores prisma color para darle la iluminación correspondiente al núcleo descrito.

Es importante antes de comenzar una descripción, familiarizarse con los colores que maneja la empresa para cada tipo de roca y estructuras, también es muy importante conocer las abreviaciones que se pueden realizar en la descripción del barreno.

En la compañía al momento de la descripción de un núcleo se tienen las siguientes abreviaciones y ya se le tiene especificado el color para iluminar la descripción del núcleo.

Minerales.

Código	Mineral	Color	Clave Prisma Color
Qz	Cuarzo	True Blue.	PC903
Cal	Calcita	Amarillo Limón.	PC915
Bar	Barita	Aguamarina.	PC905
Fl	Flourita	Aguamarina.	PC905
FeOx	Oxidos	Rojo Carmesí.	PC924
Py	Pirita	Rojo Carmesí.	PC924
Asp.	Arsenopirita	Rojo Carmesí.	PC924
Gal	Galena	Rojo Carmesí.	PC924
Esf	Esfalerita	Rojo Carmesí.	PC924
Cpy.	Calcopirita	Rojo Carmesí.	PC924

Tabla 3. Minerales de la unidad minera San Felipe. Descripción general del proyecto Unidad San Felipe. IBARRA-SERRANO, A, 2002.

Alteraciones.

Código	Alteración
Sil	Silicificación.
Sil.	Silicificación Pervasiva,
Arg.	Agilización
Arg. Av.	Argilizacion Avanzada.
Clor.	Cloritización.
Qz Ser.	Cuarzo Sericita
Qz K.	Cuarzo Potasio.

Tabla 4. Alteraciones de la unidad minera San Felipe. Descripción general del proyecto Unidad San Felipe. IBARRA-SERRANO, A, 2002.

EST. Estructura..

LIT. Litología.

Al momento de describir un núcleo en la compañía se tiene que saber que hay diferentes litologías las cuales son:

Complejo Metamórfico (PzCmet).

Constituidos por esquistos, areniscas, calizas recristalizadas, metavolcanicas indeferenciadas) plegadas, formando ondulaciones en su paleosuperficie, son las rocas más antiguas datadas como paleozoicos Superior. (Carbonífero). Al colocar en el log se colorea con Prisma color PC932 de color violeta.

Andesita (Ta).

Roca formada de plagioclasas, biotita, hornblenda, con variaciones, texturales, afanítica y porfídica, depositadas sobre la paleosuperficie del complejo metamórfico del Terciario. En el log se colorea con prisma color PC910 color Verde.

Riolita. (Tri)

Roca volcánica de textura afanítica fluidal de edad Terciaria, generalmente en contacto con andesitas. Se representa con prisma color PC928 color Blush Pink.



IMAGEN 7.Contacto entre Riolita y Andesita.

Toba Riolitica Verde (Ttv)

Compuesta de líticos y esferulitas pseudoestratificadas, se encuentra en contacto con las riolitas e intercaladas en las tobas riolíticas. Se representa con prisma color PC, RGB 129,86.

Toba Riolitica (Ttr)

Intercalación de tobas líticas y arenosas con pumicitas y esferulitas pseudoestratificadas, están en contacto con las andesitas y las riolitas. Se representa la hoja de log con prisma color PC 943 Burnt Ocre.

Porfído Riolítico (Tpr).

Diques y domos riolíticos de textura afanítica o porfídica, con ojos de cuarzo, afectan a toda la secuencia. Es probable la existencia de dos etapas, una premineral y otra postmineral. Se representa con prisma color PC 939 Melocotón.

Breccia de Explosión (Tbx)

Compuestas por fragmentos del complejo metamórfico, andesitas y riolitas, ocasionalmente de cuarzo, cementadas por sílice, encajonada en andesitas, riolitas y tobas riolíticas. Prisma color PC 930 Magenta.



