

24/13

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA



MODELO DE EXPLORACION MINERA Y SU APLICACION AL PROYECTO CENTENARIO, ZACATECAS.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO GEOLOGO
P R E S E N T A:

JORGE ENRIQUE ISLAS FALCE

1 9 8 2

I N D I C E

Objetivo del Trabajo-----	1
Introducción-----	2
Capítulo I Modelo de Exploración-----	3
Capítulo II Aplicación del Modelo de Exploración al Proyecto Centenario-----	6
II.1 Generalidades-----	6
a) Localización y Acceso-----	6
b) Fisiografía-----	6
c) Geomorfología-----	7
d) Clima y Vegetación-----	8
II.2 Antecedentes-----	9
a) Trabajos Previos-----	9
b) Historia y Producción-----	10
II.3 Prospección-----	12
a) Prospección-----	12
b) Descripción de Obras Mineras-----	13
c) Primeras Conclusiones-----	13
II.4 Primera Etapa de Exploración-----	16
a) Geología Superficial-----	17
b) Geología de Mina-----	18
c) Muestreos-----	20
II.5 Resultados de la Primera Etapa de Exploración-----	23
a) Geología Regional-----	23
a.1) Estratigrafía-----	23

a.2)Yacimientos Minerales-----	29
b) Geología del Proyecto Centenario-----	32
b.1)Estratigrafía-----	32
b.2)Yacimientos Minerales-----	37
c) Conclusiones y Recomendaciones-----	41
II.6 Segunda Etapa de Exploración-----	43
a) Barrenación-----	43
b) Resultados de la Primera Etapa de Barrenación correspondiente a la Segunda Etapa de Exploración-----	45
Capítulo III Conclusión al Trabajo-----	48
Apéndice I Reportes Petrográficos-----	49
Apéndice II Descripción del Barreno de Exploración SR-5-	63
Agradecimiento-----	68
Bibliografía-----	69
Anexos.	

OBJETIVO DEL TRABAJO

Los objetivos con los que pretende cumplir este trabajo son:

- 1.- Plantear la Metodología sistemática para la exploración de yacimientos minerales.
- 2.- Ejemplificar esta metodología con el desarrollo de un proyecto de exploración.

INTRODUCCION

El presente trabajo surge de la inquietud por obtener una sistematización de disciplinas geológicas con la cual establecer patrones de exploración minera y consecuentemente lograr la optimización de los recursos técnicos y económicos de que se dispone -- para llegar al descubrimiento de reservas minerales.

El trabajo propone esta sistematización y el desarrollo de las primeras fases de la misma, ejemplificadas con el Proyecto Centenario.

Así en el Primer Capítulo se define el modelo de exploración propuesto, en el Segundo se muestra la aplicación de este modelo y los resultados obtenidos, y el Tercero indica las conclusiones al trabajo.

También se anexan planos representativos del estudio y figuras que ilustran el trabajo realizado; se incluye la bibliografía utilizada en la elaboración del mismo y la que en su momento sirvió de apoyo para el trabajo de campo, gabinete y laboratorio.

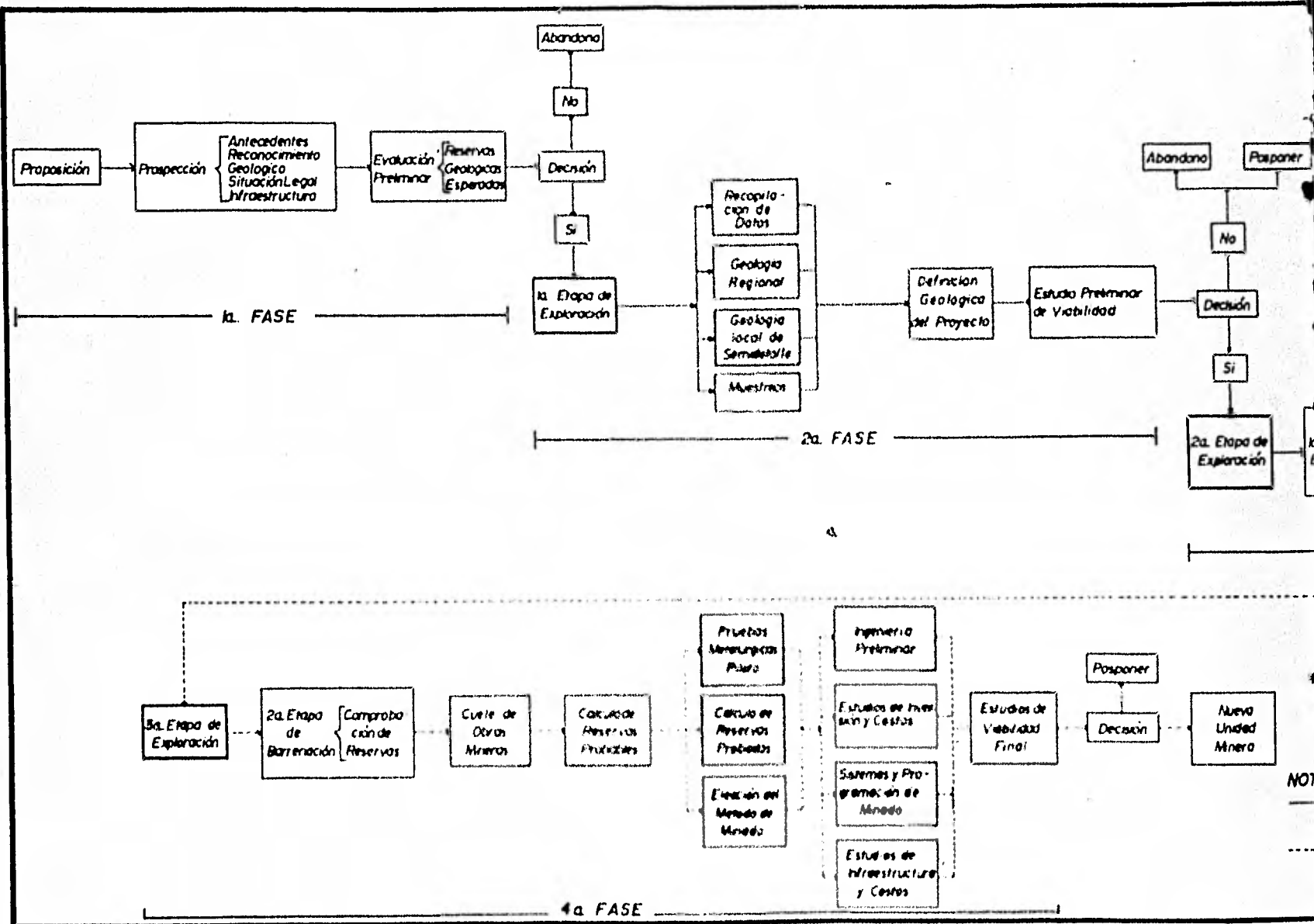
C A P I T U L O I

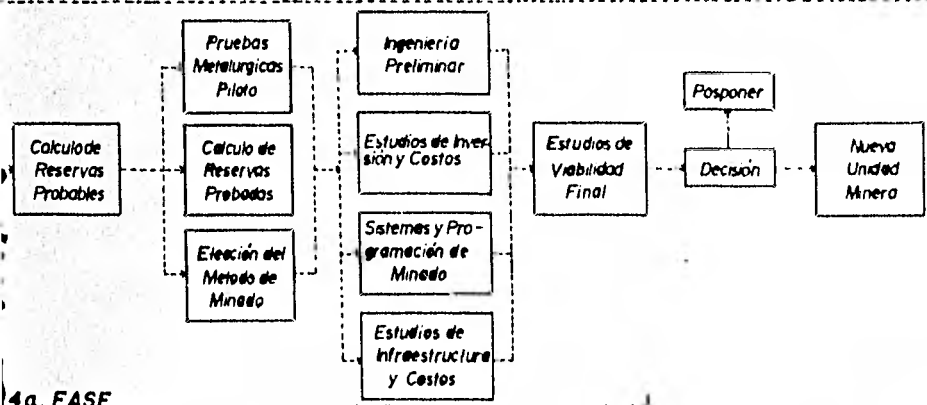
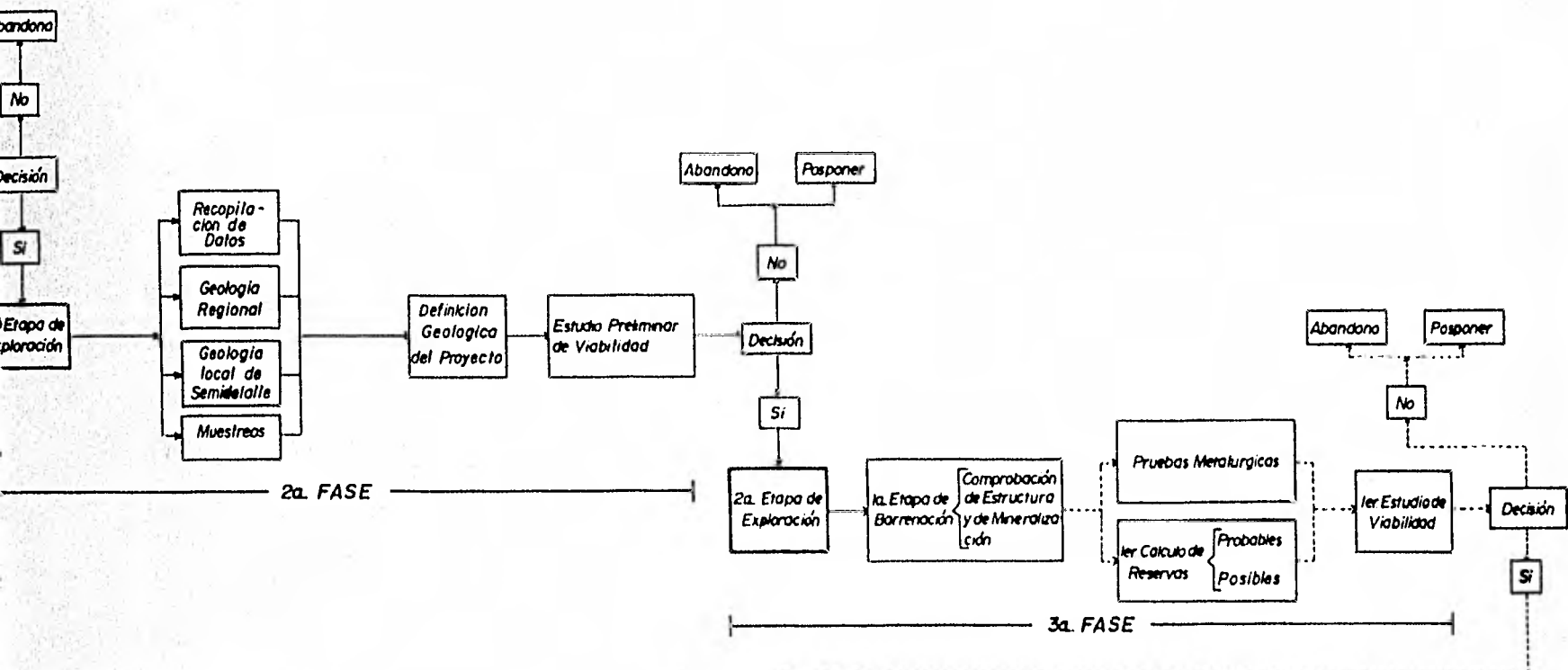
MODELO DE EXPLORACION

Debido a las características propias de cada yacimiento mineral es de suma importancia establecer con claridad los objetivos que se persiguen en la exploración, objetivos que están en función del mercado, la situación geográfica y tecnología. Estos factores marcan limitantes que el geólogo explorador debe tener en mente al desarrollar su trabajo y así llegar al descubrimiento de un yacimiento que sea económicamente explotable. En base a un reconocimiento preliminar del área sujeta a futura exploración, se plantean los métodos que dadas las condiciones del yacimiento, retribuyan la información necesaria en el menor tiempo y costo posible, para continuar con el proceso y eventualmente aceptar o descartar las posibilidades económicas del área.

En la figura 1 se muestra el modelo de exploración que fué propuesto para desarrollarse en el Proyecto Centenario, el cual presenta características particulares que no únicamente son de tipo geológico sino también de tipo legal y económico.

En el modelo se expone la sistematización de los estudios con objeto de lograr la optimización de tiempo y recursos económicos destinados a la ex-





NOTA

— Hasta hoy realizado en el Proyecto Centenario Zac.

----- Propuesto

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

MODELO DE EXPLORACION

Jorge E. Islas F.

Tesis Profesional

Fig. 1

ploración del área; es por ello que se dividió en cuatro fases (que serán explicadas con detalle en el Capítulo II) las cuales al llegar a su término dan las bases requeridas para la decisión de -- continuar, abandonar y posponer el proceso de exploración.

Las dos primeras fases se consideran cualitativas ya que su objetivo es definir geológicamente el área y su potencial minero. Las restantes serán entonces cuantitativas puesto que con ellas se busca conocer el tonelaje de reservas así como la rentabilidad del proyecto.

Es importante establecer que la segunda etapa de exploración representa la transición entre las -- etapas cualitativas y cuantitativas debido a que con ella aún se busca detallar más los parámetros geológicos de mineralización y se inicia el conocimiento real de las reservas de mineral.

Claro es que ninguna fase es absolutamente -- cualitativa o cuantitativa pero en unas más que en otras predomina alguno de estos aspectos.

