



**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
**Departamento de Geología**

**"Estudio Geológico-Minero del Distrito Argentífero  
Real de San Javier, Municipio de Badiraguato, Sinaloa"**

**TESIS**



**BIBLIOTECA  
DE CIENCIAS EXACTAS  
Y NATURALES**

**EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA**

Que para obtener el Título de

**GEOLOGO**

Presenta

**Germán Eduardo Armenta Cota**

Hermosillo, Sonora

Febrero de 1987

*CIENCIAS  
11575*



**EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA  
BIBLIOTECA DE CIENCIAS  
EXACTAS Y NATURALES**

# 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



PODER EJECUTIVO FEDERAL

Consejo de Recursos Minerales

NIÑOS HEROES N° 139  
ESQ. DR. NAVARRO  
MEXICO 7. D.F.

CABLE: REMINERAL  
APARTADO POSTAL 7-837

SUB-GERENCIA REGIONAL  
DEPENDENCIA ..... ZONA NOR-ESTE .....  
NUMERO DEL OFICIO ..... 264/85 .....

**ASUNTO:** Se comunica Tema de Tesis.

Culiacán, Sin. a 10 de Mayo de 1985.-

DR. EFREN PEREZ SEGURA  
COORDINADOR DE LA ESCUELA  
DE GEOLOGIA DE LA UNIVER-  
SIDAD DE SONORA.

Por medio de la presente me dirijo a usted de la manera más atenta, para hacer de su conocimiento el Tema de Tesis desarrollado por el Pasante Germán Eduardo Armenta Cota, Egresado de dicha Universidad, requisito solicitado para presentar su trabajo recepcional y obtener de esa manera el Título de Geólogo expedido por la misma Institución Académica.

El Tema de Tesis es "ESTUDIO GEOLOGICO MINERO DEL DISTRITO ARGENTIFERO REAL DE SAN JAVIER, MUNICIPIO DE BADIRAGUATO, ESTADO DE SINALOA".

De igual forma hago de su conocimiento la aceptación de ser su Asesor de Tesis, y me condiciono a las normas establecidas por la Universidad para llevar a cabo esta labor.

Sin más por el momento quedo de usted su atento y seguro servidor.

ING. MARCO A. BUSTAMANTE YAÑEZ  
Jefe de Residencia Sinaloa.



Departamento de Geología

Febrero 11, 1986.

**Biblioteca Depto.  
de Geología**

ING. MARCO A. BUSTAMANTE YAÑEZ  
JEFE DE RESIDENCIA SINALOA  
CONSEJO DE RECURSOS MINERALES  
P R E S E N T E .

Por este conducto le estamos informando que este Departamento no tiene inconveniente en que el pasante de geólogo GERMAN EDUARDO ARMENTA COTA, desarrolle el tema de tesis profesional intitulado:

"ESTUDIO GEOLOGICO MINERO DEL DISTRITO ARGENTIFERO REAL DE SAN JAVIER, MUNICIPIO DE BADIRAGUATO, ESTADO DE SINALOA"

De acuerdo con lo que señala el Reglamento Interno del Departamento, nos gustaría contar con su presencia el día del examen profesional, en calidad de sinodal invitado.

Sin otro particular, reciba las atenciones de mi más distinguida consideración.



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

ING. EFREN PEREZ SECURA  
Coordinador Ejecutivo

EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA  
DEPTO. GEOLOGIA

EPS/lv

c.c.p. GERMAN EDUARDO ARMENTA C.- pasante



Departamento de Geología

NOMBRE DE LA TESIS: "ESTUDIO GEOLOGICO MINERO DEL DISTRITO ARGENTIFERO REAL DE SAN JAVIER, MUNICIPIO DE BADIRAGUATO, ESTADO DE SINALOA"

NOMBRE DEL SUSTENTANTE: GERMAN EDUARDO ARMENTA COTA

El que suscribe, certifica que ha revisado esta tesis y que la encuentra en forma y contenido adecuada como requisito parcial para obtener el Título de Geólogo en la Universidad de Sonora.

ING. RICARDO AMAYA MARTINEZ

El que suscribe, certifica que ha revisado esta tesis y que la encuentra en forma y contenido adecuada como requisito parcial para obtener el Título de Geólogo en la Universidad de Sonora.

GEOL. EVA LOUPDES WEGA GRANILLO

El que suscribe, certifica que ha revisado esta tesis y que la encuentra en forma y contenido adecuada como requisito parcial para obtener el Título de Geólogo en la Universidad de Sonora.

ING. JAIME ESTEBAN ISLAS LOPEZ

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

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
Universidad de Sonora

EL SABER DE MIS HIJOS
HARA MI GRANDEZA
DEPTO. GEOLOGIA

A MI MADRE, MARIA DOLORES

A MI PADRE, GERMAN

Con gran cariño, admiración y respeto.  
En gratitud a sus sacrificios, para mi  
formación profesional.

A MI ESPOSA, IMELDA

Por el gran sentimiento que nos une.

A MIS HIJOS, BLENDA  
ARELY Y GERMAN EDUARDO

Como una sencilla muestra para su for-  
mación futura.

# Biblioteca Depto. de Geología

A MIS HERMANOS:

MARIA DEL CARMEN,  
FRANCISCO JAVIER,  
ANA DOLORES,  
OMAR ELISEO,  
MARTHA OLIVIA,  
REBECA IMELDA,  
JUDITH,  
ELSA GUADALUPE

Con afecto.

A MIS ABUELOS:

CARMEN Y ALFONSO

Por el gran apoyo brindado para la  
culminación de mis estudios.

A MI ESCUELA,  
COMPAÑEROS Y  
MAESTROS

Por el tiempo compartido en mi  
etapa estudiantil.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco sinceramente a las Autoridades del Consejo de Recursos Minerales las facilidades otorgadas para la realización del presente trabajo recepcional, en especial a los Ingenieros Miguel L. Carrasco Centeno, SubGerente de la Zona Noroeste y Marco Antonio Bustamante Yáñez, Residente en el Estado de Sinaloa por su valiosa colaboración y asesoría.

De igual manera hago partícipe mi agradecimiento a los Ingenieros Jaime Islas López, Ricardo Amaya Martínez y Lourdes Vega Granillo, por sus atinadas críticas y sugerencias que hicieron factible la culminación de este estudio.

Igualmente hago patente mi gratitud a la señora Irma Valenzuela y la señorita Lourdes Aguilar que llevaron a cabo la mecanografía del escrito, a la Srta. Armida Agúndez y al señor Alberto Camacho por la realización de los planos, así como a todo el Personal Técnico y Administrativo que labora en las Residencias de Sinaloa y Sonora que en una u otra forma colaboraron para llevar a feliz término este trabajo.

Por último, agradezco la valiosa colaboración, compañerismo y asesoría del Ingeniero L. Hilario Ochoa Landin.



I N D I C E

	<u>PAGINA:</u>
I.- RESUMEN	1
II.- GENERALIDADES	3
II.1.- Introducción	3
II.2.- Objetivos del estudio	4
II.3.- Antecedentes	4
II.4.- Trabajos de exploración desarro- llados	6
II.5.- Situación Legal	8
II.6.- Infraestructura	8
III.- GEOGRAFIA	11
III.1.- Localización y acceso	11
III.2.- Fisiografía	12
III.2.1.- Orografía	12
III.2.2.- Hidrografía	15
III.2.3.- Geomorfología	15
IV.- GEOLOGIA	16
IV.1.- Geología Regional	16
1.- Estratigrafía de la porción Norte de Sinaloa	16
IV.2.- Geología Estructural	25
IV.3.- Geología Local	27
1.- Generalidades	27
2.- Unidades Litológicas	28



3.3.- Zona de Incidencia La Cacachila	69
3.4.- Zona de Incidencia La Prieta	70
3.5.- Mineralogía y Alteraciones	70
3.5.1.- Mineralogía	71
3.5.2.- Alteraciones	72
VI.- COMENTARIOS A LA VIABILIDAD ECONOMICA DEL PROYECTO	74
VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
VII.1.- Conclusiones	76
VII.2.- Recomendaciones	80
<u>B I B L I O G R A F I A</u>	82

\* I L U S T R A C I O N E S \*

<u>FIGURA:</u>	<u>ENTRE PAGINAS:</u>
1.- Plano de localización del Mineral Real de San Javier, Municipio de Badiraguato, Estado de Sinaloa. Escala 1:500,000.	11 y 12
2.- Provincias Fisiográficas en el Estado de Sinaloa.	13 y 14
3.- Sección geológico estructural entre la planicie Costera y la Sierra Madre Occidental, pasando por el Horst de San Javier, Municipio de Badiraguato, Estado de Sinaloa. Escala 1:50,000.	14 y 15
4.- Rasgos estructurales de tipo regional, Municipio de Badiraguato, Estado de Sinaloa. Escala 1:60,000.	26 y 27
5.- Posible Posición Estratigráfica de las unidades en las zonas del Real de San Javier.	29 y 30
6.- Esquema que muestra el emplazamiento de mineralización en el yacimiento.	39 y 40
7.- Programa de barrenación original sobre la mina San Javier. Escala 1:2,000.	50 y 51

8.-	Problemas de la barrenación con la falla principal en la mina San Javier. Escala 1:2,000.	51 y 52
9.-	Barrenación de diamante sobre la mina - San Javier Barreno D-1. Escala 1:1,000.	51 y 52
10.-	Barrenación de Diamante sobre la mina - San Javier Barreno D-2. Escala 1:1,000.	54 y 55
11.-	Evaluación de Terreros en la mina San Javier. Terreros del Nivel 1. Escala 1:500.	56 y 57
12.-	Evaluación de Terreros en la mina San Javier. Terreros del Nivel 2. Escala 1:500.	56 y 57
13.-	Evaluación de Jaleras en la mina San Javier. Escala 1:500.	57 y 58
14.-	Programa de Exploración sobre la mina - San Javier. Escala 1:2,000.	59 y 60
15.-	Evaluación de Reservas en la mina El Realito. Veta La Sorpresa. Escala 1:1,000.	66 y 67
16.-	Evaluación de Reservas en la mina El Realito. Veta La Víbora. Escala 1:1,000.	67 y 68
17.-	Evaluación de terreros en la mina El Realito. Terreros del Nivel La Víbora. Escala 1:500.	67 y 68
18.-	Programa de Exploración con obra directa sobre la mina El Realito. Escala 1:1,000.	68 y 69
19.-	Zonas mineralizadas de importancia en esta porción de la Sierra Madre Occidental, que pueden dar base para una planta de beneficio. Escala 1:250,000.	74 y 75

\* I L U S T R A C I O N E S \*

PAGINA:

LAMINAS:

1	Asignación San Javier, Plano geológico detallado del área y sección - geológica hipotética San Javier de Arriba, Municipio de Badiraguato, - Sinaloa. Escala 1:10,000.	AL FINAL
2	Asignación San Javier. Plano geológico área Mina San Javier de Arriba, Municipio de Badiraguato, Sinaloa. Escala 1:5,000.	" "
3	Asignación San Javier. Plano General de la mina San Javier de Arriba, Municipio de Badiraguato, Sinaloa. Escala 1:1,000.	" "
4	Asignación San Javier. Secciones geológicas mina San Javier, San Javier de Arriba, Municipio de Badiraguato, Sinaloa. Escala 1:1,000.	" "

## I.- RESUMEN

El distrito minero Real de San Javier se localiza - en la porción Nororiental del Estado de Sinaloa muy cerca del límite con el Estado de Chihuahua, a 125 Kms en línea recta - al Norte de la Ciudad de Culiacán, desde donde se comunica - con 100 Kms de carretera y 70 Kms de terracería en regulares- condiciones.

Las rocas que constituyen el basamento de la región, es una secuencia de tipo sedimentaria metamorfozada constituída por pizarras, cuarcitas, areniscas, conglomerados, calizas y margas a los cuales se les asigna una edad Paleozoica (?) - por correlación con otras unidades semejantes regionalmente;- estas rocas se ven intrusionadas por el emplazamiento de un - stock de composición granodiorítica de posible edad Cretácico Superior-Eoceno, misma que ocasiona el plegamiento de esta - unidad, y en forma casi simultánea, se emplaza otro intrusivo ultramáfico de composición Kimberlítica (?) así como algunas- rocas gabroicas y diques diabásicos.

Posteriormente se inicia la actividad volcánica en- el área de tipo intermedio misma que ocasiona la formación de derrames de composición andesítica, inmediatamente después se inicia la etapa explosiva de composición ácida constituida - por derrames de riolitas, tobas e ignimbritas, constituyendo- la parte superior de la sierra; finalmente por efecto de la - tectónica regional tiene lugar la formación de fallas, las - cuales ocasionan una serie de bloques escalonados y grabens - los cuales se rellenan por rocas epiclásticas.

El Real de San Javier constituye un depósito de ti- po hidrotermal-epitermal, caracterizado por contener minerali



zación económica de plata y oro esencialmente, asociado con valores de plomo y zinc, con abundante arsenopirita y piritita; la ganga la constituyen cuarzo y calcita. Las estructuras mineralizadas están formadas por vetas del tipo de relleno de fisura y lentes concordantes con la estratificación de las rocas metasedimentarias.

Por lo tanto, se define que se trata de un depósito en donde las estructuras mineralizadas cuentan con espesores reducidos y poca continuidad, pues obedece al plegamiento de la secuencia metasedimentaria, formando clavos de mineral debido a que la distribución mineralógica no fué uniforme, constituyendo un depósito de poco volumen del orden de 123,832 Ton. Posibles pero con leyes altas en mineral de plata del orden de 644.37 gr/ton y de 1.59 gr/ton de oro en promedio; aunque se han logrado obtener muestras que reportan hasta 10,060 gr/ton de plata.

## II.- GENERALIDADES

### II.1.- Introducción

Como es bien sabido, la minería es una de las actividades humanas más importantes y básicas para el desarrollo industrial. En nuestro país desde hace ya varios años se ha practicado la minería y ésto lo demuestran los grandes yacimientos minerales que se han descubierto a lo largo y ancho del territorio nacional.

La política para los próximos años es la de incrementar la producción de materias primas y productos industriales para evitar la dependencia del exterior, por lo cual es indispensable que continúe el crecimiento de la actividad minero-metalúrgica.

Como una lógica consecuencia de lo anteriormente expuesto se ha hecho necesario desarrollar paralelamente a dicho incremento, la exploración de las zonas más evidentes y fáciles de evaluar desde el punto de vista económico-minero; siendo una de estas zonas las que comprende el Distrito Minero Real de San Javier, que si bien es conocido desde hace bastante tiempo, no había sido explorado desde el punto de vista geológico-económico hasta que se rehabilitaron sus obras recientemente.

Por lo consiguiente, el presente estudio integra el resultado de los trabajos de exploración preliminar que la Gerencia de Exploración Geológica del Consejo de Recursos Minerales por conducto de la Residencia en el Estado de Sinaloa, viene desarrollando dentro del mineral del Real de San Javier, amparado por las asignaciones mineras Núms. 95 A/17 y 95 A/28

solicitada por el Organismo, para garantizar la inversión de los trabajos de rehabilitación de este antiguo distrito argentífero hasta ahora abandonado y poder realizar el estudio preliminar que nos permita conocer las posibilidades reales del yacimiento.

## II.2.- Objetivos del estudio

El estudio realizado en esta zona tuvo como finalidad varios objetivos, entre los que destacan:

1ª La reactivación de este antiguo distrito minero para poder llevar a cabo una evaluación del yacimiento económicamente explotable.

2ª Determinar las posibilidades mineras de la zona y en base a ello abrir fuentes de trabajo que beneficien a la región.

3ª Definir las características geológicas y económicas de un área poco estudiada en la porción Nor-Oriental del Estado de Sinaloa, mismas que sirvieron como parámetros para realizar el trabajo recepcional.

## II.3.- Antecedentes

No se tiene referencia de estudios técnicos realizados en este Distrito Minero que fué trabajado desde el siglo pasado hasta principios del presente, únicamente se conoce de la existencia en el plano minero del Estado de Sinaloa de Frederick G. Weidner realizado en 1882. En el año de 1970 en la mina del Real de San Javier, según comentarios de los habitantes de la localidad, la Compañía Minas de Condembaro, -

S.A., acondicionó algunos de los niveles y realizó trabajos de topografía, geología y muestreo muy detallado que aún se encuentra señalado, desconociéndose los resultados obtenidos y la razón por la cual abandonaron el área; especulándose en que posiblemente lo aislado del lugar y la falta de infraestructura hayan sido algunos de los inconvenientes.

En el año de 1972 el Dr. K.F. Clark visita este mineral, pero sólo emite consideraciones de tipo geológico general en su informe, pues las minas se encuentran inaccesibles.

Por esta misma época el Instituto de Geología de la UNAM realiza la cartografía geológica de esta porción del Estado, siendo el Ing. Miguel Carrillo M., responsable de elaborar el mapeo de la hoja de San José de Gracia.

El primer reconocimiento preliminar de estas localidades mineras se llevó a cabo durante el año de 1981, dentro de un programa conjunto que estableció el Consejo de Recursos Minerales con el departamento de servicio social del Instituto Politécnico Nacional, para conocer el potencial minero de la región y canalizar inversiones para la exploración de los lugares que resultaron más atractivos.