IMAGEN 8. Nucleo de brecha de Explosión (Tbx)

Intrusivo Riolítico (Tir)

Se encuentra en dos pequeños afloramientos y ha sido cortada por obras y barrenos. Es un intrusivo riolítico hipabisal vítreo, este intrusivo parece estar relacionado a la mineralización. Prisma color PC 939 Melocotón.

Diatremas (Td)

Estructuras de gran tamaño, las diatremas-breccias están compuestas de fragmentos arrastrados del subsuelo así como de las rocas encajonantes principalmente de riolita, tobas rióliticas, complejo metamórfico y escaso de andesita, son de contornos subangulares. En tamaños desde centímetros hasta varios metros, los fragmentos más grandes generalmente son de riolita, la matriz está formada de roca remolida y hay partes donde los fragmentos están soportados entre sí autobrecciados.

Diques andesíticos (Tda)

Diques de andesita y andesita basáltica que también afectan a toda la secuencia a excepción de las breccias. Prisma color PC 918 naranja.



IMAGEN 9 . Litoteca.

Se tienen identificadas las siguientes estructuras:

Veta

Vetillas

Microvetilleo.

Vetileo Fuerte.

Vetilleo Moderado.

Vetilleo Debil.

Stockwork.

Diseminado.

Dique.

Domo.

Brecha.

Hidrofracturamiento.
Hidrobrecciamiento.
Craquelamiento.
Oquedades.
Boxwork

Zona.
Oxidos .Color:PC 946 Dark Brown.
Oxidos-Sulfuros. Color: PC 924 Rojo Carmesi.
Sulfuros. Color: PC 924 Rojo Carmesi.

Para referirse a la cantidad de oxidos, alteraciones y mineralización según su intensidad se dice que es:

- 1- Débil.
- 2- Moderada.
- 3- Fuerte.



IMAGEN 10 Roca Volcánica de nombre Riolita con abundantes
“esferulitas” textura afanítica

5.15. Hoja de descripción de núcleo.



MINERA REAL DE ANGELES S. A. DE C. V.

UNIDAD SAN FELIPE

GERENCIA DE EXPLORACION Y GEOLOGIA

DESCRIPCION Y MUESTREO

PROYECTO San Felipe
 DISTRITO MINERO Sierras Altas
 MUNICIPIO, ESTADO Mexicali, B.C. Mexico
 LOCALIZACION Manejo Norte seccion 500 N
 FECHA: INICIO 11/10/15 TERM.

BARRENO NUM. RDF-20256.2273 HOJA 4 DE
 COORDENADAS 678062.7809/2497278
 RUMBO 554°E INCLINACION -45°
 ELEVACION 426.792 Mts. PROF. TOTAL Mts.
 DESCRITO POR RVAZ FECHA 01/10/15