Así el geólogo que desarrolle este tipo de -- modelos de exploración debe tener en mente que su -- actividad en las primeras fases será en un gran -- porcentaje de tipo técnico y gradualmente pasará a --

ser más administrativo sin que en ningún momento se pierda la relación de una u otra actividad.

El modelo de exploración que se presenta es - general para cualquier proyecto minero.

C A P I T U L O I I
A P L I C A C I O N D E L M O D E L O D E E X P L O R A C I O N
A L P R O Y E C T O C E N T E N A R I O

II.1) GENERALIDADES

a) Localización y Acceso

El Proyecto Centenario se encuentra en el Estado de Zacatecas, sus coordenadas de localización son $22^{\circ}51'44''$ de Latitud N y $102^{\circ}35'20''$ de Longitud W.

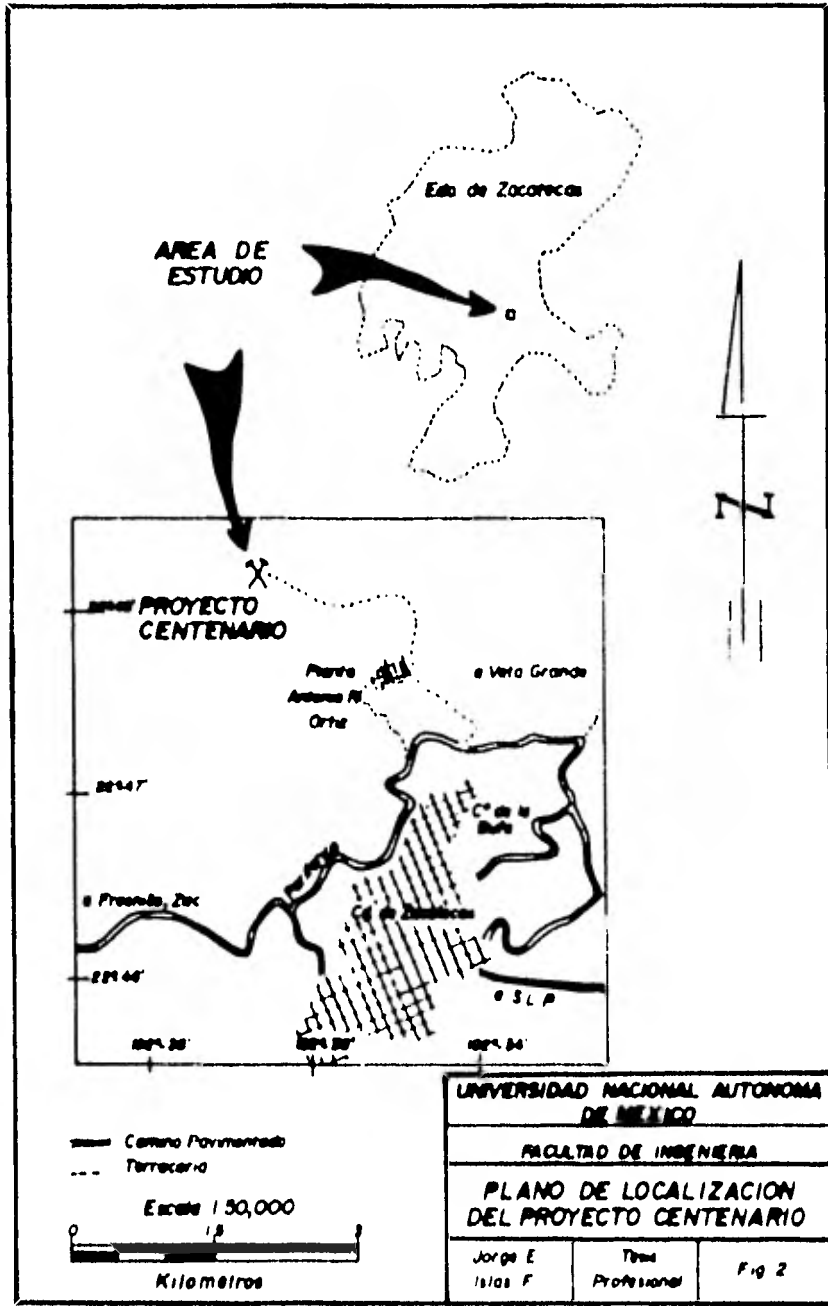
Refiriéndolo a la Ciudad de Zacatecas, Zac., - dista 4 Km. al $N24^{\circ}W$ de la zona centro de la misma. (Fig. 2)

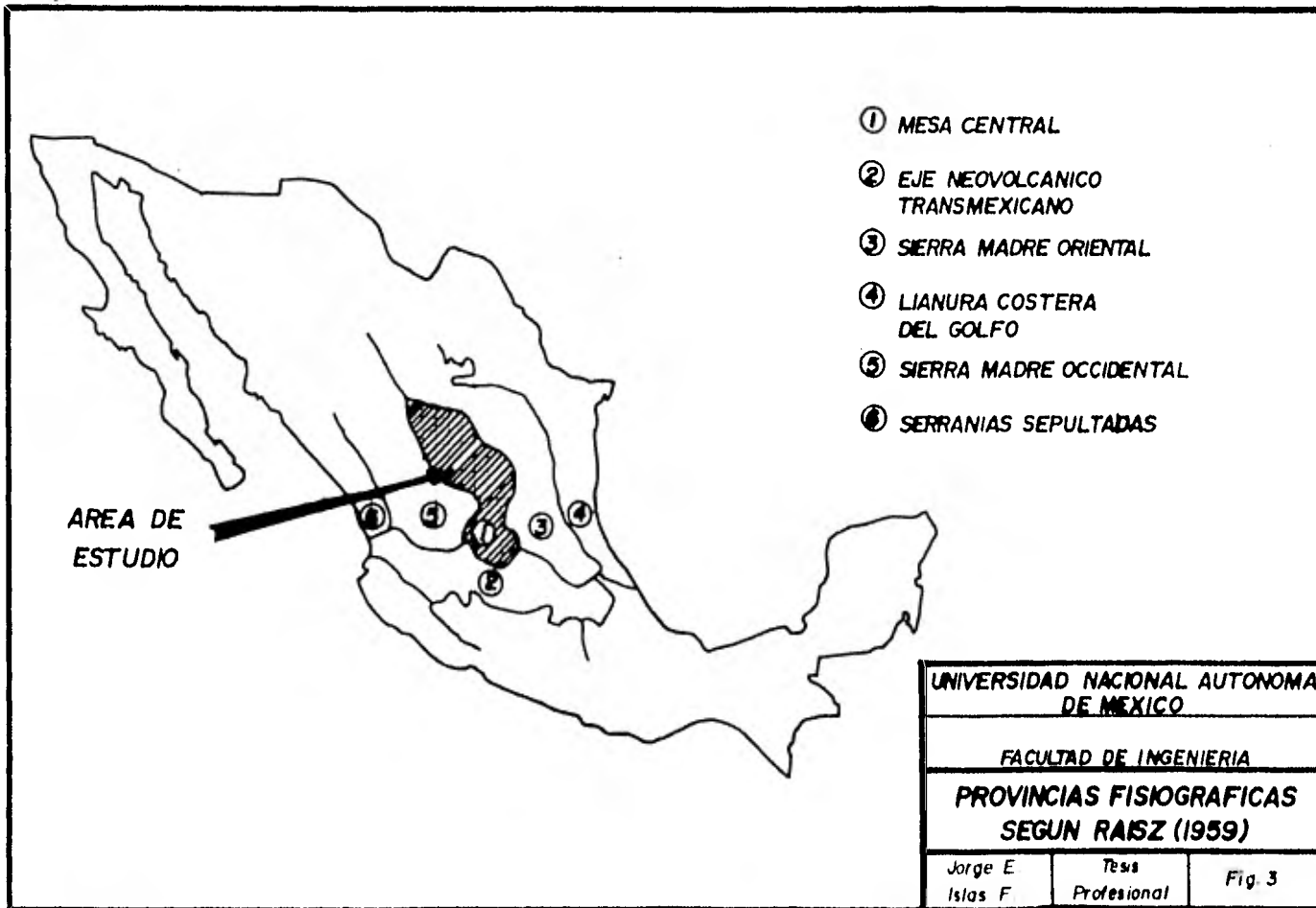
El acceso se realiza por el tramo norte del periférico de la Ciudad, de donde parte un camino de terracería en buenas condiciones que comunica a la planta de beneficio "Antonio R. Ortiz", del Patronato Pro - Desarrollo Minero de Zacatecas y algunas minas del área, con la Ciudad.

b) Fisiografía

De acuerdo con Raisz (1959), el área de estudio se localiza en la provincia fisiográfica de la Mesa Central cerca de los límites de ésta con la Sierra Madre Occidental. (Fig. 3)

En esta región la elevación media es de ----





2,440 m.s.n.m. y comprende a la Sierra de Zacatecas la cual la forman un grupo de montañas orientadas N - NE y S - SW circundadas por valles aluviales, al oriente por el Valle de Guadalupe, al poniente y norponiente por el de Zacatecas y Morelos, al sur y surponiente la sierra se une con las Sierras Fría y de Las Palomas.

c) Geomorfología

Morfológicamente la Sierra de Zacatecas se presenta como un conjunto de lomeríos con formas arredondadas y pendientes suaves, compuestos por rocas vulcanosedimentarias y metamórficas, en algunas ocasiones se distinguen crestones formados por afloramientos de rocas intrusivas, extrusivas y vetas. El más notorio de estos crestones es el que conforma la cima del Cerro de la Bufa compuesto por tobas riolíticas.

Hacia la parte sur de la sierra. la morfología cambia radicalmente, mostrándose como mesetas y cañones abruptos formados por la erosión de rocas ígneas sobresaturadas (riolitas).

La Sierra de Zacatecas se levanta sobre el nivel de la planicie aproximadamente 200 metros.

El drenaje es de tipo dentrítico, consistente-

en arroyos intermitentes labrados en las pendientes, los cuales desaparecen por filtración al llegar a las partes bajas.

d) Clima y Vegetación

La región estudiada presenta un clima según W. Thornthwaite (1) del tipo mesotermo, templado con lluvias escasas (siendo el período de éstas comprendido en los meses de Junio a Septiembre) con una precipitación media anual de 350 mm; la temperatura máxima registrada en el área es de 26.4°C y la temperatura mínima es de 3°C considerándose como temperatura media anual 15.7°C.

La vegetación de la región es característica de zonas semiáridas representada en su mayor parte por especies xerófilas, como el nopal y biznaga, lílceas como la palma china. Hay magueyes, mezquites, uña de gato y gobernadora. En los arroyos se encuentran álamos, pirules y jarales.

(1) Ocejo. T, 1979

II.2) ANTECEDENTES

a) Trabajos Previos

A pesar de que el Distrito Minero de Zacatecas es uno de los dos distritos más antiguos de México (fué descubierto hacia el año 1546 contemporáneamente al de Guanajuato), hay poca información geológico - minera sobre éste, destacando las obras realizadas por C. Burckhardt en 1905 y F. French en 1906, enfocadas al estudio de la fauna Triásica de la región, la de M. Maldonado Koerdell en 1948 describiendo la estratigrafía de la Sierra de Zacatecas y la de Richard V. McGehee en 1976 que hace un estudio amplio sobre las rocas metamórficas Triásicas del arroyo de La Pimienta. En cuanto a estudios mineros se refiere son de mencionar los realizados por el Consejo de Recursos Naturales- No Renovables (hoy C.R.M.) y que fueron efectuados por los Ings. E. Mapes Vázquez en 1949 y J.J. Pérez Martínez en 1961, describiendo la mayoría de los yacimientos minerales del Distrito.

Actualmente ha empezado a realizarse una exploración más sistemática por parte de los sectores gubernamental y privado dentro del distrito de la que indudablemente se obtendrá un conocimiento técnico científico más detallado del mismo.

Respecto al área del Proyecto Centenario, motivo del presente estudio, no se conocen datos referentes al descubrimiento o iniciación de operaciones mineras, aunque por comunicaciones verbales se sabe que sucedieron a fines del siglo XVI. El único trabajo conocido referente a dicha área es el realizado por el Consejo de Recursos Naturales No Renovables en 1974, a través de los Ing.s S. Alemán C. e I. Herrera M.

b) Historia y Producción

Los datos más antiguos sobre producción del área en cuestión datan de 1908, cuando la Compañía Minera San Roberto y Anexas, S.A. extrajo 756 toneladas de mineral oxidado con leyes desconocidas (no se conocen datos sobre mineralogía).

Durante los años 1943 - 45, The Fresnillo Mining Co. extrajo aproximadamente 32,900 toneladas con ley promedio de:

gr/ton		%		
Au	Ag	Pb	Cu	Zn
0.75	84	2.0	0.37	14.5

En 1952 la Compañía San Roberto y Anexas, produjo 3,153 toneladas con ley promedio de:

gr/ton		%		
Au	Ag	Pb	Cu	Zn
0.7	59	0.66	0.47	12.5

en éste período la misma compañía vendió cuatro carros de ferrocarril conteniendo carbonatos con 26% -- de Zinc.

El Sr. Jesús F. Guzmán actual arrendatario de los lotes mineros del área de San Roberto, Zacatecas (denominada Centenario para el Programa de Exploración en desarrollo) ha extraído desde 1965 -- hasta la fecha aproximadamente 130,000 toneladas de mineral con las siguientes leyes:

gr/ton		%		
Au	Ag	Pb	Cu	Zn
0.76	61	0.74	0.65	3.4

Es importante mencionar que sobre la estructura mineralizada en estudio además de la Mina San -- Roberto, se localizan varias obras mineras de las -- cuales no se conocen datos precisos. Las más significativas son la mina San Rafael, Loreto y Rondanera.