Durante este reconocimiento, únicamente se localizaron todas las zonas mineras dentro del contexto geológico regional, siendo imposible desarrollar trabajos de exploración en el interior de las obras mineras, pues todas se encontraban completamente inaccesibles, continuando así hasta la fecha, a excepción de la mina del Real de San Javier que

se encuentra en etapa de exploración.

Dicha localidad minera forma parte de un distrito argentífero muy importante en esta porción de la Sierra Madre Occidental, en la que destacan las minas del Real de San Javier y Real del Trigo, en donde en el siglo pasado existieron plantas o haciendas de beneficio que contaban con hornos de fundición, las cuales durante la bonanza de San José de Gracia, localizado 40 Kilómetros al Poniente fueron desmantelados para trasladarlas a dicho mineral; dentro del marco regional se encuentran otras localidades de menor importancia como son el Mineral de Chivas, Hiedras, Oro Bueno y La Guadalupana.

#### II.4.- Trabajos de exploración desarrollados

Estos trabajos se llevaron a cabo en el año de 1982, y consistieron en:

Acondicionamiento de las obras mineras existentes en el Real de San Javier, consistiendo en la rehabilitación de las bocaminas, construcción de una cuneta para el desagüe de los niveles inundados, rehabilitación de algunas porciones del interior de los niveles, exclusivamente para dar acceso, pues existen tramos en donde se tiene mucha rezaga y sería incosteable su limpieza total, además de las bocaminas y en algunos tramos en el interior, esto debido a que en algunos niveles existen áreas ademadas dentro de las zonas minadas con la madera reventada, la cual requiere grandes inversiones para acondicionarla, no considerándose conveniente dado que la exploración debe realizarse desde nue-

vos niveles para garantizar seguridad en los trabajos.

Posteriormente se realizó el levantamiento topográfico de los niveles, así como el levantamiento geológico, - estructural y el muestreo representativo de los mismos, ligándose todas las bocaminas en base a poligonales abiertas, así como las diversas zonas mineras existentes.

A continuación se procedió a realizar un mapeo detallado en superficie, levantando poligonales abiertas aprovechando la hidrografía del área hasta cubrir las 2,000 hectáreas correspondientes a las dos asignaciones mineras.

También se realizó una evaluación preliminar de los terreros y jaleras existentes dentro del área obteniéndose un muestreo en pozos y zanjas.

Con la información inicial recopilada, se decidió a desarrollar un programa de barrenación de diamante sobre el cuerpo de San Javier, el cual tuvo que realizarse desde el interior de uno de los niveles, dadas las condiciones topográficas del área y las características de las estructuras mineralizadas, obteniéndose un avance del 40% por múltiples problemas surgidos en el equipo de perforación ocasionados por la tectónica del lugar.

Al mismo tiempo se desarrolló un programa de barrenación de diamante superficial con equipo Winkie, sobre las estructuras mineralizadas en el cuerpo de El Realito.

Una vez definida la presencia dentro del área de -

rocas ultramáficas clasificadas como kimberlitas, se realizó el mapeo detallado de las mismas para configurar el plano geológico estructural que nos permitió definir sus posibilidades de contener diamantes o platinoídes. Estos trabajos se desarrollaron conjuntamente con la Gerencia de Estudios Especiales y asesorados por investigadores del Gobierno de Francia.

#### II.5.- Situación Legal

La mayoría de las zonas mineras dentro del área - se encontraban libres durante el reconocimiento practicado en 1981, a excepción de la mina Real del Trigo que continúa amparada; tomando en cuenta esta circunstancia, el Consejo de Recursos Minerales decidió solicitar un área de asignación minera para garantizar la inversión de la explotación, la cual se presentó el 24 de Agosto de 1981 en la Agencia de Minería en Culiacán, Sinaloa, con el nombre de "San Javier", registrándose en el expediente 95/ A 17 con una superficie de 140 hectáreas por las siguientes sustancias: oro, plata, plomo, cobre y zinc.

Una vez que se definió la presencia de rocas ultramáficas dentro de la mina y sus inmediaciones, se procedió a solicitar una ampliación a la asignación inicial registrándose como "Ampliación San Javier" con expediente - 95/ A 28 con una superficie de 1860 hectáreas por las siguientes sustancias: platino, paladio, iridio, radio, oro, níquel, cobalto, plata, plomo y zinc.

#### II.6.- Infraestructura

La infraestructura con que cuenta la zona es muy-

escasa, solamente existe un camino de acceso que comunica a la Ciudad de Culiacán con el proyecto, con un desarrollo total de 175 kilómetros, se encuentra pavimentado hasta un poco después de la población de Badiraguato (100 kilómetros aproximadamente) y revestido hasta el poblado de Tameapa; a partir de este punto, el camino se encuentra en malas condiciones.

El agua es el único elemento que se tiene a la mano y pudiera abastecerse del arroyo intermitente de San Javier, el cual en épocas de lluvia aumenta su caudal disminuyendo hasta casi secarse en los meses de Marzo a Mayo.

No se cuenta con energía eléctrica, las líneas de corriente más próximas se localizan a 45 kilómetros al Sur de la zona en línea recta, provenientes del poblado de Santiago de los Caballeros. No existen líneas telefónicas ni servicio de correos, tales servicios se localizan en la cabecera municipal de Badiraguato, distante a 10 horas de camino.

Además ninguna línea o ramal del ferrocarril pasa por el proyecto ni en sus alrededores.

Se cuenta con una pista para avionetas en buenas condiciones a 7 kilómetros en línea recta al proyecto denominada Picachos.

En la ranchería de Potrerillos existe una clínica del IMSS que cuenta con un pasante de medicina y una enfermera, equipados con material de primeros auxilios,

para tener acceso a ella se recorren aproximadamente una hora a pie o en bestia desde el proyecto.

En la zona no existen plantas de beneficio ni de fundición, la más cercana al proyecto se localiza en la población de Badiraguato, Sinaloa, propiedad de Comisión de Fomento Minero, contando con una capacidad de 100 toneladas por día, a una distancia de 75 kilómetros aproximadamente en línea recta, realizando un tiempo estimado de recorrido de 10 horas.

En el área de San Javier no se cuenta con mano de obra calificada para realizar trabajos de perforación y barrenación, siendo necesario para ello llevar personal de fuera.

### III.- GEOGRAFIA

#### III.1.- Localización y acceso

La mina del Real de San Javier se localiza en la porción nororiental del Estado de Sinaloa, a 125 kilómetros al norte en línea recta de la Ciudad de Culiacán, Sinaloa, muy cerca del límite con el Estado de Chihuahua, la zona se ubica en el extremo norte del Municipio de Badiraguato, dentro de la Sindicatura de San Javier (Ver Figura 1).

En relación a la población de Badiraguato, que es la cabecera Municipal, se localiza a 75 kilómetros al noreste y la ranchería más cercana a la mina es San Javier de Arriba, ubicada a 650 metros al sureste, aunque el nivel 0 que es la cota más baja de la mina se encuentra prácticamente dentro del área del rancho en el cruce de las coordenadas:  $25^{\circ} 58' 00''$  de latitud Norte y  $107^{\circ} 21' 00''$  de longitud Oeste del Meridiano de Greenwich.

El acceso al proyecto se logra a partir de la Ciudad de Culiacán tomando la Carretera Internacional hacia el norte, hasta la población de Pericos (45 kilómetros), donde se desvía hacia el noreste por la carretera en fase de construcción que se dirige a Parral, Chihuahua; actualmente está totalmente terminada hasta Badiraguato (40 kilómetros), de ahí existen 20 kilómetros pavimentados hasta Los Naranjos, los cuales se encuentran cortados en varios puntos y con los puentes destruidos a raíz del ciclón de 1982; continúan 35 kilómetros más de terracería en buenas condiciones pasando por Santiago de los Caballeros hasta llegar al poblado de Tameapa; para que de esta última población, continuar por una brecha en mal estado con un desarro

108°00' 107°30'  
**PLANO DE LOCALIZACION DEL MINERAL DE REAL DE SAN JAVIER**  
**MUNICIPIO DE BADIRAGUATO, ESTADO DE SINALOA**



**FIGURA 1**

CONSEJO DE RECURSOS MINERALES  
 RESIDENCIA SINALOA

0 5 10 20 30Km  
 ESCALA 1: 500,000

llo de 45 kilómetros que pasa por las rancherías de El Sauz, La Pitahayita, San José del Llano, El Saucito, Copalitos, La Colonia, Tecusiapa, El Vado sobre el Río Sinaloa, San Javier de Abajo y finalmente se llega a San Javier de Arriba con un recorrido total de 170 kilómetros aproximadamente desde Culiacán. Este recorrido se realiza en un lapso de tiempo variable de 10 a 14 horas.

Durante la época de lluvias no es posible cruzar el Río Sinaloa, quedando completamente aislada la región, teniendo que realizar el cruce del río en canoas y después transbordar a otro vehículo sobre la otra margen.

El otro acceso más rápido es el que se realiza por medio de avionetas a la pista más cercana que es la de El Picacho, localizada a 7 kilómetros al poniente de la mina, desde donde se tiene acceso en vehículo a todos los alrededores.

En la Ciudad de Culiacán opera una línea aérea que realiza vuelos de ruta los días lunes, miércoles y viernes, cuenta con radio para comunicación desde Culiacán con la pista de Picacho; hace un tiempo estimado de vuelo de 40 minutos.

En la Ciudad de Guamuchil opera otra línea la cual realiza vuelos de ruta cualquier día de la semana, con un tiempo estimado de vuelo de 30 minutos.

### III.2.- Fisiografía

#### III.2.1.- Orografía

El Estado de Sinaloa, según la clasificación de -

las provincias fisiográficas de la República Mexicana hecha por Raisz (1959), queda comprendido dentro de dos provincias fisiográficas, una es la Sierra Madre Occidental y la otra es Sierras Sepultadas, que a su vez se subdividen en dos subprovincias cada una de ellas (Ver Figura 2).

La provincia de la Sierra Madre Occidental está considerada de grandes dimensiones y constituye la parte central de la sierra, a su vez se subdivide en la subprovincia de "altas mesetas riolíticas" y en la de "altas llanuras con barrancas".

La parte oriental del Estado de Sinaloa, queda comprendida dentro de la subprovincia de "altas mesetas riolíticas" con una anchura media variable de 30 a 50 kilómetros, en donde el promedio de elevación varía de 2,000 a 2,400 m.s.n.m.

La mayor parte de estas mesetas está formada por derrames y piroclásticos de constitución riolíticas, no están exactamente horizontales, sino que tiene inclinaciones hacia el occidente y sus flancos con frecuencia están profundamente disectados por grandes cañones.

Sin embargo, el área mineralizada se encuentra localizada sobre una sierrita denominada Sierra de Basonopita, con rumbo predominante de NW-SE, misma que va acuñándose hacia su extremo sureste hasta un poco antes de llegar al poblado de San José del Llano, en los límites con el río Sinaloa; hacia la parte noroeste se extiende en mayor dirección.

# PROVINCIAS FISIOGRAFICAS EN EL ESTADO DE SINALOA

( Segun Raisz 1959 )

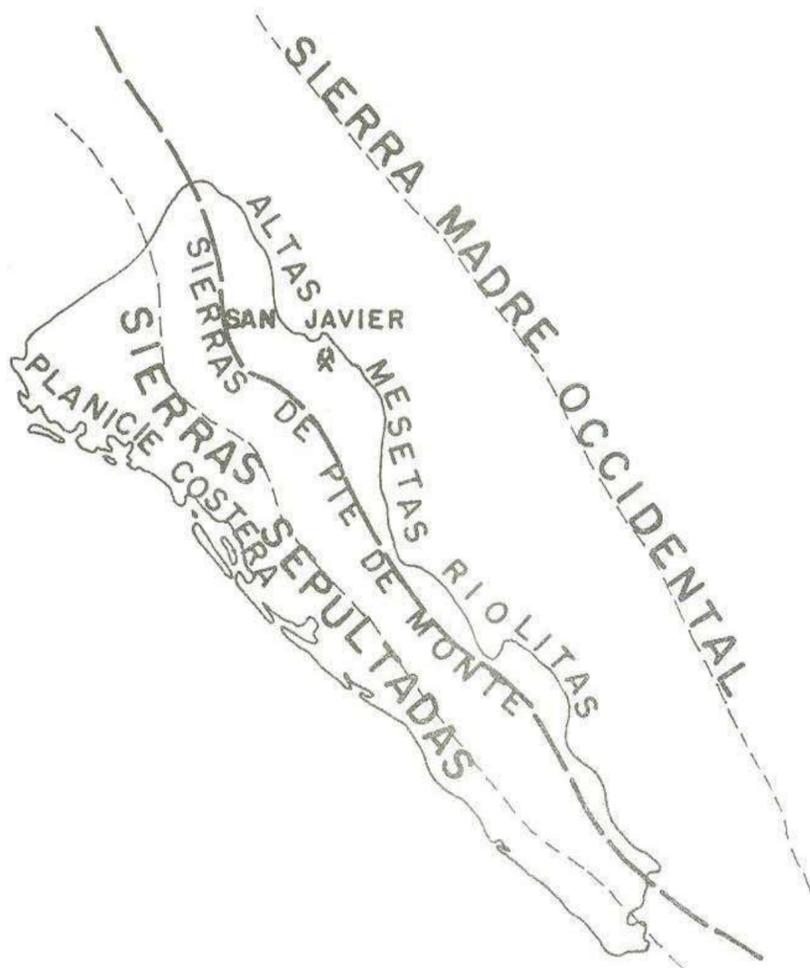


FIGURA 2

Dicha sierrita presenta variaciones en sus elevaciones que van de 700 a 2,000 m.s.n.m. formando parte de una serie de horst y grabens que se hacen evidentes en la zona; esta sierra forma la parte de un horst que pone de manifiesto el afloramiento del basamento constituida por rocas de edad Paleozoica (?) metamorfizadas, en las cuales se encuentra confinada la mineralización.

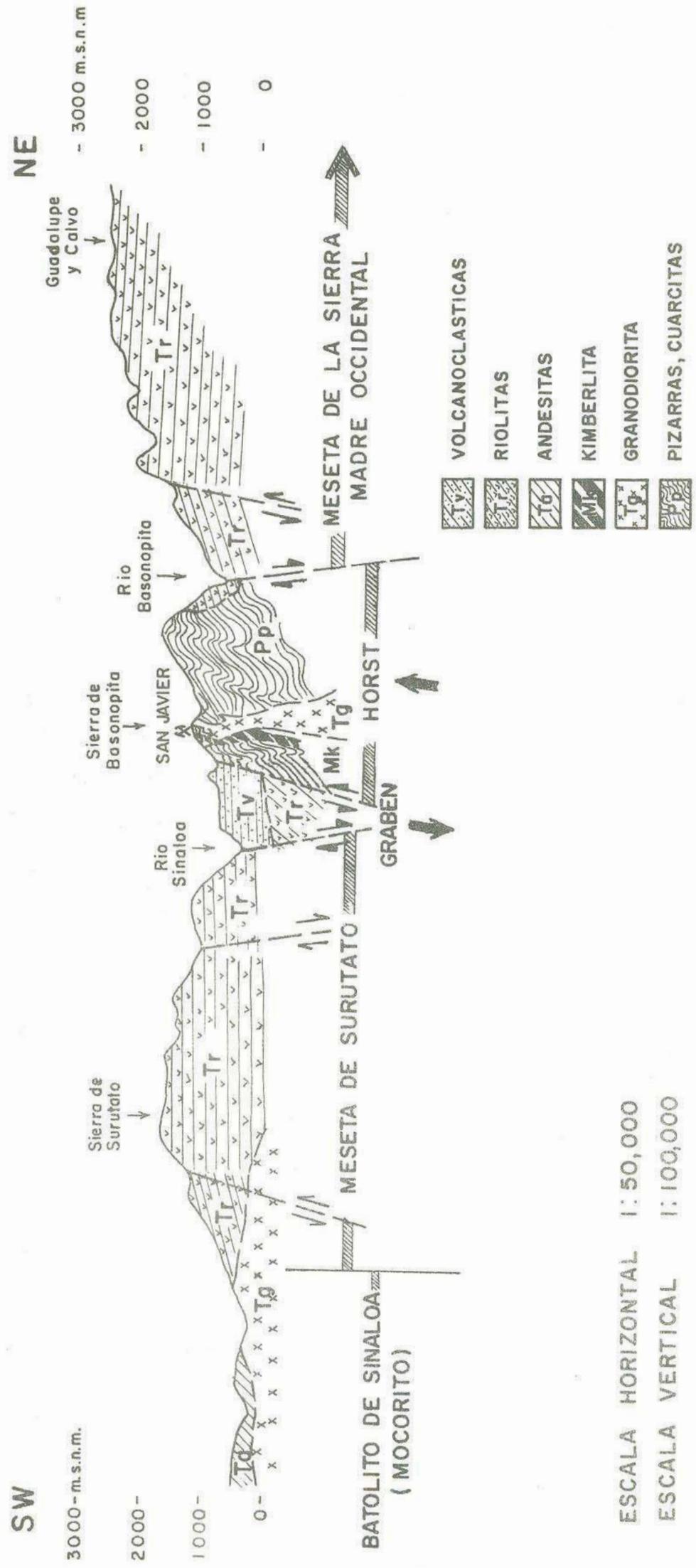
Esta sierra se encuentra disectada y flanqueada por grandes cañones, formados por el Río Basonopita al oriente y el Río Sinaloa al poniente, mismos que se encuentran dentro de la subprovincia de grandes mesetas riolíticas, ya que al oriente del Río Basonopita se levantan las grandes mesetas riolíticas de la Sierra de Guadalupe y Calvo y al poniente del Río Sinaloa se levantan las grandes mesetas riolíticas de la sierra de Surutato (Ver Figura 3).