M	MINERALIZACION	ALTERACION	LITOLOGIA	NUM. MUEST.	INTERV. DE A	ANCHO	ENSAYE		COMP.	% RECUP.	R	Q	Ø
							Au	Ag					
75	Vetillero moderado de Yeso	Argilización fuerte	Andesita, afanítica porfídica aglomeración, de tonos rojizos y café. Se incrementan los oxidos en todas las muestras, lo mismo que barwork, fuerte alteración, algunos clastos sin textura. Solo con hematita. Fracturamiento moderado a fuerte.	122635	75.73								75
40	Marganeso.	Argilización Avanzada Moderada											
65	Hematita y Goethita	FeOx intenso. En toda la muestra principalmente en clastos alterados y fracturas		122636	77.66								
75	Vetillero y microvetillero escaso de Yeso.	Argilización fuerte	Andesita afanítica porfídica aglomeración. Fejiza con tonos grises y beige generalmente. Zona de moderada a fuerte. Fracturamiento con fragmentos grandes regularmente y algunos con pequeños angulosos.	122637	80.00								
80	Hematita y Goethita	Argilización Avanzada moderada puntual	Hidrofracturamiento en fragmentos grandes y con quedades. Alteración fuerte con escaso barwork, en algunos puntos con apariencia porosa y en otros fragmentos sin textura ignea. Se tienen algunos fragmentos de cenizas.	122638	81.30								
50		FeOx intensos generalmente disminuyen. Se tienen en clastos muy alterados y en estructuras.		122639	82.62								
80		Sericita débil y puntual.		122640	83.74								
85	Vetillero moderado de Yeso	Argilización fuerte a débil.	Andesita afanítica porfídica aglomeración. Fejiza con tonos grises y gris claro, clastos pequeños, generalmente con fuerte alteración y pierden su textura. Se tienen quedades pequeñas por alteraciones de minerales. Fracturamiento escaso y pequeños zonas coqueadas.	122641	85.66								
50	Hematita y muy escasa goethita.	Sericita débil.		122642	87.54								
40		FeOx Moderados, en algunos clastos y fracturas		122643	89.55								
90	Microvetillero moderado de Yeso, se tiene yeso entre fragmentos.	Argilización fuerte	Andesita porfídica aglomeración con tonos grises y puntos blancos roca poco compacta con fracturamiento e hidrofracturamiento, se tienen quedades fuerte alteración con material semideformable. Se tiene una zona de falla con material deleznable y otros angulosos.	122644	91.15								
	Hematita	Sericita moderada a débil.		122645	92.48								
		FeOx fuerte a moderados regularmente en planos de fracturas y cementados.		122646	93.66								
95	Microvetillero de Yeso con Marganeso y FeOx	Argilización fuerte a moderada.	Andesita afanítica aglomeración con algunos clastos porfídicos fuerte alteración principalmente por oxidos algunos clastos con intensos quedades entre finas y grandes.	122647	95.09								
	Se tiene hematita y escasa goethita.	Sericita débil	Fracturamiento escaso.	122648	96.83								
55	Vetillero escaso de Yeso	Argilización fuerte.	Andesita afanítica aglomeración color beige y con tonos rojizos y grises. Fuerte alteración, los clastos están mas alterados que la matriz, con intenso barwork fina roca poco compacta y fracturamiento escaso.	122649	98.07								
20		Arg. Avanzada débil y puntual		122650	100.20								
35	Hematita y Goethita	FeOx moderados a intensos en clastos y en vetillero.		122651									
100				122652									

Núcleo que describí con ayuda del Geólogo en turno.

5.16. Línea de corte.

La línea de corte es un trabajo sencillo pero también de cuidado, se necesita un color que no se borre con el agua, este consiste en marcar una línea que corte la mitad del núcleo, por ejemplo si se cuenta con vetillas se toma el centro de las vetillas ya que los testigos deben cortarse transversalmente (el testigo es para tener la muestra por si se llegase a ocupar el núcleo). Una vez cortado la sección útil es preparada identificando blancos con muestra y contra-muestra para comparación en laboratorios acreditados. Los resultados de regreso permitirán alimentar la base de datos del proyecto y las conclusiones que se obtengan son las que permiten definir el valor del mismo en el mercado.

5.17. Muestreo de Roca.

Se Realizaron dos visitas al área con nombre JUEVES SANTO, esto se hizo con el fin de capturar muestras para ensayos metalúrgicos.

El procedimiento fue el siguiente, antes de ir al área se obtuvieron los planos del área de interés con el programa AUTOCAD. Partimos al área de interés ya con nuestros materiales de muestreo que son Pica, Brújula, Marro, Cincel, Bolsas de Muestras, Plumón indeleble fino y grueso y rafia.

Al momento de llegar a JUEVES SANTO ubicamos el lugar de interés y se llenaron de cada área de interés dos bolsas de aproximadamente 25kg.

El proceso para tomar una muestra es que sea roca del afloramiento que se observa o mejor dicho una muestra de roca lo más fresca posible.

Al terminar el muestro se cierra la muestra con un nudo tipo “cebolla” esto es para que la muestra no se contamine al momento de ser trasladada.



IMAGEN 11. Vista del Tajo San Felipe.

5.18. Cartografía geológico-estructural a detalle (escala 1:1000).

Se realizó una cartografía geológica durante 5 días esto con el fin de obtener mayor información geológica-estructural del área ya que el área se encuentra arriba del tajo San Felipe y la cartografía fue realizada para conocer el área ya que se iba a minar.