II.3) PROSPECCION

a) Prospección

Habiendo sido el área de interés propuesta --- por su concesionario a Servicios Industriales Peñoles S.A. de C.V., se efectuó una visita de reconocimiento al entonces prospecto en el que se desarrolla -- ron las siguientes actividades.

- Caminamientos geológicos superficiales en los -- que se reconoció la estructura mineralizada a lo -- largo de sus afloramientos con el objeto de definir rumbo, echado, ancho (observable), mineralización - y posibles controles de la misma, así como altera - ciones. Igualmente se definió en forma generalizada - la estratigrafía regional y local.

- Levantamiento geológico subterráneo de los niveles de la mina San Roberto tomando como base los - planos preparados por el C.R.M. en 1974. Esto con - el objeto de tener una idea del comportamiento de - la mineralización y tipo de la misma.

- Se colectaron muestras representativas del mi-- neral que se acumula en el patio de la planta de- concentración, del mineral en tolva y del mineral -- en terreros, para definir de manera preliminar las - leyes del cuerpo en el área de la mina.

b) Descripción de Obras Mineras

La mina más importante del Proyecto Centenario es la de San Roberto; la cual consiste de dos tiros verticales, uno inclinado y siete niveles de -- los que parten cruceros que cortan a la estructura mineralizada.

El tiro vertical San Roberto de 76 metros de desarrollo, actualmente se utiliza como tiro de servicios, mientras el Tiro Nuevo con 120 metros es utilizado para la extracción del mineral.

Los niveles denominados nivel 1, 2, 3, 4, -- 4 1/2, 5 y 6 con 17, 46, 76, 91, 95, 102 y 120-metros de profundidad respectivamente, bajo el brocal del Tiro San Roberto, están labrados a rumbo de la estructura. Encontrándose comunicación entre ellos por medio de rebajes. (VER ANEXO 3)

Existen además, en el área de interés, trabajos menores de exploración (catas) así como un - socavón con obras de explotación en pequeña escala - (socavón "Virginias").

c) Primeras Conclusiones

Con base a datos de producción, resultados -- del muestreo realizado y observaciones de campo se - llegó a las siguientes conclusiones:

Primera: La mina de San Roberto está localizada en el distrito minero de Zacatecas y cuenta con medios de infraestructura excelentes debido a su vecindad con la capital del Estado. El distrito minero de Zacatecas tiene gran historia productiva.

Segunda: El prospecto está representado por una veta falla de rumbo promedio NW 70° SE y echado de 55° al NE la cual se encuentra emplazada en rocas metamórficas y vulcanosedimentarias, su espesor varía de 10 hasta 30 mts. y contiene mineralización de Zinc, Plata y Cobre principalmente, así como Oro y Plomo en menor proporción.

Tercera: La mina de San Roberto ha producido unas 150,000 toneladas de mineral con ley promedio estimada de: Au-0.76; Ag - 62 gr/ton --- Pb - 0.74; Cu - 0.65; Zn - 3.39%. En este promedio no se ha considerado el mineral de alta ley en Ag, Zn y Cu que se ha embarcado directamente a la fundición de S.L.P.

Cuarta: Se estimaron recursos hipotéticos de nueve millones de toneladas considerando 900 mts. de longitud del cuerpo (cubierto por los fundos mineros) un espesor mínimo de 10 mts. y una profundidad supuesta de 300 mts.

de continuidad de la mineralización.

Quinta: El yacimiento ofrece buenas condiciones geológicas para el minado debido al ancho que presenta el cuerpo permitiendo la mecanización de los trabajos, el echado del mismo que es favorable para la extracción y a la competencia y estabilidad de la roca en cajonante.

Teniendo como base lo anteriormente expuesto se consideró conveniente realizar estudios geológicos detallados del área. En ese momento el Prospecto San Roberto pasó a ser el Proyecto Centenario.

II.4) PRIMERA ETAPA DE EXPLORACION

Como resultado de las conclusiones del reconocimiento preliminar se decidió llevar a cabo una -- primera etapa de exploración que tuvo como objetivo-- definir geológicamente el área de estudio, así como-- obtener datos con los cuales poder predecir el com-- portamiento estructural y leyes del mismo, para con-- esto poder justificar un programa de barrenación cor-- ta (segunda etapa de exploración) para comprobar-- la continuidad de la estructura, o en su caso, de-- sechar el área o posponer su exploración por no re-- presentar un objetivo económico.

Las actividades que se desarrollaron estuviere -- ron compuestas de tres fases que son:

- Geología Superficial (regional y de semi-- detalle).
- Geología de Mina.
- Muestreos (superficial y de mina).

las cuales tienen objetivos que cubrir, con una me-- todología definida en función de las condiciones geo-- lógicas del área, tiempo de operación y costos de -- los mismos.

A continuación se presentan los programas de -- cada una de las fases expuestas.

a) Geología Superficial

Objetivos

1) Conocer los diferentes aspectos de --- la geología regional para así poder situarse y presuponer comportamientos geológicos en el área de interés.

2) Determinar en detalle la forma del --- cuerpo mineral, su comportamiento, mineralogía, rocas-encajonantes y estructuras, con lo cual se reunirán-suficientes datos para definir geológicamente el proyecto y consecuentemente su grado de interés.

Metodología

Regionalmente se realizaron reconocimientos-geológicos basados en una previa interpretación de - fotograffias aéreas, en blanco y negro, escala - - - 1:25,000 y en cartas geológicas y topográficas esca- la 1:50,000, editadas por D.E.T.E.N.A.L. También se - realizó una recopilación bibliográfica de los traba - jos realizados en el área.

Localmente se realizaron cartograffias de - detalle las que incluyen:

1) Levantamiento topográfico realizado con tránsito sobre un área de 60 Has. mediante el trazo de una retícula con estaciones de 25 mts.

2) Cartografía geológica de detalle utilizando el método de afloramiento escala 1:1,000, basado en la cuadrícula ya establecida y utilizando brújula y cinta.

3) Cartografía geológica de detalle escala 1:500 del cuerpo mineralizado por el método de afloramiento y utilizando brújula y cinta.

b) Geología de Mina

Este aspecto tiene particular importancia ya que de él se obtiene información geológica de gran utilidad, que en caso de no existir aumentaría considerablemente el grado de incertidumbre y recíprocamente se tendrían menos argumentos para una eventual decisión.

Objetivos

1) Definir el cuerpo mineral en el interior de la mina detallando sus tendencias para poder correlacionar con lo observado en superficie y estimar su comportamiento a profundidad.

2) Definir la mineralogía, tipo de mineralización, y sus controles con el fin de obtener un parámetro más en la detención de "clavos" mineralizados.

Metodología

1) Levantamiento topográfico con tránsito - escala 1:250 de las obras mineras con un estricto control de estaciones en pozos y contrapozos así como vías de acceso entre niveles.

2) Cartografía geológica de detalle escala 1:250 basada en planos topográficos elaborados con este fin.

Lo que corresponde a gabinete :

1) Sección geológica longitudinal escala 1:1,000.

2) Trazo de secciones geológicas escala 1:500 perpendiculares al cuerpo en la zona de trabajos mineros.

3) Plano de isoplejas de profundidad (basado también en geología de minas).

4) Información bibliográfica y recopilación de datos específicos tales como producción y leyes de la mina.

c) Muestreos

Se ha dedicado un título especial para este --- aspecto, el cual representa quizá el argumento más - poderoso para la decisión en el avance de la explo- ración.

Hay que hacer énfasis en la importancia que tie- nen la correcta distribución y obtención del mues- treo, ya que esta información retribuye el conoci- miento de las leyes del yacimiento y cualquier ---- error, ya sea en distribución como en obtención, po- dría formar un criterio equivocado que lleve a fal- sas conclusiones.

En el caso correcto del Proyecto Centenario el - muestreo fué dividido en dos áreas: muestreo super- ficial y muestreo de mina.

Muestreo Superficial

Objetivos

1) Detectar anomalías en los afloramientos del cuerpo mineral las cuales pueden ayudar a deli- mitar tendencias de los clavos mineralizados a lo - largo de la veta.

Metodología

1) Se efectuó un muestreo de canal cada 25 mts. cuando los afloramientos lo permitieron cuando no fué así, se hicieron zanjas para realizarlo.
(Anexo 2)

2) La planeación y desarrollo del muestreo se basó en la cartografía de detalle del cuerpo.

Muestreo de Mina

Objetivos

1) Definir la ley promedio en las obras mineras y su distribución, con objeto de conocer su comportamiento.

2) Definir zonas con mayor ley para un futuro cálculo de reservas en bloques adyacentes a los labrados.

3) Obtener bases con las cuales conocer el comportamiento de la mineralización.

Metodología

1) Muestreo de canal cada 5 metros, corriendo perpendicularmente al rumbo y al echado del cuerpo, en caso de no ser posible este espaciamiento por particularidades de la obra, se tomaron muestras a criterio.

2) Se muestrearon los topes, rebajes y cruceros de las obras, pues es ésta la información de mayor interés.

II.5) RESULTADOS DE LA PRIMERA ETAPA DE EXPLORACION

Como resultado de las interpretaciones del trabajo desarrollado en el campo, gabinete y laboratorio se ha logrado el conocimiento requerido tanto regional como localmente, para definir el Proyecto en los términos propuestos por los objetivos.

a) Geología Regional

a.1) Estratigrafía

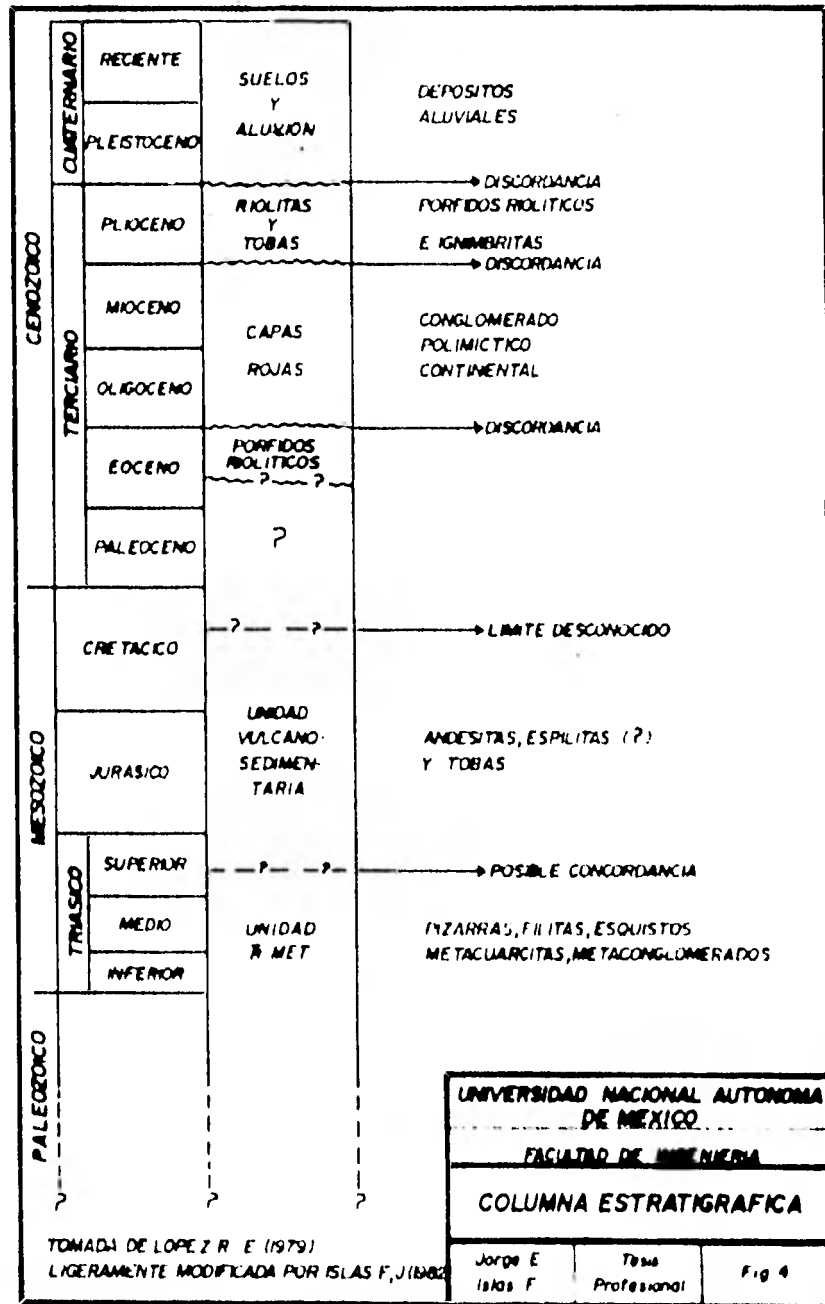
En el área de la Sierra de Zacatecas se distinguen rocas metamórficas, vulcanosedimentarias, ígneas extrusivas e intrusivas y sedimentarias las que han sido agrupadas por varios autores en las siguientes unidades:

Unidad Trmet, Unidad Vulcanosedimentaria, Pórfidos Riolíticos, Capas Rojas y Riolitas. (Figura 4)

PALEOZOICO SUPERIOR (?) - TRIASICO SUPERIOR

Unidad Trmet

Esta unidad aflora en la porción SW de la Sierra de Zacatecas presentando su mayor exposición en el Arroyo de la Pimienta donde fué descrita por C. Burckhardt y Scalia en 1905, E. Ordóñez en 1906 y R. McGehee en 1976.