Ahora bien, sobre la zona estudiada del cuerpo "Real de San Javier" y "El Realito" las elevaciones varían de 700 a 1200 m.s.n.m. correspondiente esta altura al cerro "Bulto Alto" que viene siendo el de mayor dimensión localizado en el área mineralizada del Real de San Javier, posteriormente le siguen el cerro "El Realito" con 1075 m.s.n.m. y cerro "Las Prietas" con 980 m.s.n.m.

Esta zona, constituida por la secuencia metamorfizada y rocas intrusivas forma un horst, que está limitado hacia el occidente por una falla de gran dimensión dando lugar a un graben que se encuentra constituido por rocas piroclásticas.

El otro bloque levantado localizado hacia el occi-

SECCION GEOLOGICA ESTRUCTURAL ENTRE LA PLANICIE COSTERA Y LA  
 SIERRA MADRE OCCIDENTAL PASANDO POR EL HORST DE SAN JAVIER  
 MUNICIPIO DE BADIRAGUATO, ESTADO DE SINALOA



ESCALA HORIZONTAL 1:50,000  
 ESCALA VERTICAL 1:100,000

FIGURA 3

dente, lo constituye la Sierra de Surutato, formada por los derrames de rocas volcánicas del Terciario.

### III.2.2.- Hidrografía

La región está drenada por un sistema hidrográfico de tipo dendrítico-rectangular, perteneciente a la cuenca del Río Sinaloa, el cual se encuentra en un estado de madurez y drena hacia el oeste, desembocando en la Presa de Bacurato.

Los arroyos de "San Javier", "Calabazas", "El Pelón", "Las Tinajas", "La Higuera" y "Potrerillos", afluentes del Río Sinaloa, pasan por el área estudiada, desembocando al suroeste y presentando un cauce de características que varían de juventud tardía en sus cabeceras a madurez incipiente en sus desembocaduras, en ellos influyen numerosos escurrimientos de cauce juvenil de tipo torrencial y de régimen intermitente provenientes del área en cuestión.

### III.2.3.- Geomorfología

El intemperismo y la erosión han esculpido fuertemente las sierras de la región y actualmente atraviesa por una etapa de juventud avanzada, creando en los cerros una morfología de perfiles arredondados a subarredondados con pendientes fuertes a suaves, dependiendo desde luego del tipo de roca.

Las elevaciones formadas por las rocas metamórficas flanquean al norte a las rancherías de San Javier de Abajo y San Javier de Arriba.

## IV.- GEOLOGIA

IV.1.- Geología Regional1.- Estratigrafía de la porción Norte de Sinaloa

PRECAMBRICO (?).- Las rocas más antiguas que afloran en el Estado de Sinaloa y que bien podrían constituir el basamento, se localizan al norte de San Blas y continúan hacia el sur de Sonora, éstas se encuentran representadas por el Complejo de Sonobari (denominado por De Cserna, 1962). Litológicamente se encuentra constituido por rocas de metamorfismo regional, esquistos de biotita interestratificada con cuarcitas, anfibolitas y gneises de muscovita y biotita intrusionadas por pegmatitas muy deformadas y diques de composición máfica e intermedia.

Esta unidad presenta una recristalización, granulación y rotación de los minerales constituyentes, indicando claramente que sus componentes originales han sufrido grandes presiones y temperaturas.

Estas rocas por el grado de deformación que presentan sugieren que han estado sujetas a varios ciclos orogénicos; todas las estructuras presentes como foliaciones y las diversas direcciones del plegamiento, así como las múltiples intrusiones de pegmatitas hacen pensar que dichas rocas tienen historia tectónica muy compleja.

Originalmente estas rocas constituían una secuencia de sedimentos marinos (Mullan, 1970). Dichos sedimentos posteriormente estuvieron sujetos a procesos de metamorfismo regional, durante una orogenia que se efectuó después del Paleozoico Inferior (?) además estas rocas fueron afec-

tadas por una serie de diques de composición pegmatítica y máfica (Paleozoico Medio) (?).

PALEOZOICO INFERIOR (?).- Estratigráficamente descansando sobre las rocas precámbricas tenemos una acumulación de sedimentos arenosos pelíticos y calcáreos, asociados con lavas y rocas ígneas intrusivas, de posible edad - Paleozoico Medio (?).

Una localidad tipo la tenemos al norte de Sinaloa en el área de El Fuerte, la cual litológicamente se encuentra constituida por metasedimentos e intrusivos deformados (esquistos de clorita y cuarzo, de albita y muscovita, pizarras y cuarcitas).

En el norte del Estado encontramos sedimentos del Paleozoico Superior pertenecientes al período Carbonífero, esta unidad la tenemos representada por la Formación San José de Gracia, la cual presenta un metamorfismo muy bajo. Litológicamente consiste de calizas fosilíferas, pedernal y rocas arcillo-arenosas asociadas con rocas metamórficas de bajo grado como esquistos verdes, pizarras y cuarcitas (Carrillo, 1971).

Hacia el oriente de la Ciudad de Culiacán rumbo a la Presa Sanalona, aflora una secuencia de rocas metamórficas que posiblemente sean correlacionables con las descritas en la formación San José de Gracia; litológicamente éstas se encuentran constituidas por cuarcitas y calizas.

La Orogenia Jalisconeana provocó perturbaciones,-

en el Paleozoico Inferior (?) posiblemente al Jurásico provocando en los sedimentos masivos paleozoicos numerosos anticlinales y sinclinales comprimidos asimétricos, Clark y Cárdenas, (1973). En algunos lugares las rocas se encuentran prácticamente sin plegamientos, ocasionando que con cierta frecuencia aparezcan afloramientos que por su plegamiento insinúan estar en discordancia con algunos estratos, pero no se tienen argumentos para afirmarlo, Camacho, (1974).

Originalmente durante el Paleozoico se depositaron una serie de sedimentos marinos en el Carbonífero, los cuales durante el Paleozoico Superior y Triásico Inferior sufrieron plegamientos, Mullan, (1972).

MESOZOICO.- Descansando discordantemente sobre rocas de tipo flysch del Paleozoico, en el área de Otatillos aflora una secuencia de rocas metavolcánicas de color verde y consiste en derrames gruesos de andesitas de textura porfidoblástica, metamorfozados a corneanas de albita-epidota, el espesor de esta unidad es mayor de 15 metros, dicha faja de rocas metavolcánicas ha sido indudablemente plegada e intrusionada por granitos antes del Cenomaniano.

Esta unidad aflora en otras partes del norte de Sinaloa como lo es en el Huejote (Márquez, Rodríguez, Torres y Bonneau), Sinaloa de Leyva (Clark), Tameapa (Rocha), Cerro de Tetameche (Clark), Región de El Fuerte (Roldán), Los Mochis (Ledezma-Guerrero) y Tepuche (Bonneau).

Suprayaciendo a esta unidad metavolcánica, tenemos una secuencia sedimentaria Cretácica (Albiano-Cenomaniano), una localidad tipo la tenemos en la parte central de Sinaloa

en las inmediaciones de Pericos, (localidad Vuelta del Cerro), litológicamente se encuentra constituida de la base a la cima por: andesitas metamorfizadas, grauvaca, calizas margosas, dolomias negras y coronando una caliza arrecifal con rudistas (Bonneau, 1971).

Los fósiles encontrados fueron identificados por Allencaster, como sphaerucaprina sp y orthoptychus sp, éstos géneros son característicos del Cenomaniano de México.

Según Bonneau (1971), la secuencia Cretácica de Sinaloa es muy similar a la Formación Alisitos del norte de Baja California, que generalmente se considera como una acumulación típicamente eugeosinclinal; estas dos regiones, así como parte de Sonora, pertenecen a un mismo dominio paleogeográfico durante el Cretácico.

Según Reynoso (1959), posiblemente durante el Mesozoico Medio y Superior el mar invadió el Continente cubriendo totalmente el área en cuestión. Estos mares posiblemente de carácter epicontinental acumularon en el fondo sedimentos primeramente arenosos, después arcillosos y finalmente calcáreos, los cuales sujetos a procesos diagenéticos dieron lugar a la formación de areniscas, lutitas y calizas. De Cserna (1960) indica que gran parte de México fué cubierto por depósitos miogeosinclinales en edades del Oxfordiano (?) - Cenomaniano. Probablemente a mediados del Cretácico se inició un levantamiento del continente como un principio de la orogenia que habría de culminar en el Cretácico Superior y principio del Terciario (Según De Cserna, 1960). Los sedimentos fueron expuestos a la superficie y en partes fueron erosionados, a la vez que se ini-

ció la intrusión de una enorme masa granítica que, tanto por fenómenos dinámicos como térmicos se efectuó un metamorfismo muy intenso sobre las rocas sedimentarias para dar origen a cuarcitas, esquistos y calizas marmolizadas. Esta intrusión forma parte del ciclo magmático que adquirió proporciones continentales y que vino a formar el núcleo de la Cordillera Continental en la Sierra Madre Occidental, las rocas sedimentarias intrusionadas sufrieron fuertes fracturas y fallamientos cuyos bloques en gran parte, fueron digeridos por el magma o atrapados en su núcleo y quedaron prácticamente flotando sobre la masa ígnea, para dar origen a lo que ahora se conoce como colgantes (Roof Pendants).

Durante el Mesozoico Superior, tuvo lugar el inicio de la intrusión de cuerpos graníticos y que terminó en el Terciario, dando lugar al emplazamiento del Batolito de Sinaloa, el cual afectó a las rocas mesozoicas e intervino en la formación de yacimientos minerales.

A fines del Cretácico y principios del Terciario tuvo lugar la fase compresiva de la Orogenia Laramide, según Fries (1962), la cual fué seguida en el Eoceno Tardío y durante el Oligoceno por un proceso de ruptura de la corteza, causando la formación de bloques que se limitan por fallas normales de echados muy inclinados y un rumbo casi-Norte-Sur, estos movimientos fueron los que dieron origen a la subprovincia de Sierras y Valles Paralelos y estuvieron acompañados por una gran actividad volcánica.

TERCIARIO.- Un volcanismo con carácter explosivo, constituido por andesitas, riolitas, tobas riolíticas e

ignimbritas, se desarrolló durante el Eoceno, Oligoceno y Mioceno dando lugar a los potentes cuerpos de rocas volcánicas, mismas que se encuentran representadas en el Estado por las formaciones siguientes.

#### Eoceno-Oligoceno

Formación San Blas.- Esta formación se caracteriza litológicamente por derrames andesíticos, latíticos - así como piroclásticos, presenta una textura porfídica, - de color violeta, afloramientos de esta litología se aprecian al Oriente de San Blas en el extremo Norte del Estado.

Andesitas San Miguel.- Este nombre fué propuesto por Ledezma (1970) para designar a los derrames lávicos y tobas andesíticas que afloran en la Sierra de San Miguel sobre la carretera que va de Mochis a Navojoa.

#### Mioceno

Formación El Fuerte.- Dicha formación cubre discordantemente a las Formaciones San Blas y Andesitas San Miguel. El nombre de esta formación fué propuesto por Descerna (1962) para designar derrames de riolitas y areniscas conglomeráticas rojizas que afloran a ambos márgenes del Río Fuerte.

#### Plioceno

Formación Maune.- Esta formación la tenemos cubriendo discordantemente a la Formación El Fuerte, litológicamente se encuentra constituida por una secuencia clásica

tica de origen fluvial, formada de conglomerados, areniscas conglomeráticas y arcosas. Aflora en la cuenca del Río Fuerte y del Arroyo Alamos, termina al norte de San Blas, existen buenos afloramientos de ésta, en los cortes del canal de conducción que va de la Presa Josefa Ortiz de Domínguez a la planicie del Carrizo, en dichos cortes se observa arenisca gris claro con estratificación mediana, a veces se encuentra intercalada con delgados horizontes de limonitas.

Formación Hornillos.- Definida por De Cserna (1962), consiste de derrames de basaltos de olivino altamente vesiculares y brecha de derrames de la misma composición, se observan flujos de 2 a 3 metros de espesor y en algunas partes su espesor total no es mayor de 120 metros. Afloran al sureste de Culiacán, noroeste de Pericos y alrededores de Sinaloa de Leyva.

Formación Tesila.- Esta formación consiste litológicamente de gravas semi-angulosas y conglomerados semi-litificados que suprayacen en discordancia erosional a las Formaciones Maune-El Fuerte y al Complejo Sonobari; estando cubiertas a la vez por la Formación Vado. Dicha unidad tiene un espesor aproximado de 50 metros y aflora principalmente en el Valle del Río Fuerte y Arroyo Alamos.

#### Pleistoceno

Brecha Topolobampo y El Carrizo-Ledezma (1970) - designó con el nombre de Brecha Topolobampo a una secuencia de basalto y brechas basálticas que afloran en los

contornos de la Bahía de Aguirre y en el Puerto de Topolobampo Sinaloa; también aflora en la Sierra de San Miguel pudiéndose observar este derrame desde la Carretera Internacional al cruzar la parte más alta de dicha sierra.

Se designa con el nombre de Brecha El Carrizo a los derrames y brechas de composición basáltica que afloran en la planicie del Carrizo al norte del poblado Los Musos. Buenos afloramientos se observan en el Cerro del Metate.

Formación Vado.- Definido por De Cserna (1962) y consiste de gravas de terrazas, constituidas principalmente de cantos bien redondeados de rocas volcánicas.

Afloran exclusivamente en el valle del Río Fuerte y cubren discordantemente a las rocas de las Formaciones Maune y Tesila.

#### Reciente

Las rocas más jóvenes presentes en el Estado de Sinaloa están constituidas por aluvión, gravas, arenas y limos; constituyendo en su totalidad a la planicie costera con formación de deltas y dunas.

La actividad plutónica reservada a rocas graníticas primordialmente, parece manifestarse por última vez entre los 20 y 50 millones de años (Eoceno, Oligoceno, Mioceno), afectando en esta forma a todas las rocas preexistentes (Epoca Concordia).

Las rocas que fueron depositadas del Terciario Medio hasta el Reciente, están siendo afectadas por el sistema de fallas y fracturamiento San Andrés (?), según Márquez (1971). La separación tectónica de la Península de Baja California, la actividad del sistema San Andrés y el carácter emergente de la Costa Occidental de la República Mexicana en la porción norte, nos hace pensar en la existencia de esfuerzos tensionales en la Costa Noroccidental del País, provocando fallas normales las que, como se nota en áreas estudiadas, predominan rumbos generales NW-SE, o sea en grandes rasgos son paralelas al eje del Golfo de California.

Estas fallas quizá estén relacionadas con el sistema de fallamiento descrito por Aguilar (1974), representado por la gran falla que atraviesa el Estado de Nayarit con una orientación NE-SW y que se manifiesta en el terreno por medio de los cauces de los Ríos Grande de Santiago y San Pedro.

Los eventos geológicos que siguieron a la intrusión de la masa batolítica son características de la porción occidental de nuestro territorio y consisten esencialmente de una serie de corrientes de lavas y acumulación de material piroclástico, sobre extensas áreas y espesores de cuantía en un período de intensa actividad magmática acaecidas en el Terciario Superior.

Estas corrientes de lava tuvieron posiblemente su origen en conos y tubos volcánicos o bien por grietas de mayor o menor magnitud que en la actualidad se ven en-

forma de diques.

Durante el Terciario Superior y Cuaternario Inferior, se efectuó la erosión de las partes levantadas de la Sierra Madre Occidental, dando como consecuencia el desarrollo de profundas gargantas de los ríos que fluyen hacia el oeste. Grandes cantidades de material clástico fueron transportadas por otras corrientes y depositadas en la planicie costera. En un tiempo geológico-reciente, el movimiento lateral y la coalecencia del aluvión ha dado el carácter actual de la planicie costera.

#### IV.2.- Geología Estructural

Regionalmente el patrón estructural predominante es un sistema de fallas de rumbo NW-SE que dan lugar a una serie de horsts y grabens, dando como resultado una fisiografía de sierras y valles paralelos; esta tectónica se considera como un reflejo de la separación de la península de Baja California hacia el noroeste, ocasionada por esfuerzos tensionales.

El rasgo de mayor dimensión observado en la región de este sistema es el que llega a formar el área del Real de San Javier, que quedaría sobre uno de los bloques levantados en el que afloran las rocas del basamento y que se le ha dado el nombre de "Sierra de Basonopita", el bloque hundido o graben localizado al oeste, quedaría limitado entre las fallas que controlan el cauce del Arroyo El Pelón y El Río Sinaloa formando una topografía plana y finalmente el bloque que constituye la Sierra de Su-

rutato más hacia el Poniente, sería el otro rasgo estructural importante (Ver Figura 4).