Al momento de hacer la cartografía a detalle, se debe de contar con:

- Brújula
- Flexometro de 100m
- GPS (como en la compañía manejan coordenadas locales no se usa)
- Equipo de Campo.
- Rayador.
- Navaja.
- Lupa.
- Pica.
- Rumbera.
- HCL diluido al 10%
- Libreta de Campo.
- Mapas Topográficos.
- Tabla para colocar mapa.
- Lápices de Colores.
- Flagging.
- Equipo personal.
- Mochila de Campo.
- Lentes de protección.
- Zapatos para Campo.
- Camisa Manga Larga.
- Sombrero o gorra.
- Agua.
- Refrigerio.
- Radio.

Al tener el mapa en campo es importante que para trazar los contactos en campo se considere la morfología en el mapa topográfico, se tiene que reconocer la correspondencia entre el relieve y la distribución de las unidades. Las diferentes asociaciones litológicas para que se puedan separar como unidades independientes.

Para cartografía geológica-estructural, en la compañía se maneja la siguiente leyenda:

 Tda = Diques andesíticos.

 Trp = Riolita Porfídica.

 Ttr = Toba Riolitica.

 Ttv = Toba Riolitica Verde.

 Tbx = Breccia de Falla.

 Tr = Riolita.

 Ki = Breccia

 Ka = Andesita.

 PxCmet = Complejo Metamórfico.

Mineralización se representa de la siguiente forma.

 Cuarzo.

 Calcita.

 Barita.

 Pirita.

 Óxidos de Hierro.

También se tiene en la leyenda, alteraciones, simbología y rango de ensayos.

La cartografía duro 5 días, en los cuales se estuvo observando la litología, donde pudimos ver una pseudoestratificación, también observamos contacto en brechas y riolitas, como también contacto entre toba riolitica verde y riolita, la riolita se observa en algunas zonas con intenso hidrofracturamiento, también se observaron fallas normales a las cuales se les tomo dato estructural rumbo y echado.

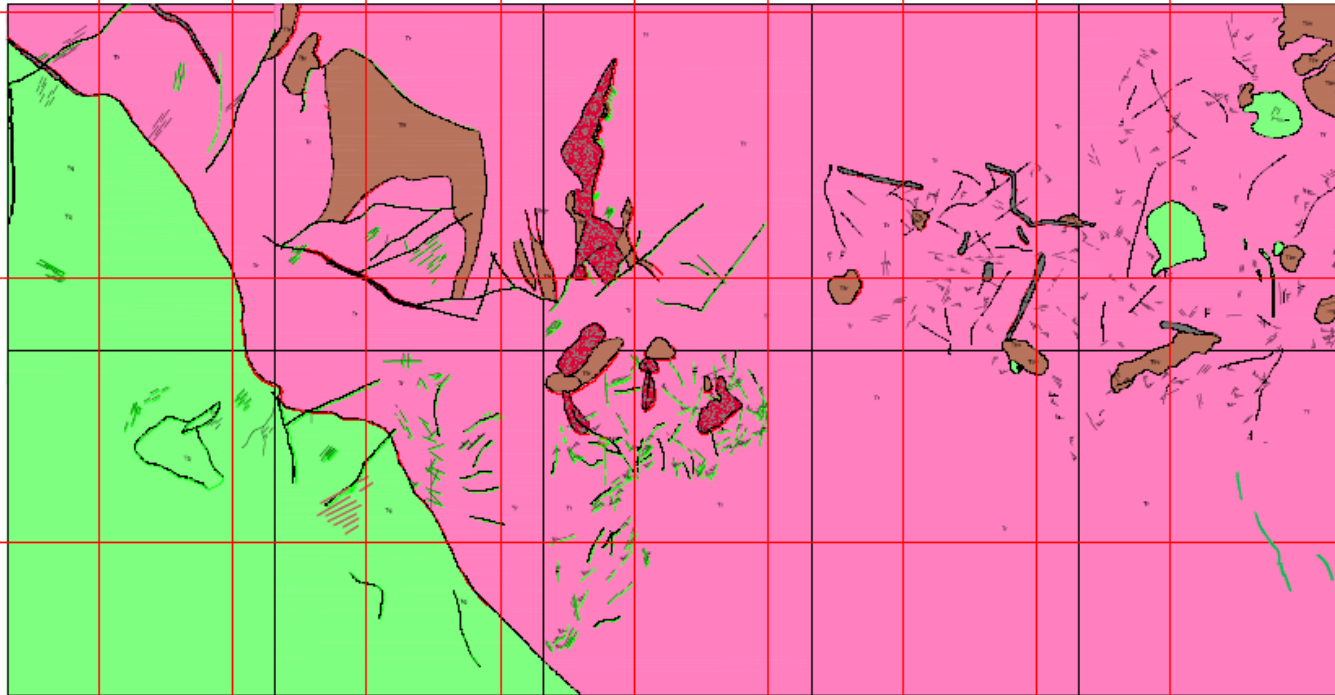
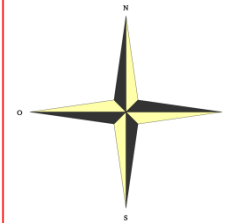
Se cartografió una andesita afanítica color rojiza fuerte alteración por óxidos principalmente, con agilización moderada-fuerte, con vetilleo y microvetilleo de yeso.