Está representada por rocas metamórficas de bajo grado y metasedimentarias, las cuales han sido divididas en cinco miembros (2) caracterizados por -- sus asociaciones litológicas encontrándose esquistos -- de clorita-sericita, filitas, pizarras, metaconglomerados, calizas levemente recristalizadas, metareniscas - y delgados horizontes de metalimolitas. Se llegan a encontrar intercalaciones de rocas metavolcánicas de - composición intermedia cloritizadas y bandas de pederbal negro.

Toda la unidad se encuentra afectada por - metamorfismo regional de bajo grado y por eventos - hidrotermales que le causan silicificación. Así mismo se reconoce un fuerte fallamiento y fracturamiento - en la misma.

En la parte superior de esta unidad se -- han encontrado fragmentos fósiles de equinodermos --- (crinoides) y moluscos (pelecípodos y amonitas) los cuales fueron fechados (3) del Triásico Superior piso Cárnico.

A esta unidad se le ha calculado un espesor de por lo menos 1,000 mts. sin piso expuesto.

(2) R. Mc Gehee, 1976

(3) C. Burckhardt, 1905

JURASICO INFERIOR (?) - CRETACICO SUPERIOR (?)

Unidad Vulcanosedimentaria

En aparente concordancia y sobreyaciendo a -- las rocas metamórficas se encuentra una unidad vulcanosedimentaria (conocida como rocas verdes) la -- cual aflora en la mayor parte de la Sierra de Zatecas.

Durante mucho tiempo se ha considerado a -- esta unidad como un cuerpo ígneo intrusivo hipabisal de composición andesítica. Por las observaciones de campo que a continuación se exponen, el autor se -- inclina a considerarla como una secuencia vulcanosedimentaria.

Esta unidad está constituida por rocas extrusivas saturadas levemente metamorfizadas y rocas meta sedimentarias.

Las rocas ígneas se han clasificado como -- andesitas y basaltos con bajo grado de metamorfismo (meta-andesita y metabasaltos). Megascópicamente -- presentan variedades texturales tales como diabásicas, porfídicas, afanítica, tobácea y variolítica. Muchas veces se observan pseudoestratificación y foliación -- que en general es paralela a la primera. Así mismo se observan frecuentemente "pillow lavas" (almohadillas)

Con menos frecuencia se observan horizontes de tobas sobresaturadas (probablemente riolíticas)-intercaladas con rocas saturadas así como lentes de exhalitas (jaspe rojo).

Las rocas metasedimentarias las constituyen horizontes delgados de metacuarcitas que en raras -- ocasiones forman paquetes hasta de varias decenas de metros de espesor. Es frecuente encontrar pedernal -- negro y verde en forma de lentes y bandas distribuidos en toda la unidad, así como horizontes delgados de lodolitas.

Pizarras, filitas y esquistos de clorita -- sericita al igual que las anteriores se encuentran -- en horizontes intercalados con las rocas metavolcánicas.

Toda la unidad se encuentra afectada por -- metamorfismo regional de bajo grado causándole principalmente cloritización, los eventos hidrotermales causaron propilitización (clorita - calcita - epidotapirita).

No se conoce el espesor de esta unidad pero se estima en poco más de 600 mts. (4). Se ha -- especulado mucho acerca de la edad de la unidad, --

(4) Gutiérrez A., p 241 - 243

debido a la idea errónea de su génesis. Recientemente investigadores de la Universidad de Nueva Orleans (5) realizaron estudios radiométricos (Potasio-Ar -- gón) sobre rocas metavolcánicas de la unidad asignándole una edad del Cretácico Superior (Campaniano -Maestrichtiano).

TERCIARIO

Pórfidos Riolíticos

Los afloramientos se localizan hacia la parte sur-poniente de la Ciudad de Zacatecas. Están representados por rocas holocristalinas y porfídicas en las que se distinguen cuarzo y feldespato potásico -principalmente, estas rocas presentan silicificación.

Las estructuras observadas en las que se -- presentan estas rocas son diques y pequeños cuerpos-irregulares con rumbo preferencial N-S y N 15°-40° W- con echados al NE, intrusionando a las rocas metamórficas y vulcanosedimentarias.

La edad que se le ha asignado a estas rocas (6) es del Eoceno Superior-Oligoceno Inferior.

(5) Ocejo, T., 1979. Este autor no da más información sobre dichos estudios por lo que se recomienda no tomar esta edad como definitiva.

(6) J. J. Pérez M., 1961

Conglomerado Rojo de Zacatecas

Aflora al SE y N de la Sierra de Zacatecas y descansa en discordancia erosional sobre las unidades antes mencionadas.

Se trata de un conglomerado polimíctico --- constituido por fragmentos angulosos y subangulosos de rocas metamórficas, rocas ígneas (andesíticas y riolíticas) así como rocas graníticas, areniscas, calizas y pedernal, todas estas comentadas por un material arcillo-arenoso con hematita y limonita --- como cementantes lo que le da una coloración roja.

La edad tentativa asignada a esta formación es del Oligoceno-Mioceno (7).

Riolitas

Sobreyaciendo al conglomerado rojo y al SE de la Sierra de Zacatecas afloran rocas volcánicas representadas por tobas arenosas y breccias volcánicas de composición riolítica.

Las beccias volcánicas presentan fragmentos angulosos que llegan a medir hasta varios centímetros incluidos en una matriz arenosa compuesta principalmente de cuarzo y ceniza volcánica.

(7) J. J. Pérez, op. cit.

Pseudoestratificadas se distinguen las tobas arenosas las cuales presentan granos fragmentados de cuarzo y feldespato en una matriz pulvurenta principalmente de cuarzo, en raras ocasiones la matriz es vitrea.

J. Pérez (1961) sitúa a esta unidad en el Mioceno-Plioceno Inferior.

CUATERNARIO

Suelos y Aluviones

Constituídos por depósitos de piamonte y aluviales recientes, formados por materiales que varían desde arcillas hasta rodados, en ocasiones cubiertos por una delgada capa de caliche.

a.2) Yacimientos Minerales

Los yacimientos minerales del Distrito de Zacatecas están representados por sistemas de vetas en enrejado de ángulo agudo (8), son irregulares presentando diferentes rumbos, echados y espesores; se encuentran como relleno de fallas y fisuras con mineralización plumbo-argentífera unas, y aurífera otras. Generalmente encajonadas por la unidad vulcanosedimentaria y las rocas riolíticas (pórfidos y tobas).

(8) H. E. Mc Kinstry, p. 321

Entre las primeras los sistemas más importantes son: El Bote-La Cantera, Mala Noche, Veta Grande, San Rafael y Pánuco con rumbo medio $N55^{\circ}W$ y su conjugado E-W; de las segundas se conoce un sistema con rumbo N-NW de potencial restringido y bajo grado de mineralización.

Las dimensiones de los sistemas de vetas es muy variable, tanto a rumbo como a profundidad, la principal veta es el dique-falla La Cantera, que tiene 16 Kms. de longitud. Las potencias varían desde pocos decímetros hasta 30 metros.

Todas las vetas del distrito presentan ensanchamientos seguidos por adelgazamientos, tanto a rumbo como a profundidad por lo que son conocidas como vetas de "chorizo".

El control estructural de la mineralización está definido por fallas y fracturas que sirvieron como conductos y canales, por los que ascendieron las soluciones hidrotermales, ricas en sílice, plata plomo, cobre y zinc.

La mineralogía de los yacimientos del distrito hasta hoy conocida está representada por:

MINERALES HIPOGENICOS

Cuarzo
Pirita
Esfalerita
Tetrahedrita
Marmatita
Galena
Calcopirita
Argentita
Proustita
Polibasita
Pirargirita
Oro Nativo
Calcita
Estibinita
Fluorita
Bornita

MINERALES SECUNDARIOS

Plata Nativa
Acantita
Calcocita
Covelita
Cerargirita
Anglesita
Smithsonita
Calamina
Cerusita
Malaquita
Calcantita
Calcedonia
Psilomelano
Manganocalcita
Pirolusita
Limonita
Hematita
Fosforita
Caolín

La zonificación es principalmente vertical --
ya que se ha observado que a profundidad la Plata
y el Pb disminuyen sus leyes para incrementarse las
de Zn y Cu, así mismo se reducen las de Zn al -
aumentar el Cu. (no se indican leyes por no ---

tener información concreta al respecto).

Las alteraciones producidas por los eventos mineralizantes son la Caolinización, Silicificación y Sericitización, que afectan principalmente a las rocas metavolcánicas y a las riolitas.

Los yacimientos minerales del distrito han sido clasificados como hidrotermales, formados a presiones y temperaturas moderadas, (del orden de 150° C a 250° C de temperatura) considerándose en la zona epitermal debido a la mineralogía que presentan.

b) Geología del Proyecto Centenario

b.1) Estratigrafía

Dentro del área de interés se distinguen cinco de las unidades litológicas regionales ya descritas, de las cuales se describen las particularidades locales. (Ver Anexo 1)

UNIDAD MET

Posiblemente pertenezca a la secuencia metamórfica descrita regionalmente por McGehee (9). Aflo^{ra} al SW del tiro San Roberto y en el interior de la mina, al bajo de la veta.

(9) R. McGehee, op. Cit.

En esta unidad se presentan dos "paquetes" litológicos bien diferenciables:

Lut Ar: Compuesto por lutitas, areniscas, areniscas-conglomeráticas y filitas, todas de color pardo claro poco deformadas y fracturadas. Se llegan a distinguir estructuras primarias tales como estratificación graduada (en las areniscas conglomeráticas) y marcas de oleaje "ripple marks".

Pz: Constituído por pizarras negras es estratos delgados (30 cms) plegados y poco fracturados, con intercalaciones de filitas verdes y negras así como lentes de rocas metavolcánicas cloritizadas.

Las pizarras están constituídas por minerales arcillosos, clorita y sericita; en general están silicificados y cruzados por vetillas de cuarzo

Toda la unidad se encuentra deformada con echados predominantes de 40° - 30° al NE también presenta pliegues locales como antiformas y sinformas asimétricas.

UNIDAD Kvs a

Esta unidad aflora en casi la totalidad del área cartografiada (unidad vulcanosedimentaria)

y se pueden diferenciar las siguientes variedades litológicas:

Kvsa mv: Aglomerado volcánico de rocas saturadas (posiblemente basálticas) el cual expone un aspecto caótico en el que se distinguen coladas, material tobáceo, delgados lentes de esquistos de clorita, horizontes de pizarra negra y lentes de jaspe rojo (exhalita).

Las rocas predominantes del aglomerado se clasificaron como rocas metavolcánicas básicas en facies de esquistos verdes, constituidas principalmente por oligoclasa y piroxenos, con minerales de alteración metamórfica tales como clorita, epidota, sericita y leucoxeno (10). (Ver Apéndice I)

Al igual que toda la unidad se encuentra afectada por efectos metamórficos regionales de bajo grado que le han provocado una intensa cloritización y en algunas zonas foliación paralela a la pseudoestratificación. Los eventos hidrotermales del área afectaron al aglomerado produciendo propilitización y rellenando fracturas con cuarzo y calcita.

(10) N. de A. Debido a los efectos metamórficos sufridos por las rocas ha sido difícil determinar su composición y mineralogía original, sin embargo algunas muestras presentan textura ofítica relicta que ha ayudado en su clasificación.

Kvsa ms: Principalmente constituido por meta-cuarcitas con delgadas intercalaciones de filita y de pizarras negras. Las primeras están compuestas por cuarzo y sericita con escasa clorita, zircón, óxidos de hierro, algunas veces se les encuentra silicificadas y generalmente presentan una "costra" de intemperismo con óxidos de hierro y manganeso.

Kvsa mt: Representado por un "paquete" de esquistos de clorita con intercalaciones de filitas negras y horizontes delgados de pizarra.

Dentro de los esquistos se distinguen bandas y lentes de cuarzo segregado que se alojan en los planos de foliación; estas rocas están constituidas por bandas (Textura Lepidoblástica) de clorita, cuarzo y sericita además de magnetita diseminada.

En toda la unidad se observan efectos causados por procesos metamórficos dinámicos de bajo grado tales como foliación y cloritización. Cercano al cuerpo mineral se aprecian alteraciones hidrotermales como la propilitización, caolinización y silicificación.

UNIDAD Igi Ri

Aflora únicamente al SW del área estudiada y está representada por diques y pequeños cuerpos irregulares intrusivos de carácter ácido.

Estas rocas presentan una textura hipocristalina, porfídica y en raras ocasiones fanerítica, algunos afloramientos presentan bandeamiento de cuarzo y feldespató alcalino, y fueron clasificadas como pórfidos riolíticos.

UNIDAD Tri

Representada por rocas extrusivas de tipo riolítico. Tienen textura afanítica, rara vez presentan fenocristales y cuando es así, éstos están fragmentados y son principalmente de cuarzo. Estas rocas presentan diaclasamiento y algunas veces silicificación; afloran en el Cerro de San Roberto y sus laderas.