Estos movimientos estructurales, sobre el área de la Sierra de Basonopita genera un sistema secundario de fallas con el mismo rumbo NW-SE con cierta tendencia semicircular. Este sistema de fallas trae por consecuencia la exposición del contacto entre la unidad de rocas paleozoicas con la unidad de los intrusivos ultramáficos (Kimberlita) los cuales por sus características físico-químicas se forman a presiones y temperaturas muy elevadas, y que en condiciones normales de emplazamiento, alterarían considerablemente a la roca encajonante, situación que en el área no prevalece por lo que se considera que todos los contactos entre estas unidades son tectónicos, producto del sistema de fallas antes mencionado. (Comunicación personal - Monod, Servais, 1983).

Este sistema de fallas de rumbo NW-SE en el área de la mina, se hace presente, ya que se ha observado principalmente sobre los niveles 0, 1 y 2 de la mina San Javier, una falla con rumbo NW-SE y  $59^\circ$  de inclinación hacia el NE sobre la cual se emplazó un dique de composición cuarzodiorítica (?) muy alterada y a la que probablemente nos está limitando la mineralización, ya que se ha visto que al suroeste de esta falla no existe mineralización en ninguno de los niveles, en cambio pasando esta falla al noreste de la misma, se encuentran las estructuras mineralizadas, además de que las vetas de relleno de fisuras no tienen continuidad al toparse con esta estructura.

ASIGNACION SAN JAVIER  
RASGOS ESTRUCTURALES DE TIPO REGIONAL  
MUNICIPIO DE BADIRAGUATO, ESTADO DE SINALOA

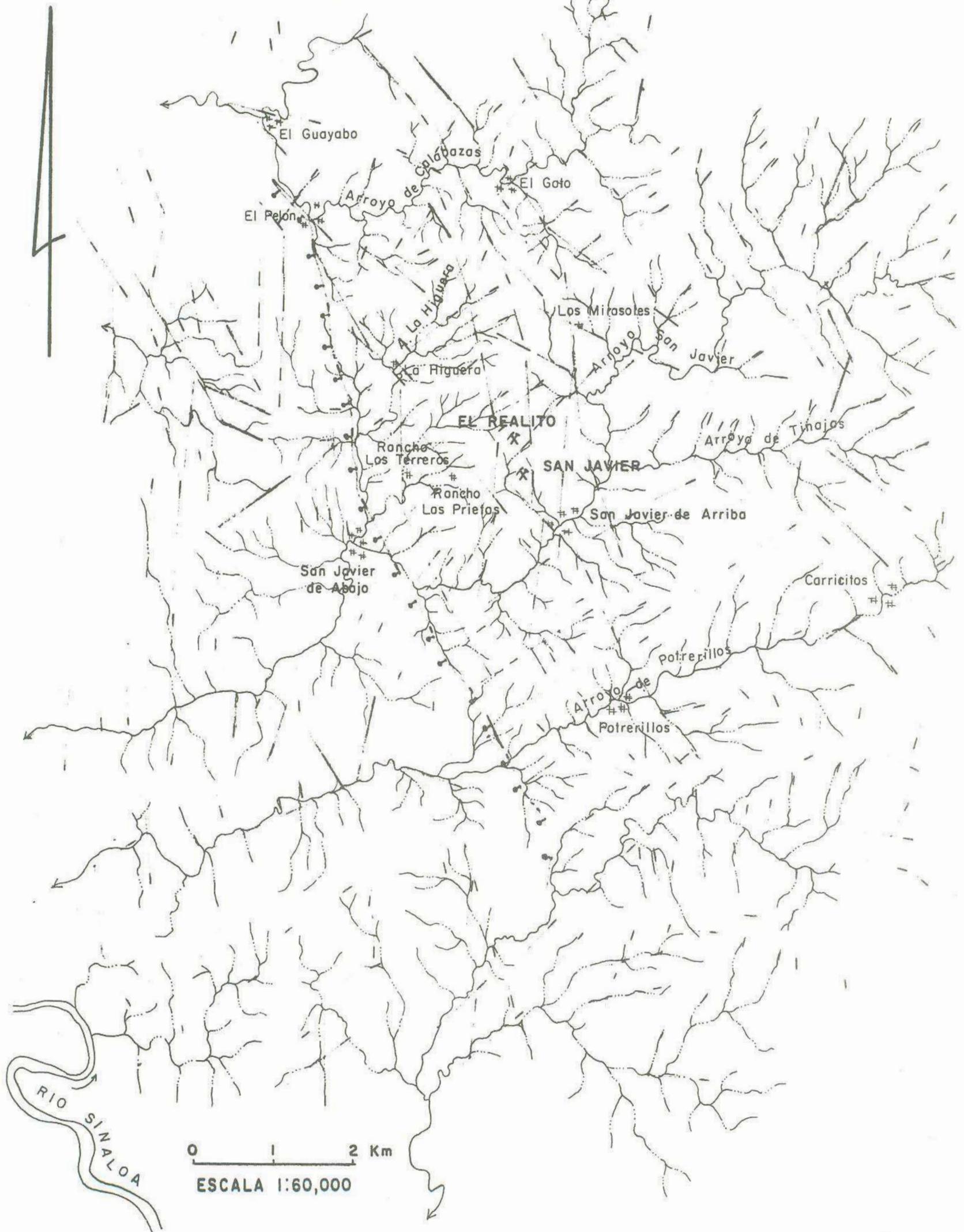


FIGURA 4

El lineamiento más notable que se logra apreciar en las fotografías aéreas en la zona del Real de San Javier (Ver Figura 4) es aquel con un rumbo NE-SW la cual guarda cierta relación con las estructuras mineralizadas del tipo de relleno de fisuras, que se observan en el nivel 2, mismas que se produjeron al ejercer esfuerzos compresionales sobre la secuencia de pizarras y cuarcitas formando pliegues y planos de debilidad entre los ejes y los estratos, los cuales posteriormente fueron rellenados por las soluciones mineralizantes.

Basados en las observaciones realizadas sobre los rasgos más notables de las fotografías aéreas, a su relación con las estructuras mineralizadas, al mapeo llevado a cabo en las obras mineras de las estructuras mineralizadas y al tipo de minado utilizado, se puede definir que se trata de un yacimiento que no va a estar controlado por lineamientos perfectamente definidos a rumbo y a profundidad, quedando restringidas sus posibilidades a estructuras de escaso desarrollo encajonadas enteramente en la secuencia de pizarras-cuarcitas, formando clavos o bolsas de mineral rico, principalmente el cruce de estructuras, como las que se observan en el nivel 2.

#### IV.3.- Geología Local

##### 1.- Generalidades

La zona estudiada está constituida por una secuencia sedimentaria con diferentes grados de metamorfismo compuesta esencialmente por una alternancia de pizarras-cuarcitas, ocasionalmente conteniendo horizontes de

calizas y conglomerados, forman un espesor muy potente del orden de cientos de metros (Ver lámina No. 2).

Esta unidad de roca probablemente a nivel regional sea correlacionable con las que afloran en la localidad de San José de Gracia localizado a 40 kilómetros al poniente a las cuales Carrillo (1971) les asignó una edad del Carbonífero (Misisípico Superior-Pensilvánico).

Tanto regional como localmente han sido perturbadas por el emplazamiento de un magma de tipo ácido (granodiorita y/o cuarzomonzonita, cuarzodiorita) además de un magma de tipo ultramáfico (Kimberlita y gabro) que a su vez intrusionó a las rocas ácidas, así como por una serie de diques de composición que varía de diabásicos a cuarzodioríticos.

Posteriormente se verifica otra actividad magmática dando lugar a derrames de las andesitas del Terciario Inferior y Medio.

Como último evento y después de un período de erosión, durante el Terciario Superior (?) se inicia la actividad volcánica de tipo ácido formando los potentes paquetes de tobas y derrames riolíticos para que finalmente por efectos de la tectónica tenga lugar la depositación de rocas epiclásticas rellenando el graben de la porción occidental del área.

## 2.- Unidades Litológicas

En el área de San Javier se realizó un estudio de

tallado de las rocas aflorantes, tanto en superficie como en el interior de las obras mineras, con la finalidad de obtener la estratigrafía de la zona cuya síntesis se aprecia en la figura 5, donde se muestra la columna estratigráfica del área y poderla relacionar a los eventos mineralizantes que se llevaron a cabo en la zona.

a) Rocas paleozoicas

Cuarcita Blanca

Por las relaciones de campo observadas, se considera que esta unidad es la más antigua del área estudiada, aflora en la porción oriental de la zona, sobre la margen izquierda del arroyo de San Javier, sus características megascópicas son: color blanco mineralogía compuesta por cuarzo esencialmente en una textura equigranular compacta.

Secuencias Pizarras-cuarcitas

Sobreyaciendo a la unidad antes mencionada se presenta esta secuencia siendo sus principales características presencia de estratificación con rumbo variable NW-SE y echados que varían de  $12^\circ$  a  $51^\circ$  al SW.

Debido a sus características, fué la unidad de rocas favorables para el emplazamiento de las estructuras mineralizadas de relleno de fisura, así como de lentes concordantes a la estratificación que forman el yacimiento. El fracturamiento es intenso en todas direcciones y la mineralización es de sulfuros de fierro, plomo, zinc y plata.

# POSICION ESTRATIGRAFICA EN LA ZONA REAL DE SAN JAVIER

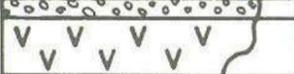
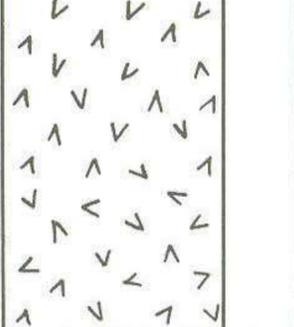
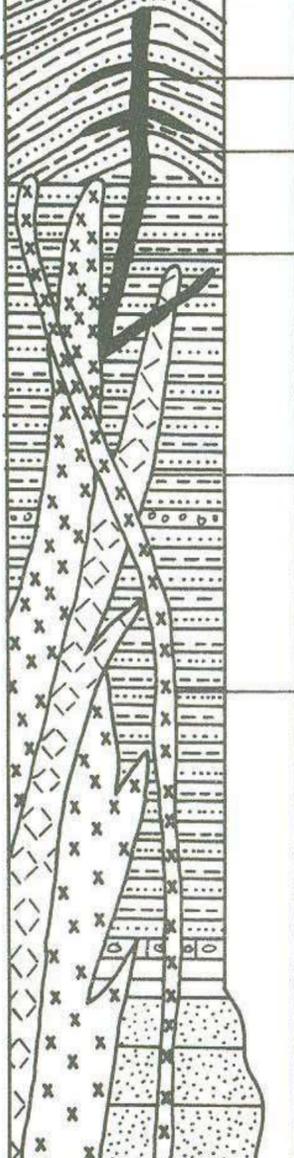
	EDAD DE ROCAS INTRUSIVAS	LITOLOGIA	ERA	PERIODO RECIENTE
		ALUVION EPICLASTICAS	CUATERNARIO TERCIARIO SUP.	PLIOCENO
		RIOLITAS Y TOBAS RIOLITICAS	TERCIARIO SUPERIOR	OLIGOCENO
		ANDESITAS	TERCIARIO MEDIO	MIOCENO
----- DISCORDANCIA				
	<p>ETAPA DE MINERALIZACION MIOCENIC (?)</p> <p>PLEGAMIENTO</p> <p>INTRUSIVO ACIDO CRETACICO SUP. EOCENO MEDIO</p> <p>INTRUSIVO ULTRAMAFICO EOCENO TARDIO (?)</p> <p>DIQUES QUE VARIAN EN COMPOSICION DIABASICA A CUARZODIORITA.</p>	<p>PIZARRAS CUARCITAS</p> <p>PIZARRAS CUARCITAS Y CONGLOMERADO.</p> <p>PIZARRAS CUARCITAS</p> <p>CALIZA CON PEDERNAL (?)</p> <p>CUARCITA BLANCA</p>	<b>P A L E O Z O I C O</b>	<b>C A R B O N I F E R O</b>

FIGURA 5

Las pizarras son de un color que varía de gris - obscuro a negro, con una textura afanítica compacta. Al microscopio se le observaron minerales arcillosos, cuarzo, - clorita, limonita, pirita y materia carbonosa, cubre el - 50% del área y se encuentra distribuída irregularmente en la porción central del área con gran extensión al norte-noroeste.

Las cuarcitas que se presentan interestratifica-- das con las pizarras presentan un color gris, textura equigranular, al microscopio presentan una textura equigranu-- lar-granoblástica formadas por minerales de cuarzo, feldespatos, clorita (penninita), sericita, limonita y minerales arcillosos.

Ocasionalmente se encuentran intercalados horizontes de conglomerados y de calizas.

El conglomerado presenta un color gris obscuro - con textura clástica compacta, observándose fragmentos de rocas en una matriz arcillosa, al microscopio presentan - una textura clástica, con fragmentos subaredondeados de - cuarcitas, pizarras y minerales de cuarzo, feldespatos, - magnetita, sericita, hematita, clorita, limonita y minerales arcillosos, siendo su origen sedimentario. Las localidades en las que aflora es al Sur del área a las márgenes del Arroyo San Javier y en interior de la obra del nivel - 1 en la mina San Javier.

La caliza por su parte es de color gris con textura de grano fino a afanítica presentando cristalitos de -

calcita en las fracturas, al microscopio presenta una textura cristalina, con una mineralogía compuesta de calcita, cuarzo, limonita y minerales arcillosos. La única localidad en la cual se aprecia el afloramiento es un horizonte de caliza con un espesor de 0.50 metros en el Arroyo de San Javier, aguas arriba de la confluencia con el Arroyo Tinajas. Como comentario se hace notar que esta secuencia presenta escasos horizontes de pedernal, y pocos horizontes calcáreos, en cambio la secuencia que aflora en San José de Gracia es más calcárea y presenta horizontes de pedernal.

b) Intrusivos Acidos (granodiorita-cuarzodiorita)

Esta unidad de rocas megascópicamente está formada por cuarzo feldespatos y minerales ferromagnesianos (micas, anfíboles) dentro de una matriz de color gris verdosa, su textura megascópicamente es fanerítica, al microscopio se aprecian variaciones a diorita, tonalita y monzonita.

En superficie forman una topografía que va de moderada a abrupta según se aprecia en los cerros de El Realito y Las Prietas, debido a que no ha sido mayormente erosionada, presentando algunos crestones dislocados, debido al fracturamiento intenso a que fue sometida.

En algunas localidades dá la apariencia de estar cabalgando sobre la secuencia de pizarras-cuarcitas, comportándose como una lengüeta de un lopolito (parte superior de los niveles 1, 2 y 3 en la mina San Javier).

Esta roca intrusiva cuya composición varía a

cuarzodiorita, se encuentra aflorando en la porción central, suroeste y occidental del área en estudio, cubriendo un 40% del área aproximadamente.

Se presenta como stocks en la zona y también se aprecia en forma de pequeñas ventanas sobre el Arroyo El-Realito o de La Hacienda; estos apófisis posiblemente se emplazaron durante el Cretácico Superior-Eoceno Medio intrusionando a la secuencia de pizarras-cuarcitas.

En el área de estudio no existen determinaciones geocronométricas de este intrusivo, pero sí en dos cuerpos granodioríticos cercanos a ésta, uno de ellos es el que aflora en la región de Tameapa, donde se colectaron dos muestras en 1973 por Chrisinger, quien reportó una edad de 52.9 y 54.1 millones de años y el otro localizado al suroeste de Badiraguato, analizado en 1972 por Henry que reportó una edad de 47 a 49 millones de años, por lo que se pueden considerar tentativamente dentro de la misma emisión (Eoceno Medio).

#### c) Kimberlitas (?)

Megascópicamente esta roca es de un color que varía de gris oscuro a negro, de apariencia masiva rugosa, la mineralogía la componen esencialmente olivinos, micas (flogopita), piroxenos y anfíboles.

En superficie se encuentra formando lomeríos suaves, en las zonas donde las rocas están erosionadas se presentan varias fracturas rellenas de crisotilo, de rum-

bo y echados variables y espesores que van de 1 mm a 5 mm, presentando una arena de color gris verdoso; en sus afloramientos sanos, la roca es bastante dura la cual al ser golpeada se le escucha un sonido metálico.

Esta roca ultramáfica se encuentra aflorando en contacto con la secuencia metamórfica de pizarras-cuarcitas hacia la porción norte, sureste y suroeste del área estudiada, cubriendo una superficie de aproximadamente 10%. Además también se lograron ver en el mapeo geológico realizado en los niveles 0, 1 y 1' de la mina San Javier.

Su origen tuvo lugar a partir de la consolidación de un magma ultramáfico, el cual intrusionó a la unidad de rocas sedimentarias metamorfizadas, para ello se han propuesto dos hipótesis:

1) Que se haya producido un contacto tectónico - provocado por fallamientos.