La realización de la cartografía fue de suma importancia ya que se pudo llevar a cabo la ampliación del tajo San Felipe conociendo la geología del área donde se está arrojando el material.

Plano geológico-estructural a detalle (escala 1:1000).

3,498,000 N

678,000 E



Tr	Riolita.
Ttr	Toba Riolítica.
Ka	Andesita.
Tbx	Breccia de Falla.
	Contacto Geológico
	Contacto Geológico inferido,
	Limite de Alteración
	Falla.
	Falla inferida.
	Falla de corrimiento.
	Fracturamiento.
	Rumbo y echado.
	Cata.
	Punto control topográfico.
	Punto de levantamiento
	Mojonera.
	Arroyo.
	Muestra de Canal.
	Muestra para metalurgia



CIA. SAN FELIPE S. A. DE C. V.

GERENCIA DE EXPLORACION Y GEOLOGIA

PROYECTO SAN FELIPE
PLANO GEOLOGICO

ESCALA:
1:1,000
FECHA:
JULIO 2015

DEBUIO
BAYRON VEGA
ELABORO:
JULIO 2015

REVISO:
APROBO:

5.19. Conclusiones.

En dos meses de estancia en la compañía Real de Ángeles Unidad San Felipe aplique muchas cosas que me han enseñado en la universidad, así también he aprendido mucho sobre descripción de rocas a detalle como por ejemplo a desenvolverme más y de forma correcta al describir una roca.

También me sirvió mucho la realización de la cartografía 1:1000 ya que es cartografía a detalle y así es mucho más visible en un mapa los contactos de una litología con otra. Concluyo que lo que he aprendido gracias a mis maestros de la Universidad de Sonora durante cuatro años la teoría que mis maestros me han proporcionado en cada clase me han sido de mucha utilidad ya que al momento de ponerlo en práctica es mucho más fácil de comprenderlo.

Lo que más me intereso en la compañía es el área donde estuve estos dos meses fue geología de exploración ya que es donde comienza todo en la minería, si no hubiera exploración no existiera mina. Unidad San Felipe es una unidad de Grupo Frisco muy completa ya que cuentan con Minería a Cielo abierto y Minería Subterránea.

5.20. Agradecimientos.

Quiero agradecer a los Ingenieros y Geólogos por darme la oportunidad en ir a practicar lo que más me gusta geología, y también por su hospitalidad en la mina. También gracias a los técnicos del área de geología de exploración por transmitir su experiencia en el área y así decirme como realizar trabajos de manera rápida y eficiente.