UNIDAD Qal

Está constituido por aluviones y depósitos de piamonte. Los primeros se localizan en los cauces de los arroyos principales y consisten en limos, arenas y grava; los segundos son principalmente gravas y cantos rodados.

b.2) Yacimientos Minerales

El Proyecto Centenario se encuentra en el extremo Oeste de la Veta Mala Noche, abarcando --- 900 mts. aproximadamente de ésta, a rumbo. En esta área la veta consiste de una zona de falla minera lizada con rumbo general NW 70° SE, echado prome -- dio de 55° al NE y espesores que varían entre 5- y 30 mts. Se trata de una falla normal que afec -- ta localmente a la secuencia vulcanosedimentaria y - a la unidad metamórfica (rocas encajonantes).

En superficie se expresa con afloramientos - que sobresalen al nivel del terreno y en ellos se pueden observar zonas con silicificación en forma -- de reemplazamiento y vetillas, brechamiento, vetas -- con abundantes "box work" (hasta 50%) y óxidos --- principalmente de hierro. Se llegan a distinguir -- sulfuros tales como Pirita, Galena y Esfalerita en -- cantidades no mayores de 2%, sobre todo en las -- zonas de silicificación. También en estos afloramien -- tos es común distinguir crustificación (Ver Anexo- 2).

Tanto en superficie como en el interior de la mina se observa que la mineralización de la ve ta no es uniforme encontrándose "caballos" de roca con escasos hilillos de cuarzo y pirita diseminada -- hasta en 3%. Por lo general la mineralización se -

concreta en tres zonas llamadas vetas del alto, --
enmedio y del bajo y ocasionalmente se observan --
una cuarta y quinta veta que se comportan en for-
ma cimoidal. Entre el nivel 2 y 3 de la mina --
San Roberto se observa una veta central de calcita
blanca con espesores de 1 a 3 m conteniendo valo-
res de Ag-Pb. (Ver Anexo 4)

Las zonas entre las vetas mencionadas algu-
nas ocasiones presentan valores económicos en Ag, -
Pb, Cu y Zn.

La mineralogía reconocida megascópicamente en
el cuerpo mineral es la siguiente en orden de ---
abundancia:

MINERALES HIPOGENICOS

Ganga

Cuarzo Blanco
Cuarzo Amatista
Calcita
Clorita
Pirita
Barita
Fluorita
Bornita
Pirrotita (?)

Mena

Marmatita
Galena
Calcopirita

MINERALES SUPERGENICOS

Goetita	Pirolusita
Yeso	Sales de Plata
Smithsonita	
Cerusita	
Calcantita	

Tanto a rumbo como a profundidad la veta -
sufre inflexiones, adelgazamientos y ensanchamientos,
así como ramaleos, siendo el más importante de és-
tos el que sufre en el extremo W donde la veta -
se ramalea localmente (Horse Tail).

Se ha observado que las inflexiones de ---
echado que sufre la veta * , son favorables para
la localización de "clavos" de mineral, particular -
mente cuando adquiere ángulos menores a 50°.

Las alteraciones hipogénicas que se presen -
tan en la roca encajonante son la silicificación -
y propilitización.

Se ha podido distinguir una zona de oxida-
ción que aproximadamente alcanza 75 mts de profundi-
dad desde el afloramiento y una zona de transición
de más o menos 30 mts.

(*) Comportamiento observado en la mina San Roberto
y otras obras sobre la misma estructura.

Las relaciones paragenéticas fueron establecidas megascópicamente en muestras representativas de la mina San Roberto en las que se observó la mineralogía hipogénica ya descrita y texturas tales como brechamiento y crustificación paralela. De este análisis se deduce que el orden de formación fué el siguiente:

Pirita	_____
Esfalerita	_____
Cuarzo	_____
Galena	_____
Calcopirita	_____
Calcita	_____

Además de la Veta Mala Noche se distinguen nueve vetas de rumbo paralelo y subparalelo a la misma que no representan objetivos económicos debido a la falta de continuidad y potencialidad. Estas vetas presentan espesores no mayores a 60 cms. sus rumbos son subparalelos a la Veta Mala Noche y los echados aparentemente son verticales, en ellas se distinguen zonas con brechamiento y silicificación.

La mineralogía observada en estos cuerpos está representada por óxidos de hierro y zinc (?)

c) Conclusiones y Recomendaciones

1) Regionalmente la Sierra de Zacatecas con siste en un "horst" de rumbo NNE caracterizado por una secuencia de rocas metamfólicas Triásicas (?) a la cual sigue otra de rocas vulcanosedimentarias, intrusionadas por diques y cuerpos irregulares de -- composición ácida y localmente cubiertas por riolitas o conglomerados Terciarios.

2) Localmente se exponen rocas metamórficas-vulcanosedimentarias, intrusivas y extrusivas de tipo ácido que encajonan al cuerpo mineral.

3) Cortando transversalmente a la Sierra -- mencionada, existen tres estructuras mayores denomi-- nadas, de Sur a Norte, El Bote-Cantera, Mala Noche y Veta Grande.

4) La estructura de interés consiste en -- una zona de falla con fuerte brechamiento que in-- cluye tres zonas de relleno de cuarzo al alto, -- medio y bajo respectivamente, con mineralización de sulfuros de Fe, Zn, Cu, Ag y Pb.

5) El potencial que presenta el Proyecto - es atractivo.

Por lo anteriormente expuesto se recomienda:

- 1) No abandonar el Proyecto.
- 2) Llevar a cabo la segunda etapa de exploración (Fig. 1) consistente en un programa de barrenación de comprobación basada en los resultados obtenidos.

II.6) SEGUNDA ETAPA DE EXPLORACION

La segunda etapa de exploración del Proyecto Centenario tuvo como objetivos principales los siguientes:

- COMPROBAR LA CONTINUIDAD DE LA ESTRUCTURA A PROFUNDIDAD.
- CONOCER A PROFUNDIDAD LAS LEYES DE MINERAL.
- INDICAR RESERVAS PROBABLES Y POSIBLES.

Estos fueron alcanzados bajo un programa de barrenación corta, interpretación de testigos recuperados y muestreo de los mismos.

a) Barrenación

En la primera etapa de barrenación del Proyecto Centenario se programó la perforación de cinco pozos distribuidos en tres líneas. (Anexo 1)

- Primera Línea .- Contiene a los barrenos SR-1 - SR-2 espaciados 300 m y con objetivo esperado a 150 m de profundidad.

- Segunda Línea .- Contiene a los barrenos SR-3 y SR-4 espaciados 300 m y con objetivo esperado a 200 m de profundidad.

- Tercera Línea .- Contiene únicamente al barreno SR-5 y el objetivo esperado a los 300 m.

Hay que hacer resaltar que la posición del barreno SR-5 fué establecida en base a los resultados de los barrenos anteriores.

Para la perforación de dichos pozos se utilizó una máquina Longyear No. 34 y tuberías de -- diámetros NC, NX y BX, con broca tricónica para suelos y de diamante para roca.

Las características de cada barreno se muestran en la Tabla No. 1 donde además se incluyen las intersecciones de cada uno con el cuerpo mineral.

El muestreo realizado sobre las intersecciones de los barrenos con el cuerpo mineral, fué -- basado en las descripciones geológicas, es decir, -- que no fué sistemático o equidistante, sino por -- el contrario fué basado en los cambios de minerali

zación notable. Además los testigos se muestrearon desde algunos metros al alto de la estructura y hasta el fin de pozo; estos muestreos también se basaron en las variaciones litológicas o de mineralización. Cuando la mineralización o la litología no presentó cambios notorios megascópicos se realizó en partes submúltiples del tramo.

Unicamente en el barreno SR-5 se realizaron pruebas de inclinación cada 50 m mostrando éste -- una desviación total de -7° .

En el apéndice II se presenta la descripción total del barreno SR-5, el cual muestra la mayoría de las litologías y texturas observadas en la secuencia vulcanosedimentaria y unidad metamórfica, así como la intersección más profunda con el cuerpo mineral.

b) Resultados de la Primera Etapa de Barrenación correspondiente a la Segunda Etapa de Exploración.

Toda la información obtenida del análisis detallado y ensayos químicos de los testigos obtenidos, completó los trabajos realizados en superficie y mina resaltando los siguientes conceptos, que en sí eran objetivo de esta etapa:

T A B L A I

BARRENOS DEL PROYECTO CENTENARIO

ZACATECAS, ZAC.

OBJETIVO: VETA MALA NOCHE

BARRENO	COORDENADAS	RUMBO	INCL.	ELEV. (M)	LONGITUD (M)	INT. (M)	D. USADOS	REC. PROMEDIO
SIR-1	10042.80 N	-----	-90°	2490.05	213.60	DE 158.10	NC - 75.30	88.73%
	9992.60 W					A 197.0	NX - 138.30	
SIR-2	10069.90 N	-----	-90°	2503.85	280.15	DE 159.60	NC - 109.75	91.60%
	10287.00 W					A 200.80	NX - 170.40	
SIR-3	10097.00 N	-----	-90°	2525.40	280.0	DE 215.40	NC - 100.05	93.69%
	10145.50 E					A 254.30	NX - 179.95	
SIR-4	10091.00 N	-----	-90°	2493.40	284.35	DE 208.60	NC - 19.30	87.77%
	10146.50 E					A 236.60	NX - 229.05	
SIR-5	10233.00 N	S20°W	-73°	2511.55	387.40	DE 325.90	NC - 17.25	94.68%
	10350.00 E					A 360.20	NX - 330.60	
							RX - 39.55	

1) La estructura presenta continuidad cuando menos hasta los 450 mts de profundidad a echado desde su afloramiento.

2) Los espesores obtenidos de las intersecciones de los barrenos tienen como mínimo 15.10 mts y como máximo 23.60 mts.

3) Se comprobó que el rumbo y echado general de la estructura se mantiene igual en la profundidad que en la superficie.

4) Las leyes de mineral obtenidas del muestreo son similares a las existentes en la zona de sulfuros de la mina San Roberto, aunque a la profundidad se incrementan levemente las de plata y cobre.

5) Los barrenos SR-1 y SR-4 se consideran negativos, puesto que si bien intersectaron a la estructura, ésta no presentó leyes minerales económicas.

6) Considerando los resultados de barrenación y los del muestreo de la mina San Roberto se puede mencionar que existe un crudo zoncamiento

de la mineralización, con valores predominantes de Zn (Ag-Pb) en el área de la mina que varían a -- profundidad y hacia el NE a Cu (Ag-Zn) en la zona definida por los barrenos SR-2, SR-3 y SR-5.

7) Algunos barrenos muestran estructuras delgadas mineralizadas, posiblemente paralelas a la estructura principal o ramales de ésta que no representan objetivos económicos debido a la falta de continuidad y valores.

8) Se ha podido distinguir que los cambios litológicos en la secuencia vulcanosedimentaria cortada por los barrenos no corresponde algunas veces con la cartografiada en superficie, lo que lleva a pensar en un comportamiento lenticular de algunas variedades litológicas y texturales de esta unidad.

9) Se recomienda realizar un estudio de viabilidad preliminar que conduzca a una revisión más real de la rentabilidad del yacimiento y eventualmente la justificación de las siguientes fases del proceso de exploración programado. (Fig. 1)

C A P Í T U L O I I I

CONCLUSION AL TRABAJO

Durante el desarrollo del programa de exploración propuesto para el Proyecto Centenario, se ha obtenido una experiencia más en la búsqueda de reservas minerales económicas, que si bien en este caso, aún no han sido completamente definidas, ya se han sentado las bases geológicas de su existencia. Es ahora cuando el Geólogo Explorador combinará los conceptos geológicos definidos con los económicos de mercado y los legales que en su momento definirán la rentabilidad del Proyecto.

Se han mostrado cada uno de los métodos de exploración utilizados así como sus resultados denotando que estos últimos han satisfecho sus objetivos; sin embargo, por sí solos y sin su correcta interpretación no hubieran contribuido en nada al objetivo primordial. Es la correcta conjunción de ellos la que lleva al éxito en el trabajo de exploración. No debe tampoco generalizarse su empleo a condiciones geológicas similares sin antes, en una etapa de prospección, definir los aspectos generales del área y basándose en el criterio y experiencia del geólogo definir el programa a seguir.

APENDICE I
REPORTES PETROGRAFICOS *

* Realizados por el
Ing. Ramón Badilla

Muestra No. JSR-102

Localización: 9990N- 10500 E

DESCRIPCION MEGASCOPICA

Color: Verde

Textura: Granoblástica

Estructura: Compacta y masiva

Minerales Observables: Constituida por ferromagnesianos
y clorita.

DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Granoblástica

Mineralogía: Constituida por oligoclasa, piroxenas clo
ritizadas, clorita y esfena alterada a -
leucoxeno.

Origen: Formada por metamorfismo regional de una ro-
ca volcánica saturada, en facies de esquistos-
verdes.

Clasificación: Roca metavolcánica saturada

Muestra No.: JSR-111

Localización: 9940N- 10460 E

DESCRIPCION MEGASCOPICA

Color: Verde Claro

Textura: Porfidoblástica

Estructura: Compacta y masiva

Minerales Observables: Porfidoblastos de cuarzo, rodeados por un masaico granoblástico de epidota y cuarzo rellenando fracturas.

DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Porfidoblástica con matriz granoblástica.

Mineralogía: Constituida por Porfidoblásticos de cuarzo rodeados por una matriz granoblástica de epidota, tremolita y cuarzo. Además presenta cuarzo rellenando fracturas.

Orígen: Formada por metamorfismo regional de una roca volcánica saturada, en facies de esquistos verdes.

Clasificación: Roca metavolcánica saturada.

Muestra No.: JSR-132

Localización: 10150N- 10584 E

DESCRIPCION MEGASCOPICA

Color: Verde

Textura: Porfidoblástica

Estructura: Compacta, ojosa y orientada.