2) Que la roca ultramáfica variedad kimberlita se hubiera emplazado en su etapa de enfriamiento y se halla - producido un contacto en frío, ya que la secuencia pizarra-cuarcita se encuentra casi inalterada en sus contactos, a pesar de que esta variedad de roca ultramáfica se forma a presiones y temperaturas bastante altas (comunicación personal Servais, Monod, 1983).

Sobre la parte superior del cerro Bulto Alto en la localidad conocida como Doña Hilaria, aflora un cuerpo de roca graboica que posiblemente sea una diferenciación -

del magma ultramáfico, también se encuentra en contacto con la secuencia de pizarra-cuarcitas.

Las características principales de estas rocas son: color gris oscuro, textura fanerítica, presentando minerales maficos y unos cristales de feldespatos, al microscopio presenta una textura holocristalina hipidiomórfica de grano medio con una mineralogía compuesta de labradorita y augita como esenciales, hiperstena, hornblenda, biotita y magnetita como accesorios y clorita, actinolita, limonita y minerales arcillosos como secundarios, clasificándose como un grabo de origen plutónico.

Cabe mencionar que en la última visita efectuada por Monod y Servais (1984), coinciden en que es una localidad de micro-brecha y que a nivel de kimberlita, son las zonas más favorables para la localización de diamante.

Dentro de la roca ultramáfica variedad kimberlita se llevó a cabo un estudio espectrográfico el cual determinó presencia de platinoides (níquel, cromo, cobalto) en cantidades importantes por lo que se realizó un mapeo a detalle de cada uno de los afloramientos para definir la importancia económica de esta unidad de roca.

Para considerar un orden estratigráfico más exacto se tomó como base los xenolitos de intrusivos ácidos dentro de las kimberlitas para considerarlas más jóvenes de posible edad del Eoceno medio.

#### d) Diques

Diques Diabásicos.- Se encuentran intrusionando a las rocas paleozoicas y al intrusivo granodiorítico, - estos afloramientos se hacen más notables sobre el Arroyo de Terreros.

Diques Cuarzodioríticos.- Se localizan en los niveles 0, 1 y 2 de la Mina San Javier, asociados a la falla principal.

Diques Andesíticos.- Se presentan intrusionando a las pizarras y cuarcitas, tienen rumbos y echados variables. Se localizan a las márgenes del Arroyo de San Javier de Arriba.

Diques Basálticos.- Estos cuerpos afloran en la parte central del área en las cercanías del Realito, intrusionando a la secuencia de pizarras-cuarcitas como a las rocas ultrabásicas de composición kimberlítica.

Diques Dioríticos.- Afloran aguas arriba del Arroyo de San Javier intrusionando a la secuencia de pizarras-cuarcitas.

Diques Traquíticos.- Se encuentran aflorando a las márgenes del Arroyo San Javier al Noroeste de la rancharía del mismo nombre, intrusionan a la secuencia de pizarras-cuarcitas.

e) Rocas Epiclásticas

Esta unidad se localiza hacia la porción occidente

tal del área en estudio, formando una gran meseta, constituidas por una secuencia de areniscas.

Esta meseta está limitada hacia la porción --  
oriental de la secuencia metamorfizada de pizarras-cuar-  
citas por una falla de rumbo NW-SE que controla el curso  
del Arroyo de Terreros, y se limita hacia el poniente -  
con los derrames andesíticos y riolíticos que constitu--  
yen la Sierra de Surutato por la falla que controla el -  
curso del Río Sinaloa.

Como característica principal presentan un co--  
lor que va de café obscuro a rojizo, textura clástica y  
presenta fragmentos de roca en su constitución así como  
esferulitas.

Al microscopio su textura es epiclástica cons-  
tituida por una mineralogía formada por fragmentos de ro-  
ca arredondadas de andesita e ignimbrita, además de horn-  
blenda, calcedonia, biotita, augita, cuarzo y feldespa--  
tos como minerales accesorios y sericita, clorita, hema-  
tita, limonita y minerales arcillosos como secundarios.

Su origen posiblemente se debió a la cementa---  
ción de fragmentos de rocas volcánicas, transportadas a--  
cuencas y depositadas en un ambiente sedimentario.

#### f) Aluvión

Esta unidad está formada principalmente por -  
fragmentos de rocas metamórficas, intrusivas y suelos.

Existen muchos lugares en los que cubren parcialmente a las rocas metamórficas pero en espesores pequeños principalmente sobre los cauces de los Arroyos de San Ja---vier, Terreros y Las Higueras.

## V.- GEOLOGIA ECONOMICA

### V.1.- Yacimientos Minerales

#### 1.- Génesis

Con todos los datos estratigráficos y estructurales con los que se cuenta actualmente, a continuación se ha elaborado una hipótesis respecto al origen de las estructuras mineralizadas, partiendo de la base conocida del orden de deposición de la secuencia sedimentaria metamorfoseada, así como de la existencia de cuerpos intrusivos.

En base a lo anterior, tendríamos que posteriormente a la depositación de los sedimentos, siguió una etapa de actividad ígnea misma que ocasionó la intrusión de un magma ácido y que a su vez provocó el metamorfismo en la secuencia sedimentaria preexistente. Después se lleva a cabo una etapa de erosión y de tectonismo, dejando al descubierto la secuencia metamorfizada, lo que provoca que esta unidad sea sometida a esfuerzo de gran envergadura, provocando en primera instancia deslizamientos entre estrato y estrato, debido a la aplicación de esfuerzos compresionales (Ver figura 6A).

Enseguida se produce un fracturamiento entre los estratos producto del deslizamiento, formando zonas de debilidad (Ver figura 6B).

Esas zonas de debilidad con la aplicación mayor del esfuerzo se manifiesta con un fracturamiento secundario -- transversal a los estratos (Ver figura 6C)., los cuales son aprovechados para el emplazamiento de diques (Ver figura 6D).

Posteriormente por causa de la competencia plástica de las rocas se forman los pliegues y debido al aumento en la intensidad de los esfuerzos en un punto dado, se provoca el rompimiento del mismo por sus ejes.

Considerando esta situación y suponiendo que la aplicación de los esfuerzos no fué uniforme sobre toda la unidad de rocas, entonces se deduce que el rompimiento de los ejes de los pliegues no se generalizó a todo lo largo del mismo, por lo que entre más alejado se estuviera de la aplicación del esfuerzo principal, la ruptura tendría que ser menos conspicua (Ver figura 6E).

Finalmente al reacomodo tectónico que provoca la formación de la estructura, al ascender las soluciones mineralizantes buscando lugares de menor presión y temperatura, así como condiciones químicas favorables para su deposición, éstas se encuentran en la ruptura de los ejes y en los planos de debilidad que provocaron los deslizamientos entre estrato y estrato, rellenando los espacios abiertos que ahí prevalecían, formando lo que hoy en día conocemos como lentes 1, 2, 3, 4 y vetas A y B.

El origen del yacimiento probablemente sea una consecuencia lógica de lo anteriormente expuesto, razón por la que se atribuye el escaso desarrollo que presentan las estructuras tanto a rumbo como a profundidad, así como a su espesor reducido en el distrito argentífero de San Javier. En general se trata de un yacimiento de origen hidrotermal-epitermal originado probablemente por aguas termo minerales ascendentes, que al circular por las fracturas o cavidades pre

ASIGNACION SAN JAVIER  
**ESQUEMA QUE MUESTRA EL EMPLAZAMIENTO  
 DE LA MINERALIZACION EN EL YACIMIENTO**

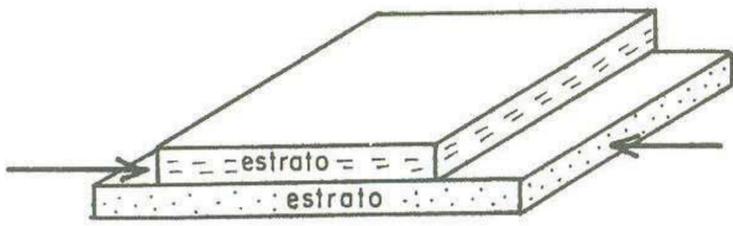


FIG. A.- Deslizamiento entre estratos debido a esfuerzos compresionales.

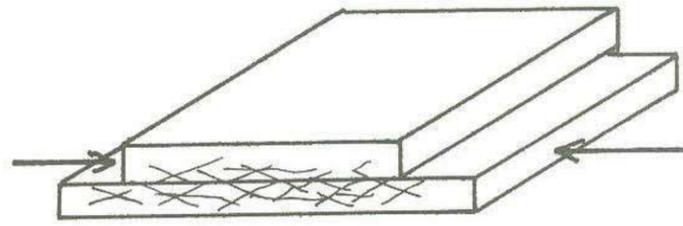


FIG. B.- Fracturamiento ocasionado por los esfuerzos.

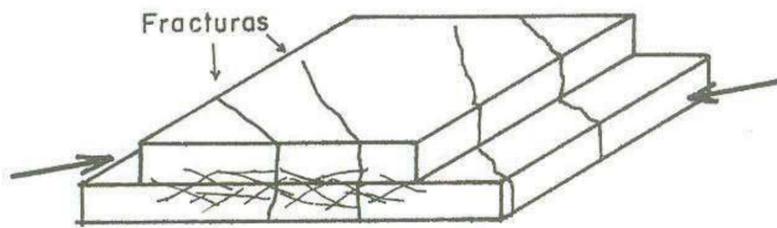


FIG. C.- Fracturamiento secundario Transversal al producirse otros esfuerzos compresionales.

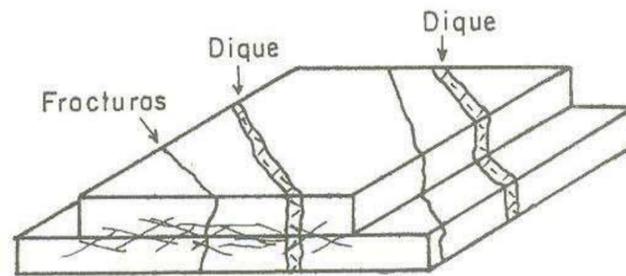


FIG. D.- Emplazamiento de diques en las fracturas transversales

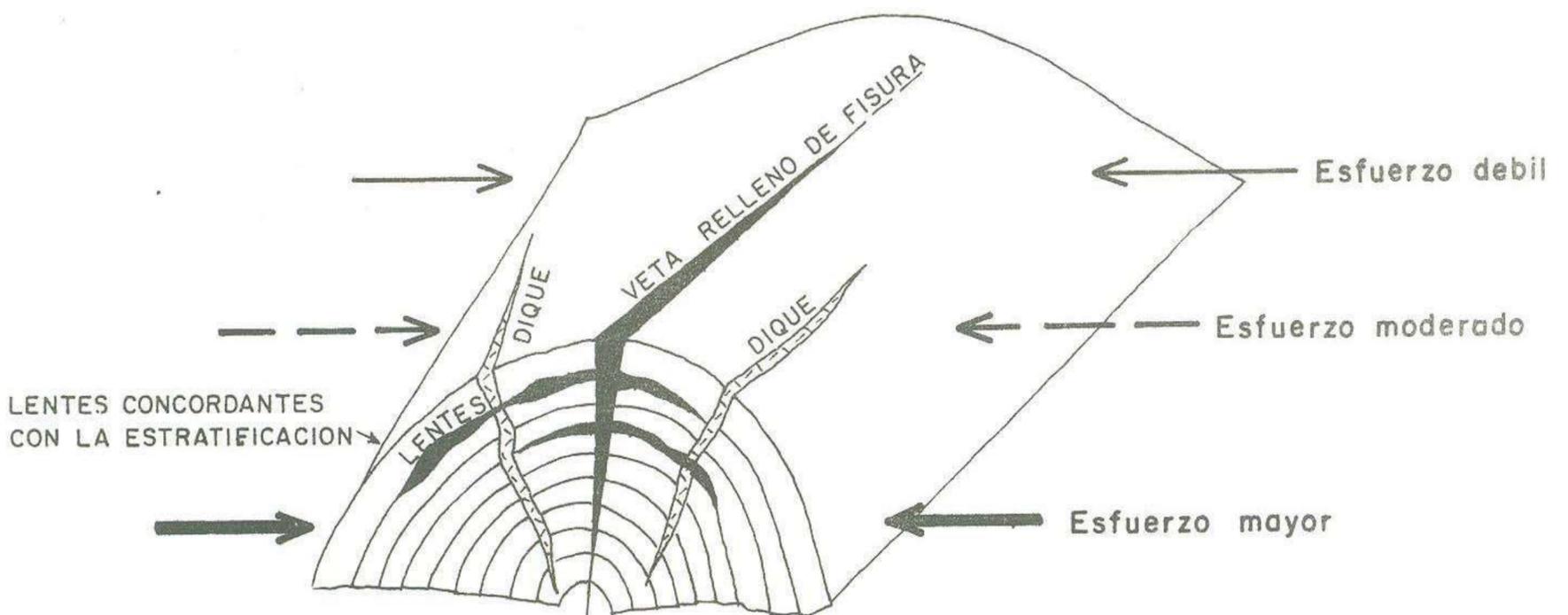


FIG. E.- Plegamiento de la secuencia por esfuerzos compresionales aplicados con diversa intensidad, ocasionan el rompimiento del pliegue sobre su eje, facilitando el emplazamiento de la mineralización en la fractura, así como también en la zona de fracturamiento entre los estratos dando lugar a los mantos.

existentes, depositan su carga metálica durante el período de enfriamiento, precursor a la consolidación de las rocas ígneas intrusivas causantes de la mineralización.

En el croquis de la figura se presentan esquemáticamente los pasos antes descritos para su mejor comprensión.

## 2.- Forma y Dimensiones

Los yacimientos minerales del distrito argentífero de San Javier se han clasificado de dos tipos diferentes, más sin embargo son producto del mismo origen, siendo éstos los de relleno de fisura y lentes concordantes con la estratificación, mismos que se detallan a continuación:

### a) Relleno de Fisura

Básicamente este tipo de depósito es característico en vetas que contienen oro, plata, plomo, zinc y cobre, - siendo sus minerales primarios: la pirita, galena, calcopirita, pirargirita y argentita, como minerales de ganga se tiene cuarzo, calcita y otros carbonatos.

Por lo que se refiere a este yacimiento, los rellenos de fisura corresponden a los rompimientos de los ejes de los pliegues, los cuales fueron posteriormente rellenados - por soluciones mineralizantes ascendentes; aunque también se identifican estructuras de relleno de fisura en fallas, que no necesariamente se encuentran en el eje de los pliegues.

Algunas de las estructuras de relleno de fisura - localizadas en los ejes de los pliegues tienen poca continuidad a rumbo, debido al origen de las mismas ya antes mencionadas, pues en la mina de San Javier, se aprecian algunas de rumbo NE-SW a lo largo de 50 metros (Vetas A y B) y en el otro caso se tiene sobre la mina El Realito, la veta de la Víbora con un rumbo dominante casi E-W y echado de  $60^\circ$  al Norte, no se considera localizada sobre uno de los ejes sino sobre una falla normal, tiene una continuidad de casi 150 metros con obras mineras que manifiestan su explotación.

#### b) Lentes Concordantes a la Estratificación

Estas estructuras se formaron en el distrito por la acción de esfuerzos compresionales sobre la unidad de rocas paleozoicas (?) lo que ocasionó el deslizamiento entre estrato y estrato, provocando zonas de fracturamiento y por consecuencia de debilidad, susceptibles de ser rellenadas por soluciones mineralizantes ascendentes.

Básicamente deben de contener la misma asociación mineralógica de las estructuras de relleno de fisura, puesto que éstas fueron el contacto principal por el que ascendieron las soluciones mineralizadas, mismas que se fueron emplazando al ir encontrando los planos de debilidad entre los estratos.

Los lentes concordantes con los planos de estratificación adoptan formas semicirculares siguiendo el plegamiento de los estratos, en la mina de San Javier, dos de los lentes tienen continuidad de 60 a 80 metros en el Nivel

2 antes de estrangularse, el resto de los lentes que se han reconocido en otros niveles son de menores dimensiones su rumbo es muy variable, en el Nivel 2 se presenta al NNE y NE con echados de 45° al NW; en el Nivel 1 otro de los lentes es de rumbo NW y buzando al NE, es casi contrario a los explotados en el Nivel 2, pero esto es debido al plegamiento existente en la secuencia sedimentaria.

### 3) Mineralización

La mineralización en el distrito es de origen hidrotermal constituido por minerales de tipo epitermal representados esencialmente por sulfuros de plata (?), asociados a galena variedad punta de aguja, esfalerita, pirita, arsenopirita, calcopirita (?) y oro.

En el distrito se reconocieron 4 zonas mineralizadas, las que probablemente estén relacionadas genéticamente, siendo las más importantes por su desarrollo de obras mineras las de la mina San Javier y la mina El Realito, las otras dos zonas son la Cacachila y La Prieta, que cuentan con obras de exploración muy someras.

Con el presente trabajo se lograron determinar las cuatro zonas de incidencia de las estructuras de relleno de fisura y de lentes concordantes a la estratificación, las que a continuación se describen y se aprecian en forma general en la lámina No. 3.