IMAGEN 12. Ingenieros, Técnicos, Trabajadores y Practicantes Agosto del 2015 Unidad San Felipe.

5.21. Bibliografía.

IBARRA-SERRANO, A, 2002., Descripción general del proyecto Unidad San Felipe.

ORTIZ-ESPARZA, J.O., 2007., Mineralización de Pb, Zn (Au, Ag, Cu) Relacionada a brechas freatomagmaticas en el distrito San Felipe, Baja California y su relación con la etapa extensional del golfo de california, Universidad de Sonora, Departamento de Geología Tesis nivel Maestría.

OCHOA-LANDIN, L.H ; PEREZ-SEGURA, E; DEL RIO –SALAS, R; Y VALENCIA-MORENO, M., 2011, Depósitos minerales de Sonora, México, in Calmus,-Thierry, ed Panorama de la geología de Sonora, México; Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Boletín 118, cap 9, p. 299-331.

ANEXOS.

Figura 1. Ubicación de la unidad minera San Felipe, Descripción general del proyecto Unidad San Felipe. IBARRA-SERRANO,A,2002.....	Pag. 11
Figura 2. Mapa Geológico Regional. Mineralización de Pb, Zn (Au, Ag, Cu) Relacionada a brechas freatomagmaticas en el distrito San Felipe, Baja California y su relación con la etapa extensional del golfo de california, Universidad de Sonora, Departamento de Geología Tesis nivel Maestría. ORTIZ-ESPARZA,J.O., 2007.....	13
Figura 3. Mapa geológico Unidad Minera San Felipe. Mineralización de Pb, Zn (Au, Ag, Cu) Relacionada a brechas freatomagmaticas en el distrito San Felipe, Baja California y su relación con la etapa extensional del golfo de california, Universidad de Sonora, Departamento de Geología Tesis nivel Maestría. ORTIZ-ESPARZA,J.O., 2007.....	15
Figura 4. Sección geológica-estratigráfica Santa María Unidad San Felipe. Mineralización de Pb, Zn (Au, Ag, Cu) Relacionada a brechas freatomagmaticas en el distrito San Felipe, Baja California y su relación con la etapa extensional del golfo de california, Universidad de Sonora, Departamento de Geología Tesis nivel Maestría. ORTIZ-ESPARZA,J.O., 2007.....	16
TABLA 1. Hoja de reporte diario de perforistas de la unidad minera San Felipe. Descripción general del proyecto Unidad San Felipe. IBARRA-SERRANO,A,2002.....	22

Tabla 2. Tabla 2. Formato de RQD de la unidad minera San Felipe. Descripción general del proyecto Unidad San Felipe. IBARRA-SERRANO, A, 2002.....	28
Tabla 3. Minerales de la unidad minera San Felipe. Descripción general del proyecto Unidad San Felipe. IBARRA-SERRANO, A, 2002.....	29
Tabla 4. Tabla 4. Alteraciones de la unidad minera San Felipe. Descripción general del proyecto Unidad San Felipe. IBARRA-SERRANO, A, 2002.....	29
IMAGEN 1. Perforadora de diamante Modelo HYDX-6.....	19
IMAGEN 2. Núcleo de Brecha de Explosión.....	21
IMAGENES 3 Y 4. Recolección de cajas porta-testigos.....	23
IMAGEN 5 . Herramienta REFLEX.....	24
IMAGEN 6. Bodega de Núcleos en su caja porta-testigo organizada por número de barreno.....	26
IMAGEN 7. Contacto entre Riolita y Andesita.....	30
IMAGEN 8. Nucleo de brecha de Explosión (Tbx).....	31
IMAGEN 9 . Litoteca.....	32
IMAGEN 10 Roca Volcánica de nombre Riolita con abundantes “esferulitas” textura afanítica.....	33
IMAGEN 11. Vista del Tajo San Felipe.....	35
IMAGEN 12. Ingenieros, Técnicos, Trabajadores y Practicantes Agosto del 2015 Unidad San Felipe.....	40