Minerales Observables: Porfidoblastos de feldespatos y ferromagnesianos, rodeados por una matriz de la misma composición y clorita.

DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Porfidoblástica con matriz granoblástica.

Mineralogía: Constituida por Porfidoblastos de oligoclasa y piroxenos, rodeados por una matriz granoblástica de la misma composición, clorita, epidota, sericita y calcita. Los porfidoblastos de plagioclasa están alterados a sericita, fracturas rellenas de clorita, calcita y esfena alterada a leucoxeno en la matriz.

Origen: Formada por metamorfismo regional de una roca volcánica saturada, en facies de esquistos verdes.

Clasificación: Roca metavolcánica saturada.

Muestra No.: JSR-3-131

Localización: 9930N- 10300E

DESCRIPCION MEGASCOPICA

Color: Verde

Textura: Esquistos

Estructura: Compacta

Minerales Observables: Clorita

DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Esquistos

Mineralogía: Constituída por cristales orientado de --
clorita, plagioclasas granuladas y seri--
citizadas, epidota y esfena cortados por
fracturas rellenas por cuarzo y epidota.

Orígen: Formada por metamorfismo regional de una an-
tigua secuencia volcánica-tobácea saturada en
facies de esquistos verdes y afectada por -
soluciones hidrotermales.

Clasificación: Esquisto de clorita.

Muestra No.: JSR-3-134

Localización: 10025N- 10244 E

DESCRIPCION MEGASCOPICA

Color: Verde claro

Textura: Granoblástica esquistosa

Estructura: Compacta

Minerales Observables: Cuarzo y minerales micáceos

DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Porfidoblástica con matriz lepidoblástica

Mineralogía: Constituida por porfidoblastos sericitizados de feldespatos rodeados por una matriz lepidoblástica de sericita, clorita, cuarzo criptocristalino y escasa epidota. Además presenta fracturas rellenas por cuarzo de veta.

Origen: Formada por metamorfismo regional de una roca cuarzo-feldespática (arcosa o roca volcánica sobresaturada) en facies de esquistos verdes y afectada por soluciones hidrotermales.

Clasificación: Esquisto

Muestra No.: JSR-3-144

Localización: 10012N- 10166E

DESCRIPCION MEGASCOPICA

Color: Verde

Textura: Granoblástica

Estructura: Compacta y masiva

Minerales Observables: Constituida por feldespatos, --
ferromagnesianos y clorita.

DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Granoblástica

Mineralogía: Constituida por oligoclasa, epidota, clorita, cuarzo y esfena alterada a leucoxeno.

Orígen: Formada por metamorfismo regional de una roca volcánica saturada en facies de esquistos verdes.

Clasificación: Roca metavolcánica saturada.

Muestra No.: JSR-3-161

Localización: 10058N- 10062E

DESCRIPCION MEGASCOPICA

Color: Verde

Textura: Porfidoblástica

Estructura: Compacta

Minerales Observables: Constituida por feldespatos, --
epidota, ferromagnesianos y clo-
rita.

DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Porfidoblástica

Mineralogía: Constituida por oligoclasa parcialmente --
sericitizados, clorita, epidota, actinoli-
ta, esfena alterada a leucoxeno y piri-
ta parcialmente alterada y hematita.

Origen: Formada por metamorfismo regional de una an-
tigua secuencia volcánica saturada, en facies --
de esquistos verdes y afectada posteriormente
por soluciones hidrotermales.

Clasificación: Roca Metavolcánica saturada.

Muestra No.: JSR-3-163

Localización: 10030N- 10040E

DESCRIPCION MEGASCOPICA

Color: Gris obscuro

Textura: Afanítica

Estructura: Compacta

Minerales Observables: Constituída por cuarzo de grano muy fino, con fracturas de cuarzo cristalino.

DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Criptocristalina

Mineralogía: Constituída por un mosaico criptocristalino de cuarzo, con abundantes fracturas - rellenas por cuarzo cristalino. Además - presenta escasa calcita diseminada, clorita y microestilotitas.

Orígen: Formada por la precipitación de sílice y -- afectada por metamorfismo regional en facies de esquistos verdes.

Clasificación: Pedernal

Muestra No.: JSR-3-172

Localización: 10300N- 10264 E

DESCRIPCION MEGASCOPICA

Color: Café claro

Textura: Granoblástica

Estructura: Compacta y masiva

Minerales Observables: Cuarzo en un mosaico granoblástico, con fracturas rellenas - por el mismo mineral y limonita diseminada.

DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Granoblástica

Mineralogía: Constituida por un mosaico granoblástico de cuarzo y sericita con escasa clorita, zircón, hematita y limonita. Además presenta fracturas rellenas de cuarzo y sericita.

Origen: Formada por metamorfismo regional de una roca cuarzo- feldespática en facies de esquistos verdes.

Clasificación: Metarenisca

Observaciones: Nota: Es muy parecida a las metacuarcitas descritas por Mc Gehee (1976) -- en el Arroyo de La Pimienta pero con tienen más sericita que éstas.

Muestra No.: JSR-3-183

Localización: 10190N- 10290 E

DESCRIPCION MEGASCOPICA

Color: Gris claro, café por intemperismo

Textura: Esquistosa

Estructura: Compacta y foliada

Minerales Observables: Sericita y limonita relleno-
fracturas y planos de folia-
ción.

DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Porfidoblástica, con matriz lepidoblástica.

Mineralogía: Constituida por pequeños cristaloblastos -
de cuarzo en forma de ojo, rodeados por
una matriz orientada de clorita y seri-
cita, además presenta limonita y clorita
a través de los planos de foliación y
fracturas.

Origen: Formada por metamorfismo regional de una ro-
ca pelítica en facies de esquistos verdes.

Clasificación: Filita

Muestra No.: JSR-3-191

Localización: 9774N- 10076 E

DESCRIPCION MEGASCOPICA

Color: Rojo con manchas grises

Textura: Brechoide

Estructura: Compacta

Minerales Observables: Jaspe, cuarzo y hematita.

DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Brechoide

Mineralogía: Constituida por fragmentos angulosos de cuarzo con abundante hematita pulverulenta diseminada (jaspe), cementados por cuarzo cristalino y criptocristalino. Además se aprecia magnetita relleno de fracturas y alterada a hematita y abundantes fracturas rellenas por cuarzo en los fragmentos de jaspe.

Origen: Hidrotermal

Clasificación: Breccia Hidrotermal.

Muestra No.: JSR-3-192

Localización: 9922N- 10170E

DESCRIPCION MEGASCOPICA

Color: Verde

Textura: Granoblástica.

Estrcutura: Compacta

Minerales Observables: Feldespatos y Clorita

DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Ofítica relictas

Mineralogía: Constituída por plagioclasas reemplazadas por tremolita y albita, clorita, esfena y leucoxeno por alteración de esfena.

Origen: Formada por metamorfismo regional de un basalto en facies de esquistos verdes.

Clasificación: Metabasalto.

Observaciones: Conserva su textura ofítica relictas.

Muestra No.: JSR-SR-2

Localización: 9049N- 10286E

DESCRIPCION MEGASCOPICA

Color: verde

Textura: Esquistosa

Estructura: Compacta y foliada

Minerales Observables: Clorita, cuarzo y pirita relleno fracturas; magnetita, pirita y cuarzo a través de los planos de foliación.

Alteración: Se observa limonita por alteración de pirita y magnetita.

DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Lepidoblástica

Mineralogía: Se aprecia constituida por bandas de clorita que alteran con otras de cuarzo a sericita; además presenta magnetita diseminada y cuarzo relleno fracturas irregulares.

Origen: Formada por metamorfismo regional de una roca volcánica (Tobácea) saturada en facies de esquistos verdes y afectada posteriormente por soluciones hidrotermales.

Clasificación: Esquisto de clorita.

APENDICE II

DESCRIPCION DEL BARRENO DE EXPLORACION SR-5

DESCRIPCION DEL BARRENO SR-5

PROFUNDIDAD		LITOLOGIA
De	A	
0	- 4 mts.	Suelo y roca intemperizada
4	- 12.25 mts.	Roca metavolcánica básica - de color verde oscuro y-textura afanítica. Presenta cloritización y fracturas - rellenas con óxidos de Fe.
12.25	- 43.75 mts.	Metatoba de color verde - oscuro con textura arenosa de grano fino y compacta. Se encuentra cloritizada, presenta pseudoestratificación con echado medio-de 30°, fracturamiento - irregular (4 fx x 60 cm) - con relleno principalmente de calcita. Hay pirita diseminada en - 1 % .

PROFUNDIDAD

LITOLOGIA

43.75 - 98.30 mts.

Metareniscas de color verde-gris y crema con textura -- arenosa de grano fino y lodasa. Se distinguen granos - de cuarzo. Presenta silicificación y algunos horizontes-cloritizados, pseudoestratificación con echado medio de-50°, interclaciones de pizarras, filitas y pedernal -- negro. Existen fracturas con Pirita, Esfalerita y Galena. El contacto superior e inferior son transcicionales.

98.30 - 114.40

Metatoba litico-cristalina de textura arenosa presentando - feldespatos fragmentados y - minerales arcillosos de alteración.

114.40 - 158.45

Metavolcánica básica de co--lor verde oscuro y textu--ra porfirítica, en raras -- ocasiones afanítica. Se distinguen fenocristales de plagioclasa y ferromagnesianos - en una matriz cloritizada.

PROFUNDIDAD	LITOLOGIA
158.45 - 171.80	Intercalaciones entre metatobas y metareniscas.
171.80 - 206.40	Intercalaciones entre meta---volcánicas porfiríticas básicas y metatobas arenosas, - también delgados horizontes - de rocas de tipo lodoso -- (lodolitas) silicificadas.
206.40 - 212.00	Pizarras negras con intercalaciones de filitas y metatobas. Echado medio de 50°.
212.00 - 244.10	Metavolcánica básica de color verde oscuro con textura porfirítica y fenocristales de plagioclasa. Existen intercalaciones de metatobas silicificadas.
244.10 - 247.50	Zona de brecha con silicificación y calcita y cuarzo como cementantes. Pirita en + 2 %.

PROFUNDIDAD	LITOLOGIA
247.50 - 253.10	Idem 212.00 - 244.10
253.10 - 257.20	Zona de brecha cementada -- por calcita y cuarzo; se -- nota crustificación.
257.20 - 258.50	Zona de brecha silicificada.
268.50 - 299.50	Idem 212.00 - 244.10
299.50 - 323.90	Intercalaciones entre metato- bas pizarras, filitas y lo- dolitas (?) intenso fractu- ramiento y zonas brechoides- con cuarzo y sulfuros relle nando fracturas.
303.90 - 325.90	Sin recuperación (caverna ?).
325.90 - 360.20	Veta "Mala Noche".
360.20 - 387.40	Idem a 299.50 - 323.90 con brechamiento en la parte su perior e intenso fractura--- miento.

AGRADECIMIENTO

No bastaría con éstas líneas para expresar mi reconocimiento a quienes contribuyeron a la realización del presente trabajo.

Ing. Alfredo Victoria M.
Ing. Baltazar Solano R.
Dr. Francisco Querol S.
Ing. Guillermo Lozano Ch.
Ing. Leonel López
Ing. Miguel Vera O.
Sr. Jorge Casas

A todos ustedes, mi más profundo agradecimiento.