### 3.1.- Zona de Incidencia San Javier

#### a) Obras mineras

Es la más importante por sus numerosas obras de exploración-explotación y la que muestra tanto estructuras en forma de lentes como de relleno de fisura.

Este cuerpo es el que da el nombre al mineral del Real de San Javier, el área de incidencia en base a los minados existentes, adopta una forma ligeramente oval de orientación NW-SE, con 100 metros de diámetro aproximadamente con un marcado buzamiento hacia el Norte, como un efecto de la acción de la falla principal explorada y explotada en el Nivel 2.

Dentro de este cuerpo se tienen identificados cuatro lentes mineralizados concordantes con la estratificación, con una ligera orientación de rumbo NE la mayoría de ellos y buzando de 30° a 40° al NW, así como también existen 2 vetas de relleno de fisura de rumbo NE-SW con inclinación al SE.

Independientemente de las estructuras ya mencionadas, existen numerosas vetillas e hilillos de espesor reducido, algunas de ellas concordantes a la estratificación y otras de relleno de fisuras con leyes muy ricas, pero dado su espesor tan reducido no fueron minadas.

Este cuerpo ya fue minado por tres niveles de explotación (Nivel 1, 2 y 3) con una diferencia de cotas de 86 metros, que representan alrededor de 130 metros de persistencia vertical hasta la superficie.

Además se tiene un nivel de extracción general con-

480 metros de desarrollo, que no llegó a cortar el cuerpo mineralizado (Nivel 0); se localiza 65 metros más bajo del Nivel 1, lo que representará 90 metros más de persistencia de las estructuras mineralizadas a profundidad y que es uno de los objetivos esenciales de la actual exploración.

A continuación se describirán las características principales de la mineralización en cada nivel, que se aprecian en la lámina No. 4.

#### Nivel 3 (Cota 936)

Esta obra es un pequeño nivel que se encuentra inaccesible parcialmente, se tomaron dos muestras sobre hilos muy delgados del tipo de relleno de fisura que no reportan leyes atractivas. Es la obra más superficial del cuerpo, junto con otros contrapozos que se aprecian sobre el flanco sureste del cerro, todos ellos son terreros pequeños.

#### Nivel 2 (Cota 891)

Este nivel es el más importante de la mina San Javier, ya que es uno de los que mayor información proporcionó, pues cuenta con numerosas frentes accesibles sobre las estructuras mineralizadas. En su interior se logró reconocer tres de los lentes principales, así como las dos vetas y el sistema de vetillas secundarias.

Debido a las condiciones tan inseguras del nivel, no fué posible obtener un muestreo sistemático, obteniéndose muestras sólo en aquellos lugares que presentaban seguridad.

En lo referente a los tres lentes mineralizados, -

dos de ellos se encuentran separados 7 metros uno de otro - (Lentes 2 y 3) debido a lo peligroso de las obras en el lente 3, no fue posible explorarlo ya que se encuentra inaccesible, únicamente se reconoció el lente 2, el cual presenta un rumbo general de NE 60° SW y un buzamiento de 30° a 45° al NW, su longitud explotada es de 55 metros y su espesor es muy variable, pues los pilares que dejaron fue donde se estrangulaban las estructuras variando de 15 a 27 centímetros la guía principal de la mineralización, su comportamiento es irregular llegando a formar bolsas de mineral rico, de las cuales en la actualidad únicamente se observaban los huecos de las obras, que varían de 1.50 a 2.50 metros de espesor.

La tercer lente explotada en este nivel es la lente 1, se presenta con rumbo general NNE, con un buzamiento variable de 35° a 40° al NW, su espesor también es muy variable, en ocasiones únicamente presenta de 15 a 30 centímetros de espesor en sus extremos o acuñamientos siendo en ocasiones la guía mineralógica que seguían los mineros antiguos para encontrar las bolsadas de mineral rico, tiene un desarrollo aproximado de 50 metros, aunque podría tener continuidad hacia el noroeste, un poco abajo del Nivel 2, con lo que alcanzaría 30 metros más a rumbo; está labrado sobre la obra principal del Nivel 2. Las muestras colectadas sobre los lentes reportan leyes muy ricas en la parte central y hacia los bordes se tienen leyes con valores un poco más bajos.

Sobre la lente 2, se tomaron un total de 7 muestras con un ancho que varía de 0.14 a 1.20 metros, con una ley media de plata de 600.31 gr/ton; sobre la lente 1, se -

obtuvieron un total de 13 muestras con espesores variables de 0.15 a 0.60 metros, reportando una ley media de 727.25 gr/ton; sobre la lente 3, no fue posible realizar su muestreo por la inseguridad que presenta el área.

Sobre la continuidad del lente 1, se presenta una zona con numerosas vetillas angostas de orientación NW y NE, en donde 4 muestras nos reportaron 6,360, 10,060, 4,850 y 5,490 gr/ton de plata con espesores variables de 0.20 a 0.40 metros.

Por lo que respecta a las estructuras de relleno de fisura dos de ellas (Veta A y B) se encuentra en un sistema de rumbo general NE-SW con  $75^\circ$  y  $60^\circ$  al SE respectivamente, con un desarrollo aproximado de 50 metros la veta A y 60 metros la B, con espesores que varían de 0.30 a 0.50-metros aunque en ocasiones dá lugar a bolsas que alcanzan más de 2 metros, sobre la veta A se obtuvo una muestra reportándonos 4,850 gr/ton de plata.

Por las características estructurales y mineralógicas la veta B reviste un mayor interés económico, ya que en ellas se aprecia un cruce de estructura con el lente 1, donde se presenta un clavo rico en abundancia de sulfuros de Ag, Pb, Zn y Fe en una ganga de cuarzo-calcita, pero viendo el origen del yacimiento se considera de escaso desarrollo. Sobre esta veta se tomó una muestra en el cruce de estructura reportando 6,020 gr/ton de plata.

Finalmente sobre el nivel 2 existe un sistema de fallamiento de gran magnitud denominada falla principal, puesto que además se hace evidente sobre el nivel 1 y el

nivel 0.

Esta misma estructura está limitando la mineralización en el distrito, ya que como hemos podido verificar, antes de cortar esta falla, no se manifiesta ninguna estructura mineralizada de importancia, sin embargo, al momento de trasponer esa barrera estructural, se ponen de manifiesto estructuras mineralizadas de importancia económica como es el caso del nivel 1 y 2.

Esta falla presenta un rumbo NW 35° SE con 59° al NE de inclinación sobre el nivel 2, donde existe una obra a lo largo de su traza, con un desarrollo de 65 metros hasta donde fué posible su acceso, en donde no contiene valores, pero a partir de ese lugar se manifiestan tramos mineralizados con leyes altas de plata del orden de 2,590 gr/ton, según una sola muestra colectada en el cruce con una veta de relleno de fisura (Veta A). En los primeros 20 metros de esta falla, se obtuvo un muestreo sistemático con 16 muestras, las que reportan una ley promedio de 15.76 gr/ton de plata, valores muy bajos para considerarla económica.

#### Nivel 1 (Cota 850)

Sobre esta obra se desarrolla un socavón de 200 metros hasta cortar la zona de mineralización que se hace evidente en la zona de San Javier, el nivel está ubicado 41 metros más abajo topográficamente del nivel 2.

La lente explotada en este nivel, presenta un rumbo NW-SE con un buzamiento de 75° NE, su longitud visible-

es de 30 metros pues al oeste se desconoce su persistencia por encontrarse el nivel inaccesible, además a esta altura del socavón se manifiesta la traza de la falla principal, que viene persistiendo desde el Nivel 2, por lo que con seguridad en este lugar se explotó el lente 4, pues las chorreras ahí existentes así lo demuestran.

Sobre la lente principal no fue posible obtener muestras, logrando hacerlo en algunas vetillas delgadas desprendidas del lente principal, tres vetillas muestreadas sobre el sistema NW-SE nos reportan 168.8, 76.7 y 66.4 gr/ton de plata, y una vetilla de 10 a 30 centímetros de espesor de rumbo NW-SE nos reportó 311.5 gr/ton.

#### Nivel 1' (Cota 868)

En este nivel no se conoce ninguna estructura mineralizada por lo que se desconoce el objetivo que se guían con la obra; más sin embargo, al ver la relación que guarda este nivel con respecto a los demás (Nivel 0, Nivel 1 y Nivel 2), y tomando en cuenta su ubicación con la falla principal, considerada como el límite y control de la mineralización, entonces podemos decir que los mineros antiguos, como no llegaron a cortar tal estructura y no obtener resultados positivos, optaron por abandonar el área. Para poder llegar a dicha estructura, faltaría por continuar con este nivel aproximadamente de 10 a 15 metros más de cuele, por lo que se tendría que considerar esta opción, para proseguir con la exploración sobre la traza de la falla principal hacia el NW.

### Nivel 0 (Cota 785.25)

Se trata de una obra de exploración y desarrollo - con 480 metros de longitud, con una sección de 4 x 3 metros, programado para extraer mineral de toda la mina por grave--dad.

Este nivel no alcanzó a llegar al cuerpo mineralizado, dado a que en su parte final, a la altura de los 370-metros, se intersecta con la falla principal, con rumbo NW-SE con 57° a 50° de inclinación al NE y sobre su traza se - va desarrollando la exploración sobre dicho nivel a lo lar- go de 40 metros más, manifestándose únicamente una pequeña- vetilla de cuarzo al alto de la misma, de 5 centímetros de- espesor que nos reportó 1,570 gr/ton de plata valores altos que nos manifiestan la persistencia del mineral de alta ley a profundidad y que posiblemente hayan sido arrastrados por la falla principal, misma que continúa asociada a un dique- ácido cuarzodiorítico (?).

Esta misma situación de asociación dique y minera- lización alta sobre la falla principal, se presenta en el - nivel 2 y 1, por lo que si estamos considerando esta falla- como límite de la mineralización, entonces nuestra explora- ción en el nivel 0 se programaría hacia la porción derecha- del nivel.

### b) Barrenación

Sobre este proyecto se realizó un programa de ba-- rrenación de diamante a desarrollar en la mina de San Ja--- vier, para conocer la posible continuidad de las estructu--

ras mineralizadas a profundidad, con lo cual obtendríamos - la información necesaria para decidir la rehabilitación del Nivel 0 y explotar todas las estructuras mineralizadas conocidas.

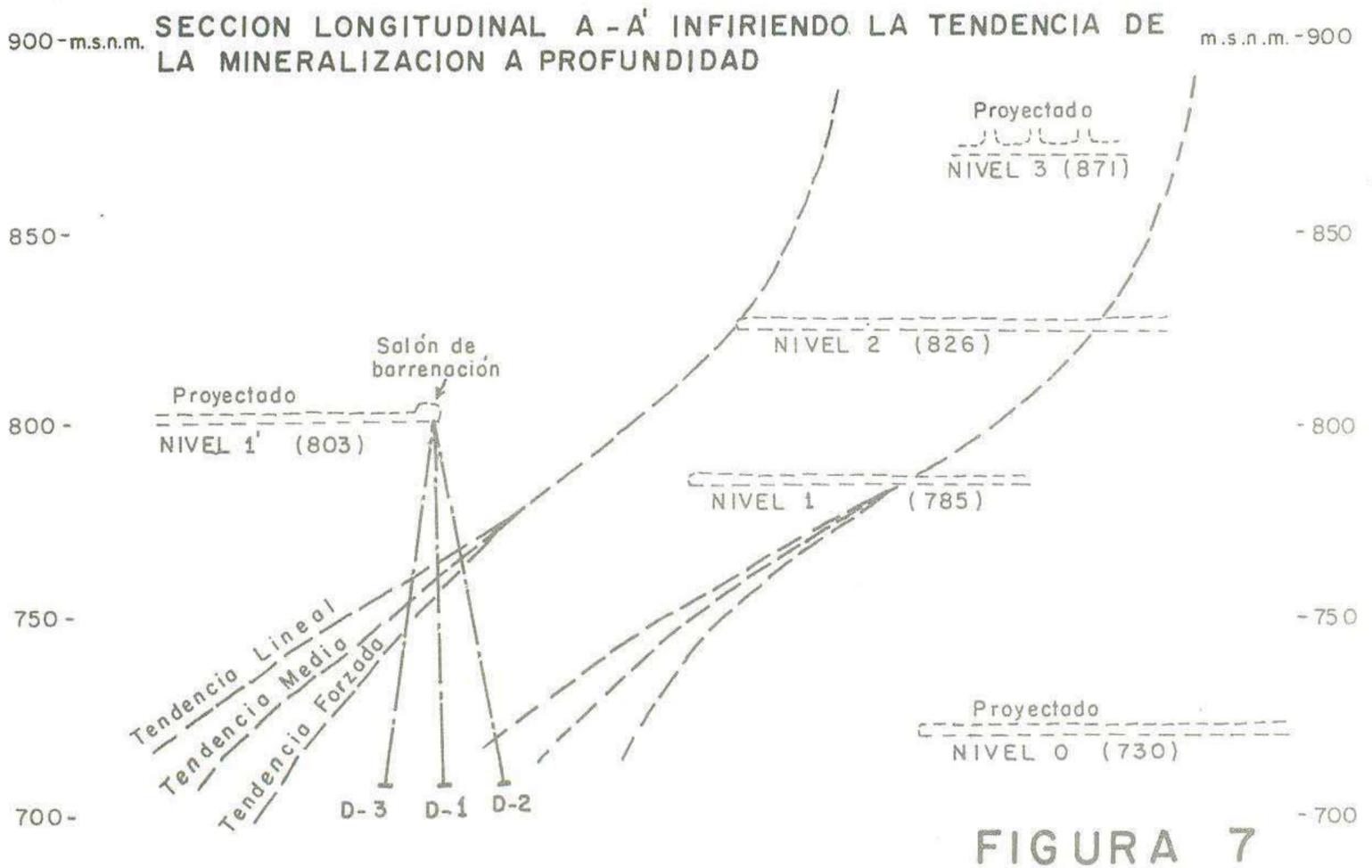
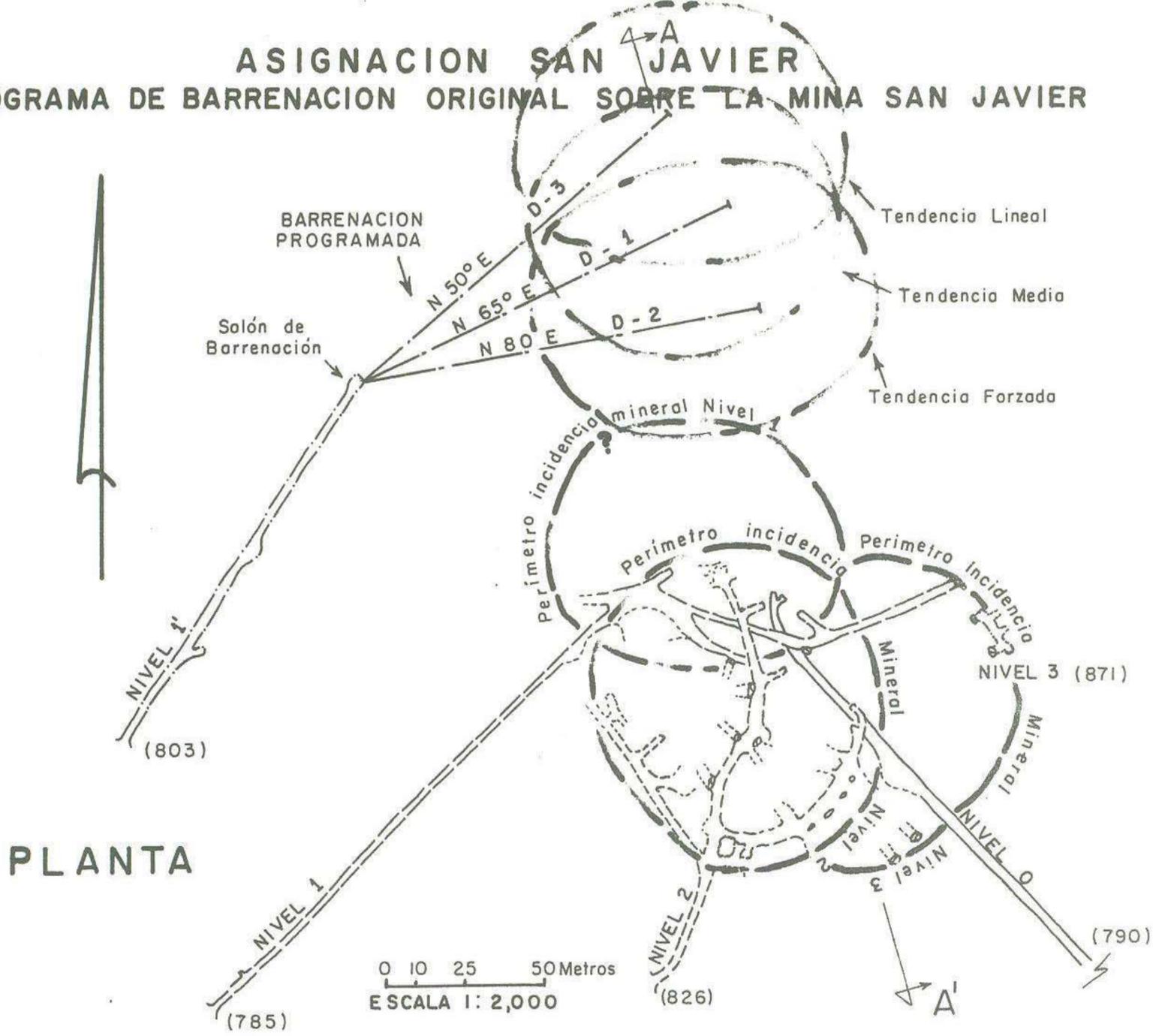
Este programa de barrenación se llevó a cabo desde el tope del Nivel 1', que cuenta con 150 metros de desarro--llo, ya que como se pudo observar en el terreno, su ubica--ción resultó estratégica para la realización del trabajo, - para ello se tuvo que realizar un saión para la ubicación - de las máquinas con dimensiones de 5 x 4 metros de sección - y 5 metros de longitud, desde donde se perforarían los tres barrenos en abanicos con las siguientes características: Barreno D-1 rumbo N65°E y 35° de inclinación, Barreno D-2 con rumbo N80°E y 35° de inclinación y Barreno D-3 rumbo N50°E y 35° de inclinación, todos ellos con una profundidad de - 150 metros.