BIBLIOGRAFIA

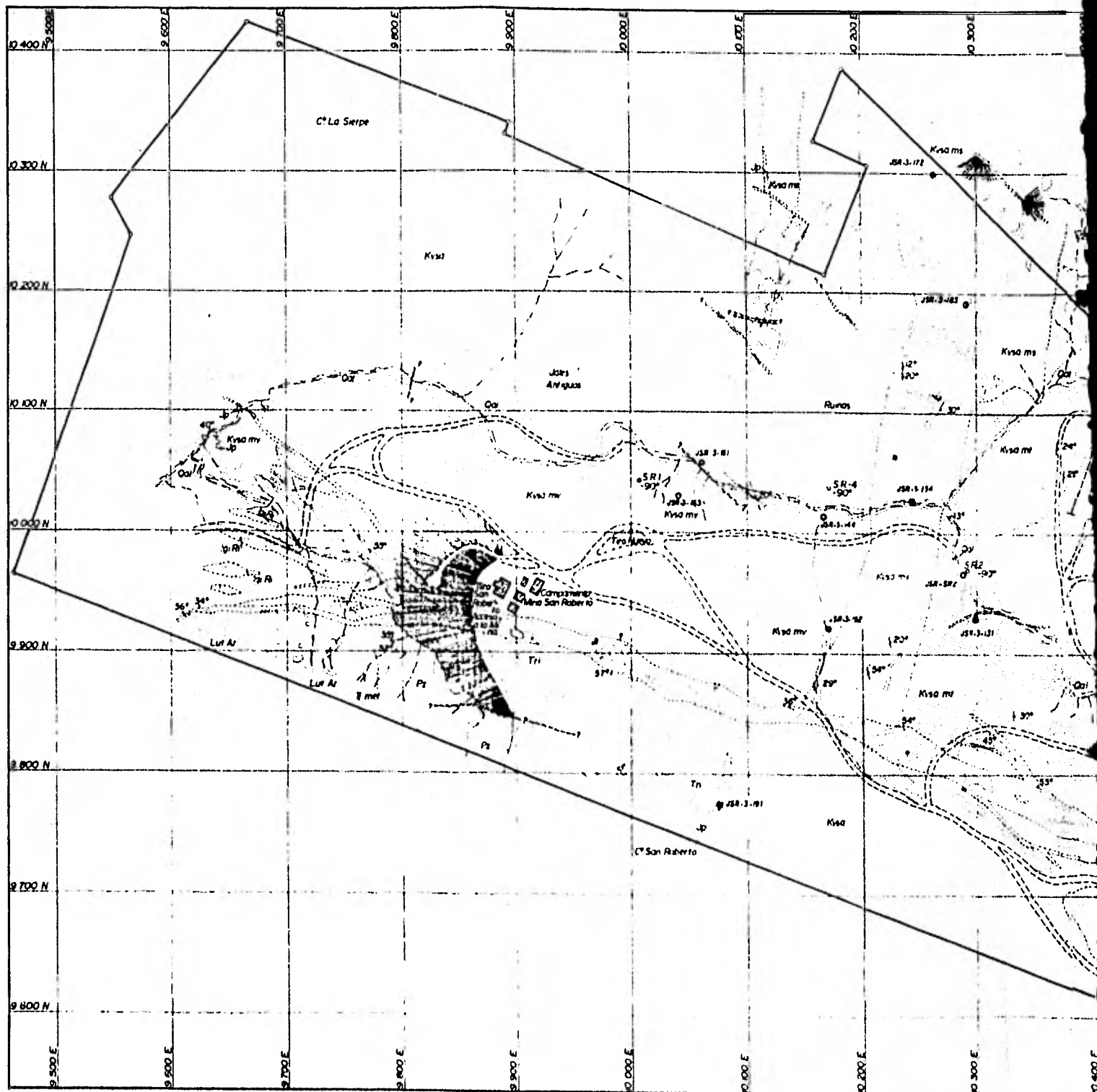
- Alemán G., S. y Herrera M., I, 1974. Estudio Geológico Minero de la Mina San Roberto, Zacatecas. Reporte Inédito C.R.M.
- Burckhardt, C., 1905. La Faune Marine du Trias Supérieur du Zacatecas. Boletín del Instituto de Geología, -- No. 21, México.
- Gaytán R., José E., 1980. Planeación Económica de la Exploración Minera. Texto del Curso Impartido en IFIMS, S.C.
- Gutiérrez A., M., 1908. Las Capas Cárnicas de Zacatecas. Bol. Soc. Geol. Mex.
- Koerdell M., M., 1948. Nuevos datos Geológicos y Paleontológicos sobre el Triásico de Zacatecas. Anales de la Esc. Nal. de Ciencias -- Biológicas Vol. V.
- López R., E., 1979. Geología de México, Tomo II-México.

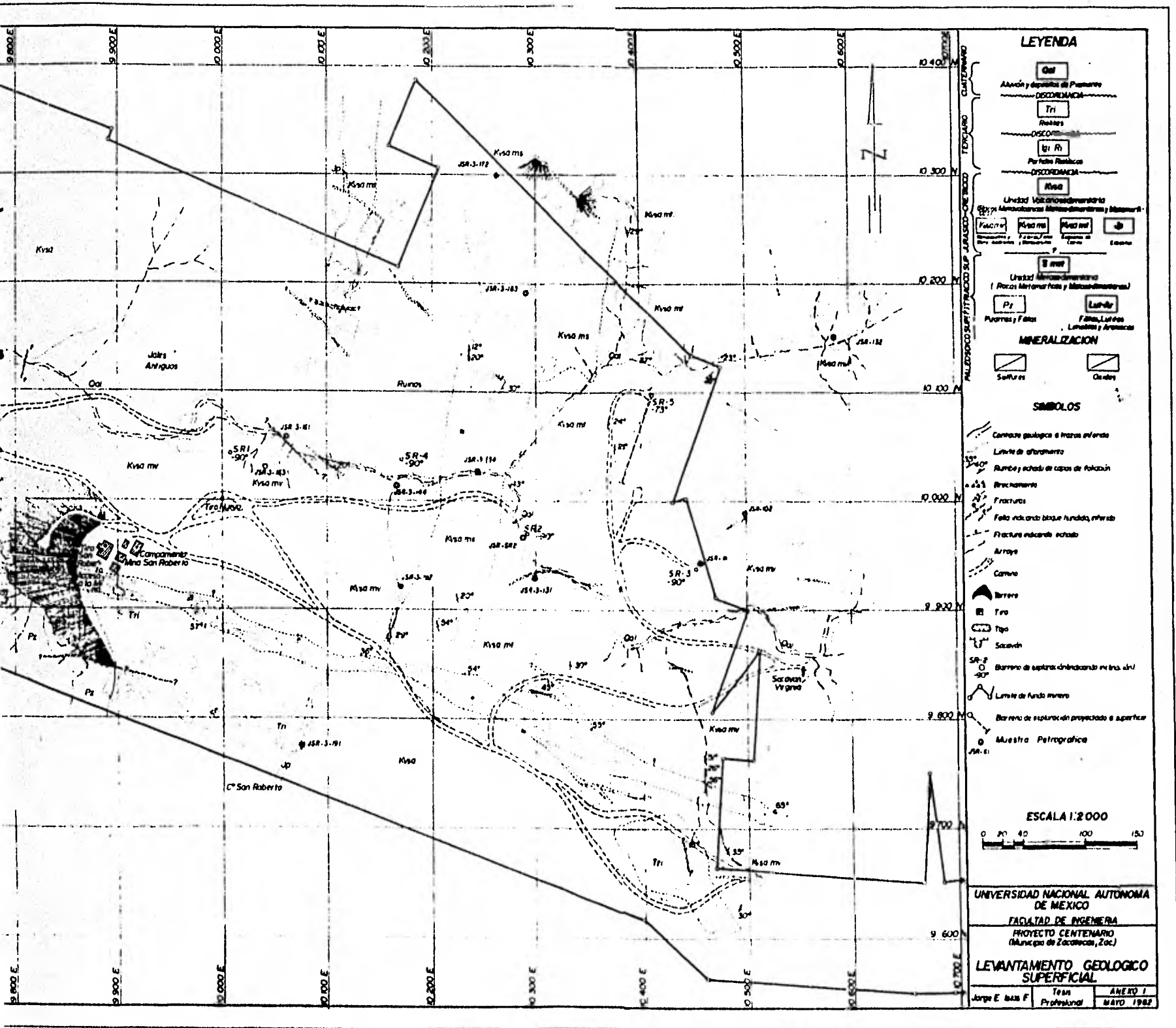
- Mapes V., E., 1979. Los Criaderos Minerales de "El Bote", Zacatecas, Zac. Boletín No. 24 del C.N.R.N.-México.
- McGehee, R. V., 1976. Las Rocas Metamórficas del Arroyo de La Pimienta, Zacatecas, Zac. Boletín No. 37 de la S. G. M., México.
- Mckinstry, H. E., 1970. Geología de Minas Ed. Barcelona, España.
- Ocejo Paredes, T., 1979. Estudio Geológico Superficial del Distrito Minero de Zacatecas, Zac. Tesis Profesional U.A.S.L.P.
- Park, C. and Mac Diarmid, R., 1975. Ore Deposits. H. Freeman and Co., U. S. A.
- Pérez M., J. J., 1961. Bosquejo Geológico de Distrito Minero de Zacatecas, Zac. Boletín No. 52 del C.N.R.N.-México.
- Peters, William C., 1978. Exploration and Mining Geology. John Wiley and Sons, U. S. A.

Serv. Ind. Peñoles, S.A de C.V., 1979. Prospecto ---
San Roberto, Zac. Reporte --
Inédito.

Serv. Ind. Peñoles, S.A. de C.V., 1981. Proyecto ---
Centenario Reporte Geológico -
y de Evaluación Preliminar.
Reporte Inédito.

Travis, Rusell B., 1955. Clasificación of Rocks. ---
Quarterly of The Colorado --
School of Mines, Vol. 50, --
No. 1, U. S. A.





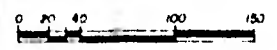
LEYENDA

- Oolite
- Abasón y depósitos de Primario
- DECORDANCIAS**
- Tri
- Rhoera
- OSCO**
- Ig. R.
- Perfilas Rhoeritas
- DECORDANCIAS**
- Kvsd
- Unidad Volcanosedimentaria**
- Falcón
- Kvsd ms
- Kvsd mv
- Kvsd
- Escudo
- Pz mv
- Unidad Metasedimentaria**
- Pz
- Ladrillo
- Unidad Metasedimentaria**
- Pz
- Ladrillo
- MINERALIZACIÓN**
- Sulfur
- Oxides

SÍMBOLOS

- Contorno geológico e trazos en verde
- Límite de afloramiento
- Rumbo y echado de capas de foliación
- Brechamientos
- Fracturas
- Faja indicando bloque hundido, etcétera
- Fractura indicando echado
- Arroyo
- Camino
- Barrero
- Tiro
- Tajo
- Sacaván
- SR-1-90
- Barrero de exploración (indicando en br. sí)
- Límite de fondo minero
- Barrero de exploración proyectado e superficial
- Muestra Petrográfica