En la figura No. 7 se observa la suposición ini---cial que se tenía del comportamiento del área de incidencia de las estructuras mineralizadas en la mina San Javier, donde se aprecia el buzamiento de esa área de incidencia con - una tendencia hacia el Norte mostrando la desviación que ha tenido desde superficie junto con el Nivel 3, al pasar so--bre el Nivel 2 que es donde mejor se define y la tendencia del cuerpo sobre el Nivel 1, que es el que más manifestaba--este giro.

Tomando como base esta desviación, se proyectó la--persistencia del área de incidencia a la profundidad del Nivel 0, analizando tres posibilidades dependiendo de la in--

# ASIGNACION SAN JAVIER

## PROGRAMA DE BARRENACION ORIGINAL SOBRE LA MINA SAN JAVIER



**FIGURA 7**

clinación que tomara el cuerpo: tendencia lineal, media y forzada.

Con esta hipótesis original del programa de barrenación, se dió el primer Barreno (D-1), mismo que se terminó a los 152 metros de profundidad, no sin antes pasar por una serie de problemas mecánicos por las malas condiciones del equipo, así como problemas estructurales de la roca, esto aunado al mal rendimiento que ofrecían las brocas, que no eran las adecuadas para este tipo de roca tan abrasiva, hicieron muy retardado la culminación del sondeo (Ver figura No. 9).

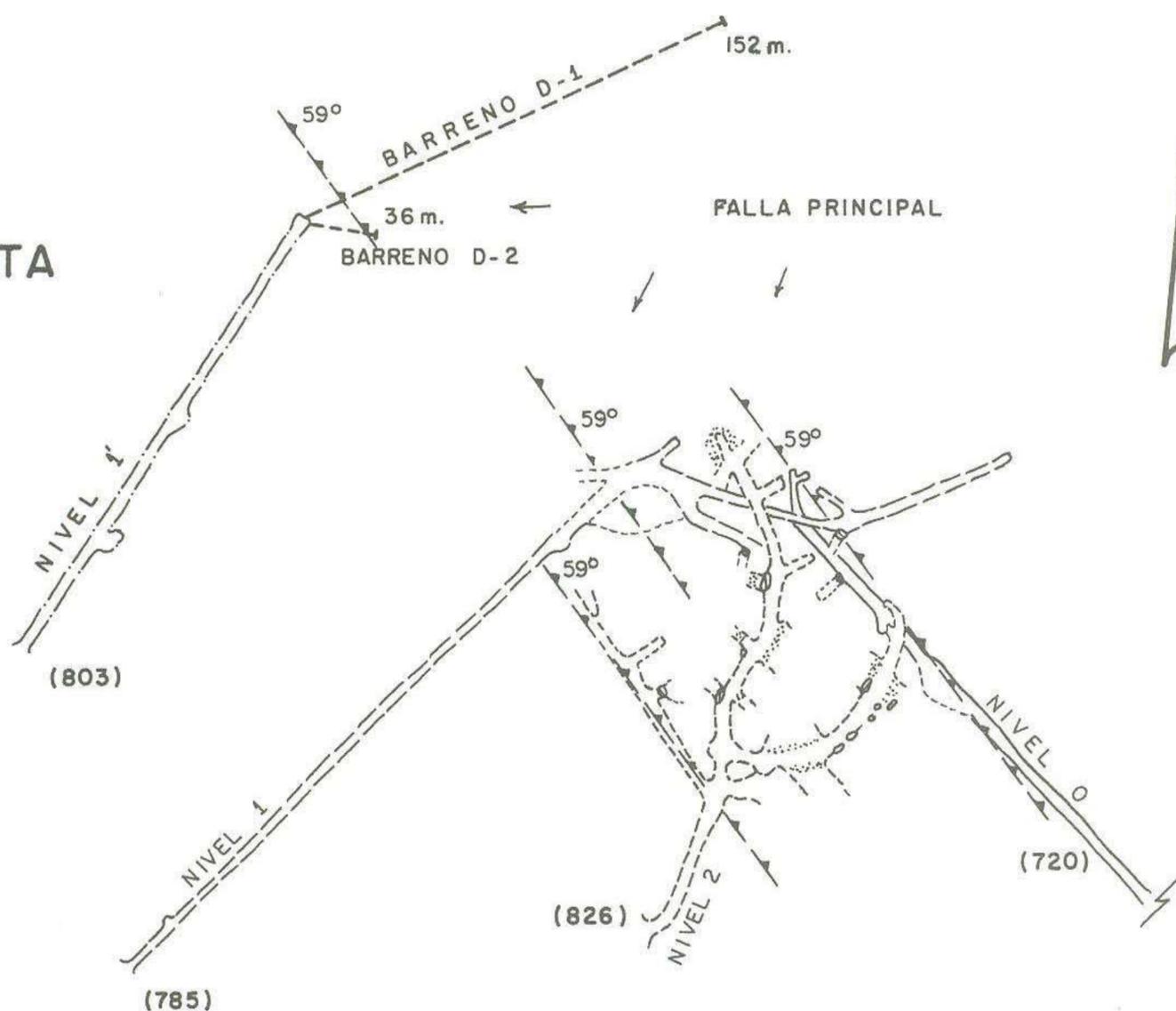
Este barreno sólo cortó una veta de 86 centímetros de espesor a la profundidad de 56.85 metros, con una franja de mineral de alta ley en plata de 21 centímetros de espesor al centro de ella, por lo que al estudiar esta situación y como se consideraba que era el barreno que ofrecía mayores posibilidades de tener éxito, se realizó una reinterpretación del programa de barrenación.

En efecto, como se puede ver en la Figura No. 8, el Barreno D-1 nos está limitando el área de incidencia de las estructuras mineralizadas hacia la porción norte, considerando que la vetilla cortada correspondería a una localidad en la parte superior más alejada del área de incidencia de la mineralización, por lo que no tendría objeto el realizar los barrenos D-2 y D-3, del programa original, ya que sus posibilidades serían más reducidas para cortar estructuras mineralizadas.

ASIGNACION SAN JAVIER  
 PROBLEMAS DE LA BARRENACION CON LA  
 MINA SAN JAVIER

FALLA PRINCIPAL EN LA

PLANTA



SECCION LONGITUDINAL BARRENO D-2

SECCION LONGITUDINAL BARRENO D-1

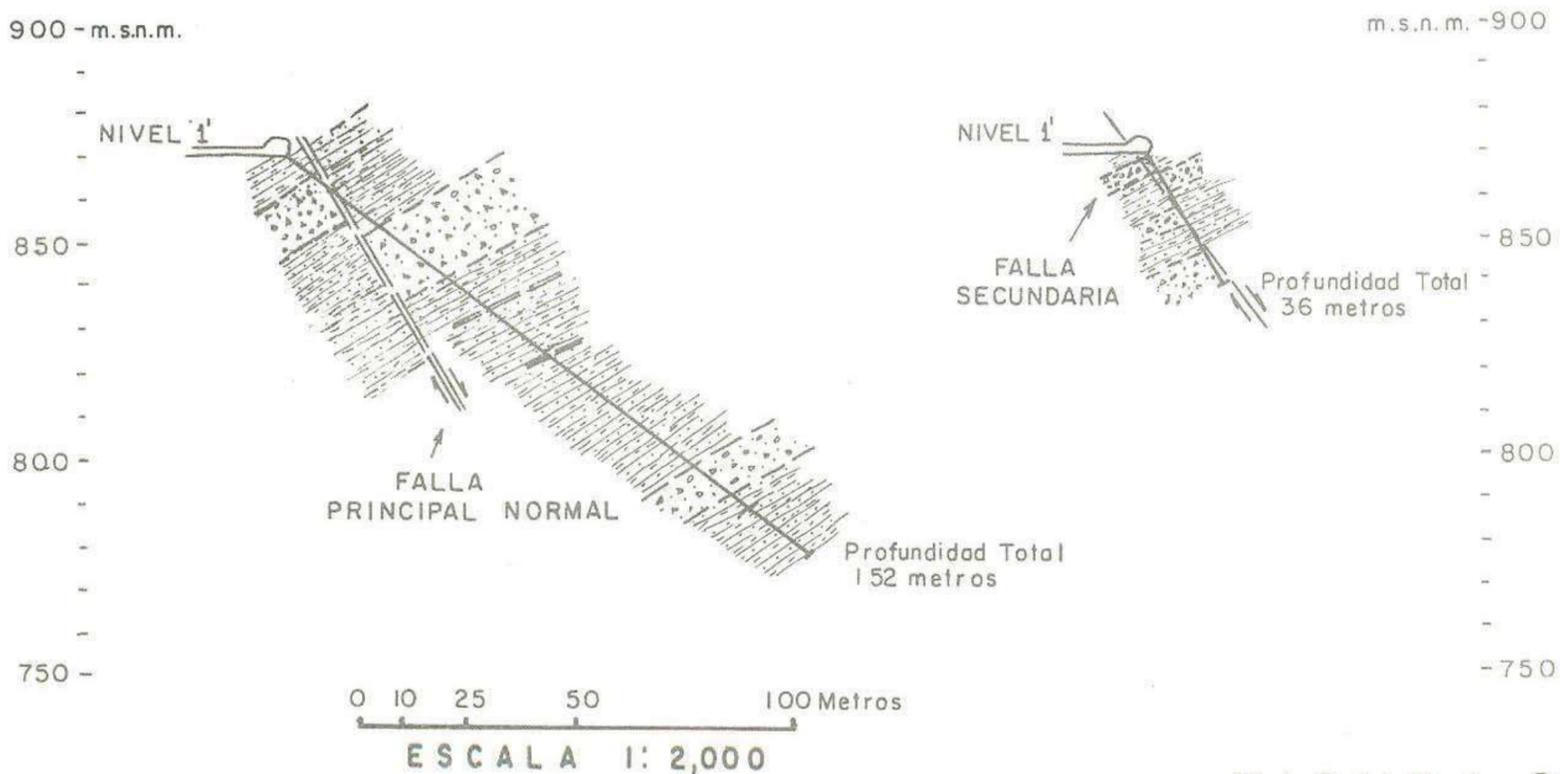


FIGURA 8



Tomando en consideración este dato, nos damos cuenta de que la tendencia que lleva el área de incidencia de las estructuras de la mina San Javier a profundidad, no realizó el giro tan pronunciado al Norte, por lo que probablemente su actitud lleve un rumbo NW y en forma más vertical; viéndola esta nueva interpretación, se vio la necesidad de cambiar la programación del Barreno D-2 a un rumbo  $S80^{\circ}E$  y  $56^{\circ}$  de inclinación, por considerarse la más conveniente a los fines del programa.

#### Programa de Exploración reinterpretado y problemas

Desafortunadamente para los objetivos que se perseguían con este sondeo y los del proyecto San Javier, el Barreno D-2 no fue concluido, fue suspendido a los 36 metros de profundidad, debido a una serie de factores de tipo mecánico suscitados en la máquina Diamec 250 y en la planta generadora de energía eléctrica, pero en forma más decisiva debido a un factor de tipo geológico-estructural.

Con respecto a este último factor, cabe recordar que sobre el Nivel 2, a los 40 metros de la bocamina, existe una frente de exploración a la izquierda con un desarrollo de 60 metros hasta donde fue posible su acceso, va desarrollado sobre la falla principal de rumbo general  $NW35^{\circ}SE$  con  $59^{\circ}$  de inclinación al NE, presentando mineralización al extremo NW. Esta falla principal también se hace evidente en el Nivel 1, mostrando grandes estragos en su traza, así como también en el Nivel 0 (Ver figura 8).

Ahora bien, si esta falla tiene continuidad al no--

roeste como es lógico que suceda, hasta trasponer el Nivel 1' lugar donde se ubica la planilla de barrenación, esta falla a profundidad estaría afectando la realización de los barrenos. Además de que como es natural, en fallas de grandes dimensiones, éstas presentan fallas secundarias tanto al alto como al bajo, situación que prevalece en el área, ya que sobre el Nivel 1' en el salón de barrenación, se cortó una falla de rumbo NW-SE y un echado aproximado de  $60^\circ$  al NE la cual es considerada como una falla pequeña al bajo de la falla principal, la que se considera que es la causante del problema estructural suscitado en el Barreno D-2.

En el Barreno D-1 a los 16 metros de profundidad se corta un tramo brechado y fracturado dentro de la secuencia de pizarras y cuarcitas alternadas con conglomerados, apreciándose algunos tramos cizallados producto de la falla en mención, misma que trae un área de influencia desde los 10 mts.

En el Barreno D-1 no causa mayores problemas, debido a que su inclinación fue de  $35^\circ$ , en cambio la inclinación de la falla conocida en el Nivel 2 es de  $59^\circ$  y la falla secundaria cortada en el salón de barrenación del Nivel 1' presenta un echado de  $60^\circ$ , por lo que el sondeo cortó un tanto oblicua a la falla.

Sin embargo, no sucedió lo mismo con el Barreno D-2, debido a que la inclinación a la que se programó fue de  $56^\circ$ ; debido a esta causa, al momento de que el sondeo llegó a la zona de influencia de la falla que empezó aproximadamente a los 25 metros de profundidad, se empezaron a sentir los pro--

blemas en la baja recuperación, poco avance de la barrenación y el desgaste excesivo de las brocas.

Estos problemas se hicieron más notorios a partir de los 28 metros, en donde se empezaron a tener mayores incidentes tanto en el desgaste de las brocas, como en el rompimiento de los barriles de perforación dejando en un tramo no mayor de 10 metros de perforación 3 brocas con sus respectivas rimas pegadas en el fondo del sondeo, las que pese a los múltiples esfuerzos que se realizaron para rescatarlas con equipo especial fue todo inútil, por lo que se tuvieron que despedazar con otras brocas apropiadas para tal fin y poder proseguir con la barrenación.

Finalmente se dedujo que si consideráramos estar sobre la falla o en su área de influencia, sería casi imposible traspasar esa barrera estructural, dada la inclinación de la falla  $60^\circ$  y la del barreno  $56^\circ$ , al cual habría que sumarle la deflexión que sufren a profundidad por el peso de la tubería, se interpreta que el barreno coincidió con el echado que lleva la falla secundaria (Ver figura 10).

Por las razones antes expuestas, se tomó la decisión de suspender el proyecto temporalmente, para hacer una nueva reinterpretación de toda la información existente y ver la opción de cambiar el ángulo de inclinación de un tercer barreno, o la de cambiar la planilla de barrenación a otra localidad.