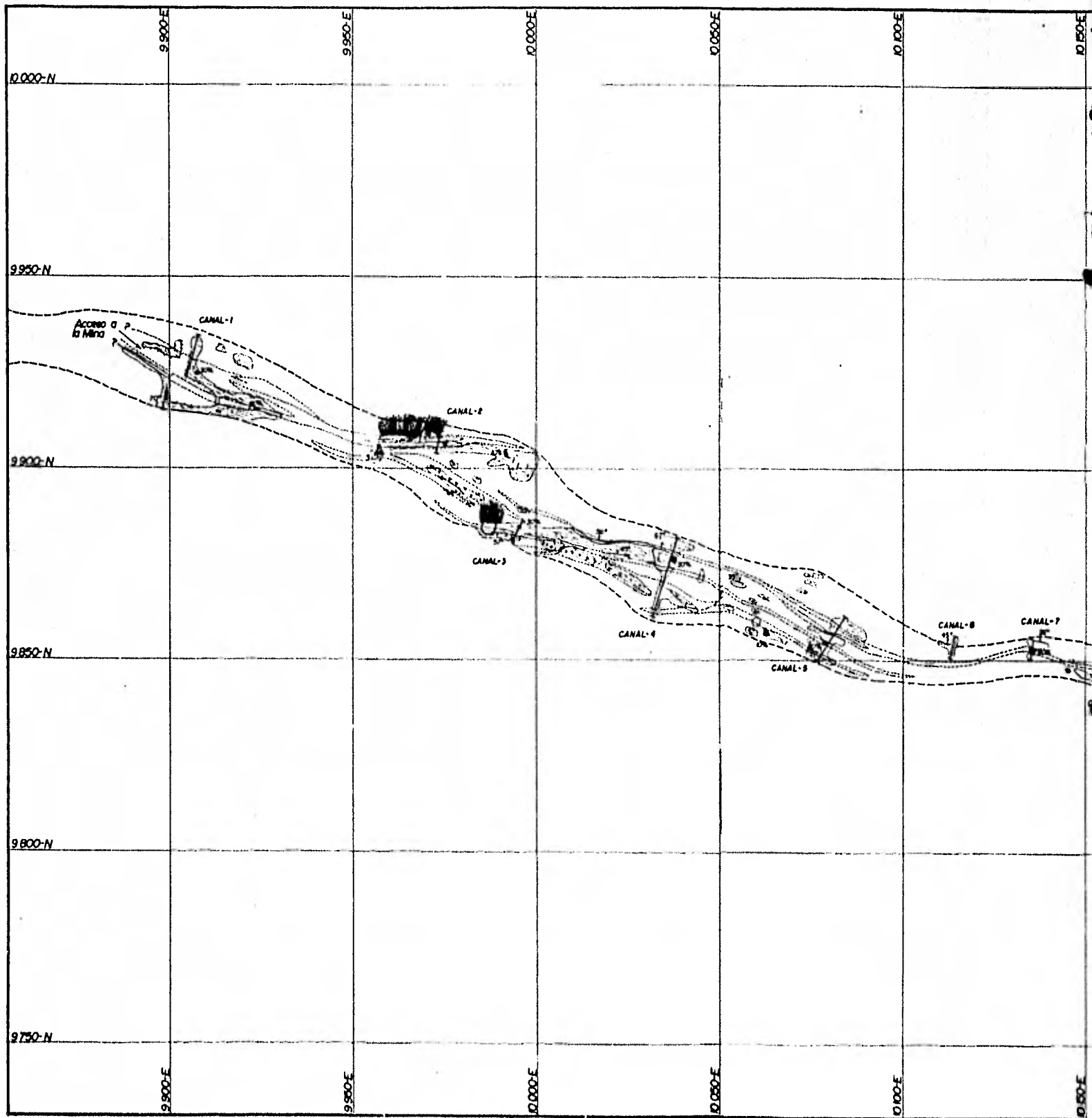
ESCALA 1:2000

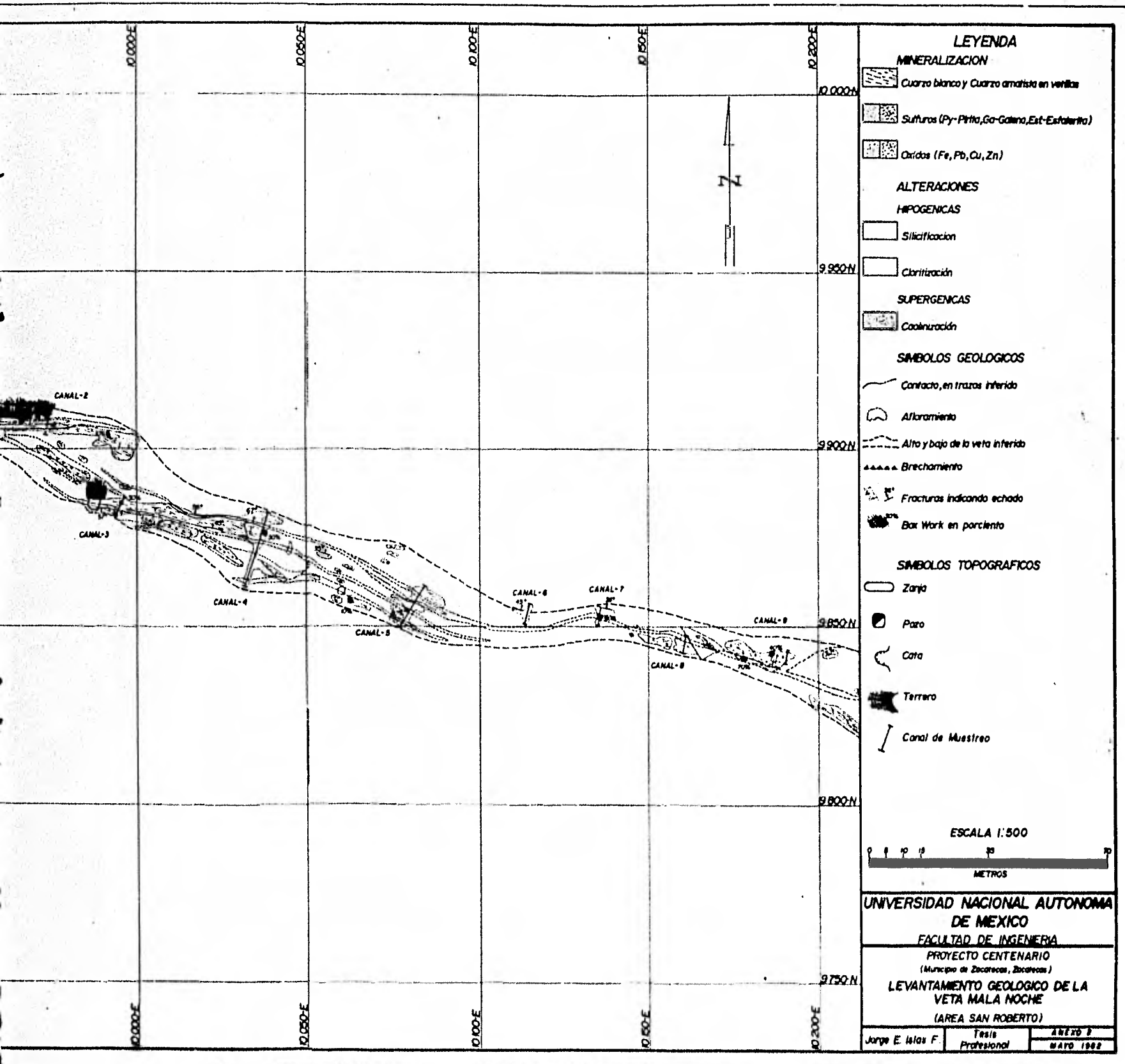


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 PROYECTO CENTENARIO
 (Municipio de Zacatecas, Zac.)

LEVANTAMIENTO GEOLOGICO SUPERFICIAL

Jorge E. Ruiz F. Tesis ANEXO I
 Profesional Mayo 1982





LEYENDA

MINERALIZACION

- Cuarzo blanco y Cuarzo amarrista en venitas
- Sulfuros (Py-Pirita, Go-Galena, Est-Estafanita)
- Oxidos (Fe, Pb, Cu, Zn)

ALTERACIONES

HIPOGENICAS

- Silicificacion
- Cloritizacion

SUPERGENICAS

- Calcinizacion

SIMBOLOS GEOLOGICOS

- Contacto, en trazos inferido
- Aluvamiento
- Alto y bajo de la veta inferido
- Brechamiento
- Fracturas indicando echado
- Bar Work en porciento

SIMBOLOS TOPOGRAFICOS

- Zanja
- Pozo
- Cota
- Terrero
- Canal de Muestreo

ESCALA 1:500



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

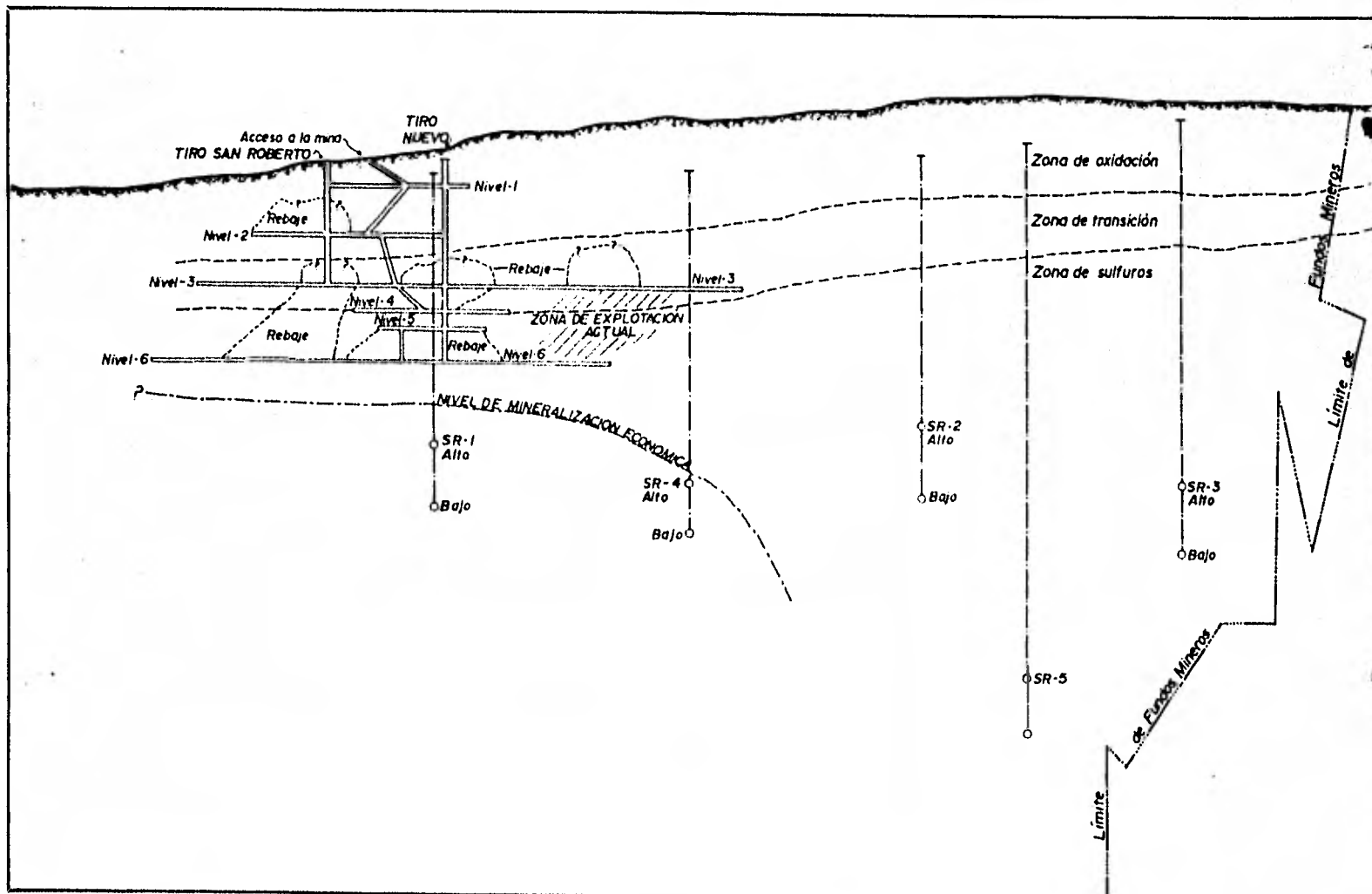
PROYECTO CENTENARIO

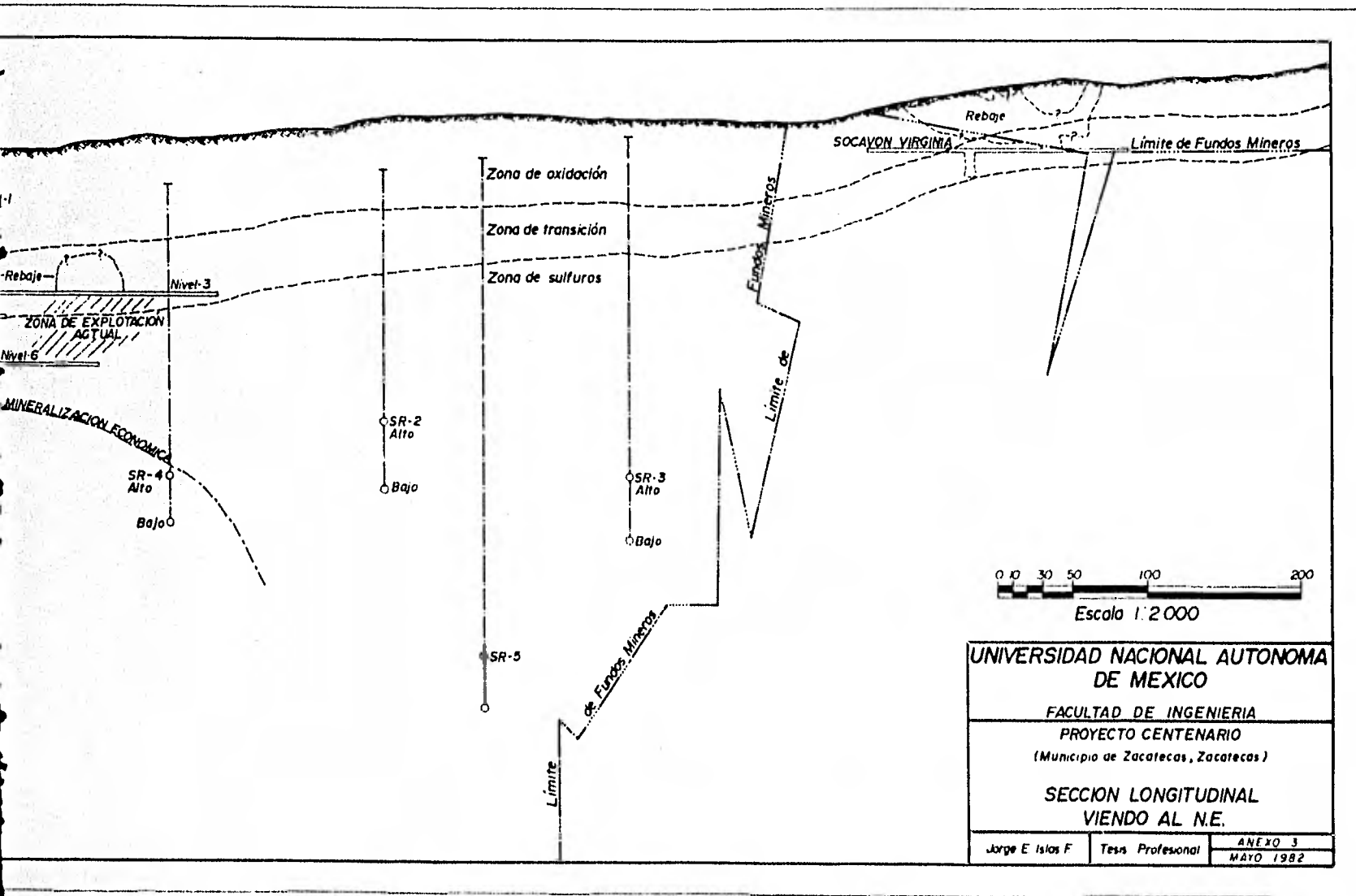
(Municipio de Zacatecas, Zacatecas)

LEVANTAMIENTO GEOLOGICO DE LA VETA MALA NOCHE

(AREA SAN ROBERTO)

Jorge E. Islas F.	Tesis	ANEXO B
	Profesional	MARZO 1982












UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FACULTAD DE INGENIERIA		
PROYECTO CENTENARIO		
(Municipio de Zacatecas, Zacatecas)		
SECCION LONGITUDINAL		
VIENDO AL N.E.		
Jorge E Islas F	Tesis Profesional	ANEXO 3
		MAYO 1982

LEYENDA



LITOLOGIA

-  Qal Aluvión y depósitos de Piedmonte
-  TRI Breccias
-  KVSA Unidad Volcanosedimentaria
-  RVA Unidad Metasedimentaria (Pizarra (P)) con horizontales de Metavolcánicas (RVA) Andesíticas (P)







MINERALIZACION

-  Sulfuros
-  Óxidos
-  Calcita

ALTERACIONES

- Supergénicas
-  Sulfidación
-  Calcificación

SIMBOLOGIA

-  Brechamiento
-  Faja indicando movimiento de bloques
-  Contacto, en trazos inferido
-  Fracturas
-  Perfil Topográfico
-  Obras mineras

ESCALA 1:500



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO CENTENARIO
(Municipio de Zacatecas, Zacatecas)

SECCION 20-W
RUMBO NE 20°SW, VIENDO AL N

Jorge E. Hahn F. Tesis Profesional ASES 6 MARZO 1987