ASIGNACION SAN JAVIER  
 BARRENACION DE DIAMANTE SOBRE LA MINA SAN JAVIER  
 BARRENO D - 2

SECCION LONGITUDINAL SOBRE EL BARRENO (RUMBO N80°E)

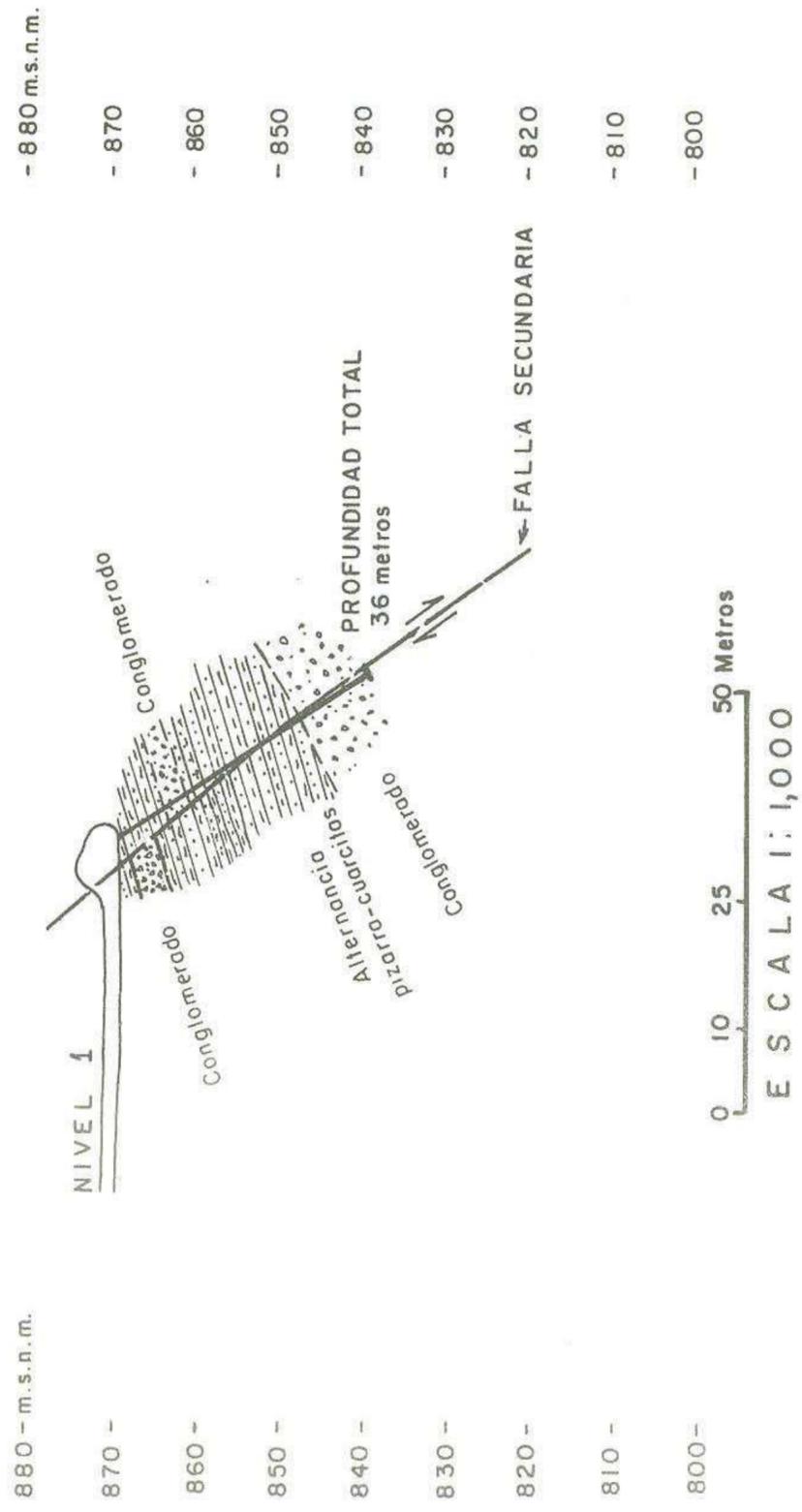


FIGURA 10

### c) Cálculo de Reservas

Tomando en consideración las condiciones tan peligrosas en que se encuentran los Niveles 1, 2 y 3, debido al sistema de minado que emplearon en sus trabajos los mineros antiguos y observando los grandes "comidos" y salones que se presentan en los Niveles antes mencionados, se considera que en el Nivel 1 a superficie, que comprende un desnivel de 80 metros topográficamente, no existen reservas mineras susceptibles de aprovecharse, pues fueron totalmente explotadas.

Sin embargo, del Nivel 1 hasta el Nivel 0 existe un bloque con un desnivel de 65 metros topográficamente, donde existe un volumen de reservas importantes que es factible de evaluarse. Si consideramos la persistencia a profundidad de los tres lentes mineralizados concordantes con la estratificación vistos en el Nivel 2, con un desarrollo a rumbo de 60 metros, una persistencia a profundidad en función de su echado de 90 metros, con un espesor promedio de un metro, para promediar el área de ensanchamiento con lo que se acuña en sus extremos y una densidad de 2.5 obtiene un volumen de 40,500 toneladas.

Ahora bien, tomando en cuentas las 2 vetas del tipo de relleno de fisura conocidas en el Nivel 2, con una longitud a rumbo de 80 metros que es lo que se considera como el máximo de su corrida, con una persistencia de 75 metros a profundidad en función de su echado, un metro de espesor en promedio y una densidad de 2.5 obtiene un volumen de 30,000 toneladas en las 2 estructuras, que sumadas a las reservas en los lentes nos daría un total de 70,500 toneladas con carácter de posible, con una ley media poco difícil de preci--

sar, pero que podría integrarse promediando las leyes que se obtuvieron sobre el muestreo en los lentes 1 y 2, que fue - donde se pudieron tomar el mayor número de muestras, sin involucrar las muestras aisladas de alta ley en plata; se tiene así que el promedio de muestreo sobre el lente 2 nos reportó 600 gr/ton de plata y el lente 1 una ley de 727.25 gr/ton de plata; el promedio de las dos sería de 663.5 gr/ton de plata y el oro no se manifiesta importante pero la ley an daría en 1.0 gr/ton aproximadamente.

#### d) Evaluación de Terreros y Jaleras

Existen terreros en casi todas las bocaminas de los niveles del distrito, pero únicamente le dimos importancia a aquéllos localizados en los niveles de desarrollo más importantes por donde se extrajo el mineral; para obtener la cu bación de los terreros del Nivel 1 y 2 en la mina San Javier, se realizó el levantamiento topográfico con brújula y cinta, llevando a cabo una po ligoal sobre los mismos y así dibujar sus respectivas configuraciones, auxiliándonos para el ca lculo del volumen con secciones transversales (Ver Figuras 11 y 12).

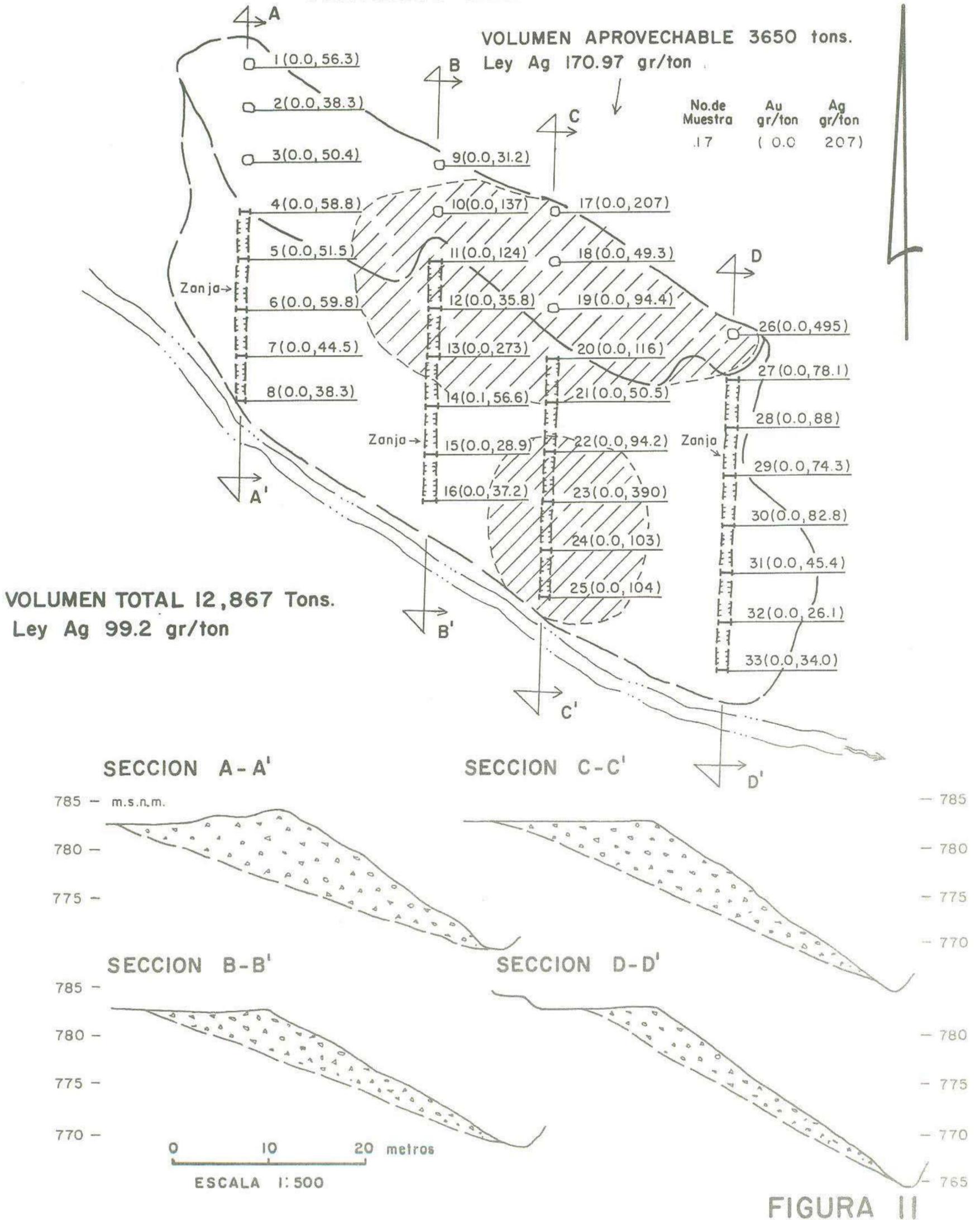
Las fórmulas empleadas para los cálculos fueron las siguientes:

$$\text{Volumen Parcial} = \frac{\text{Suma de ambas áreas}}{2} \times \text{distancia media}$$

$$\text{Volumen Total} = \text{Suma de los volúmenes parciales}$$

A continuación se desglosa el volumen de terreros - estimados en el área de San Javier, separando el que podría - aprovecharse de existir una planta de beneficio cercana.

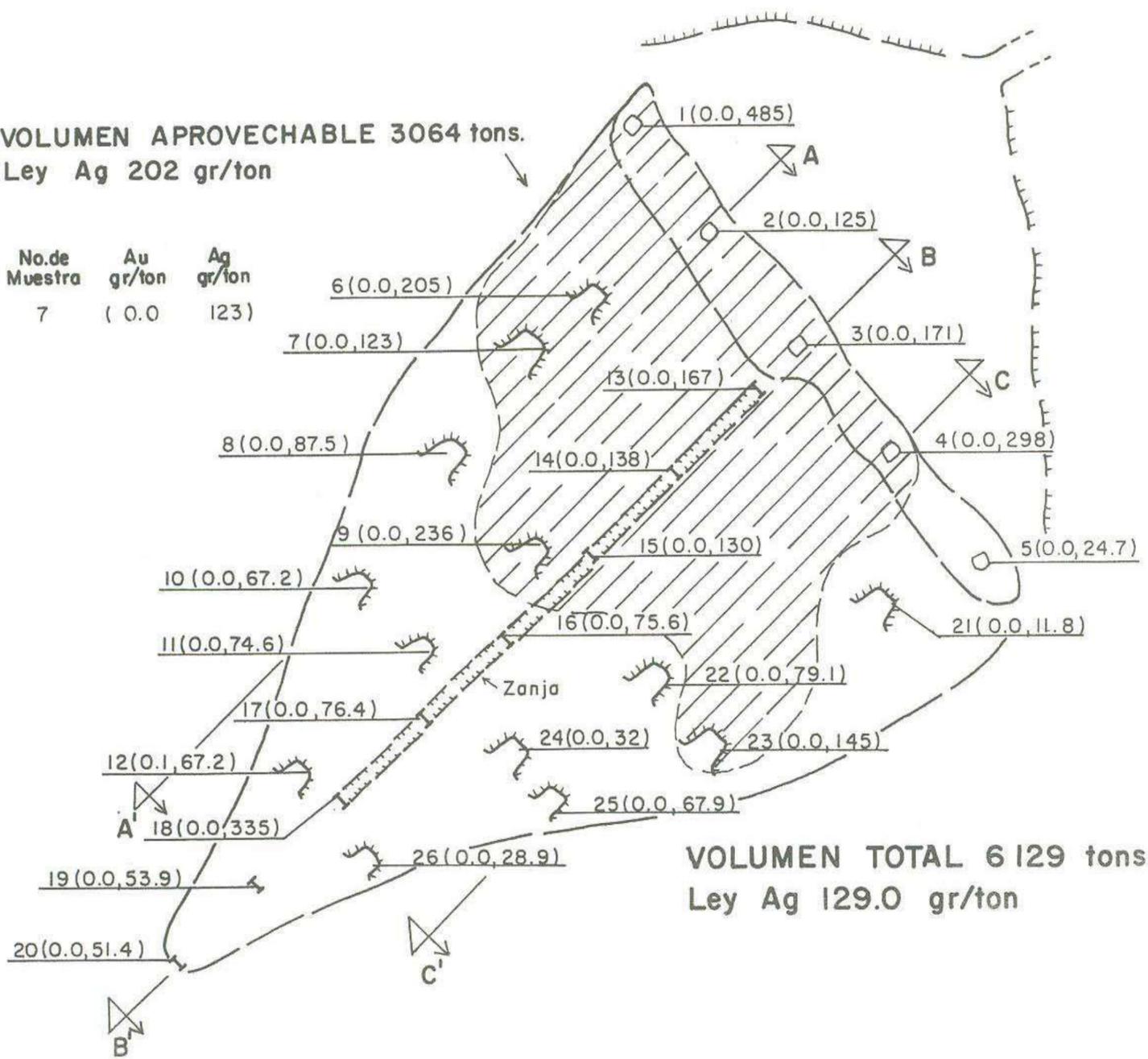
**ASIGNACION SAN JAVIER  
EVALUACION DE TERREROS EN LA MINA SAN JAVIER  
TERREROS DEL "NIVEL I"**



**ASIGNACION SAN JAVIER**  
**EVALUACION DE TERREROS EN LA MINA SAN JAVIER**  
**TERRERO DEL "NIVEL 2"**

**VOLUMEN APROVECHABLE 3064 tons.**  
**Ley Ag 202 gr/ton**

No.de Muestra	Au gr/ton	Ag gr/ton
7	(0.0)	123

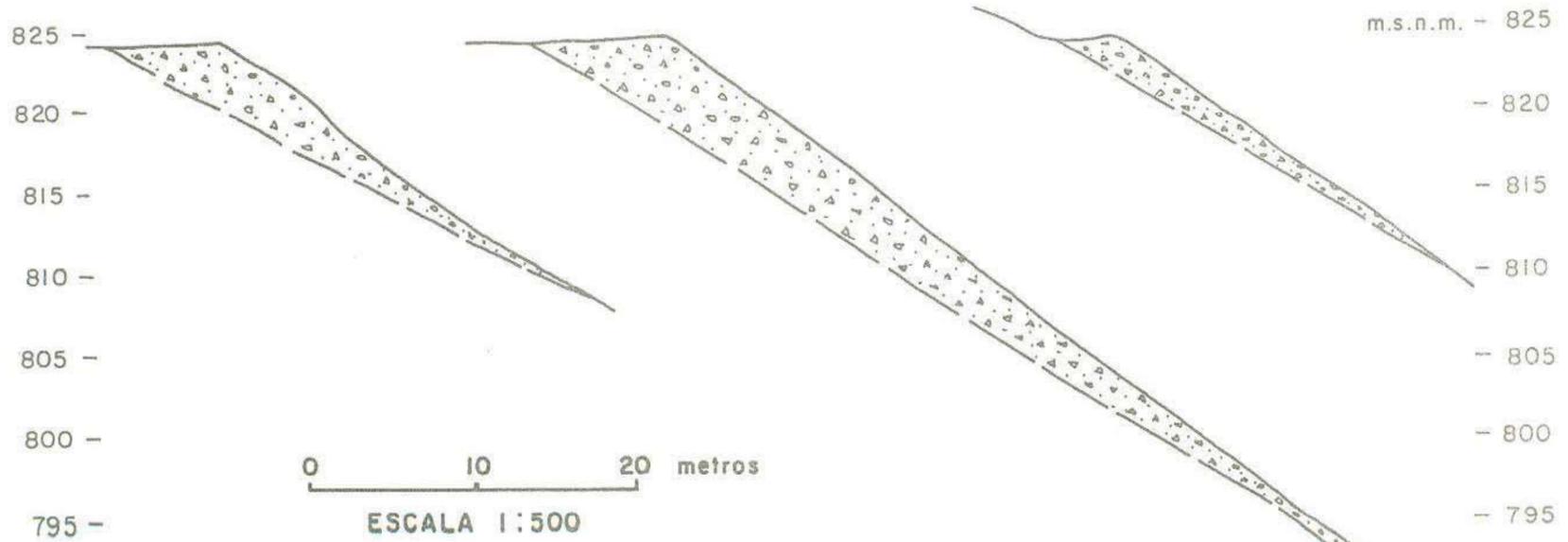


**VOLUMEN TOTAL 6129 tons.**  
**Ley Ag 129.0 gr/ton**

**SECCION A-A'**

**SECCION B-B'**

**SECCION C-C'**



**FIGURA 12**

	<u>Toneladas (Ag gr/ton)</u>		<u>Toneladas Ag (gr/ton)</u>	
	<u>Totales</u>		<u>Aprovechables</u>	
Terrero Nivel 1	12,867	99.2	3,650	170.97
Terrero Nivel 2	<u>6,129</u>	<u>129.0</u>	<u>3,064</u>	<u>202.00</u>
T O T A L E S	18,996	114.1	6,714	186.48

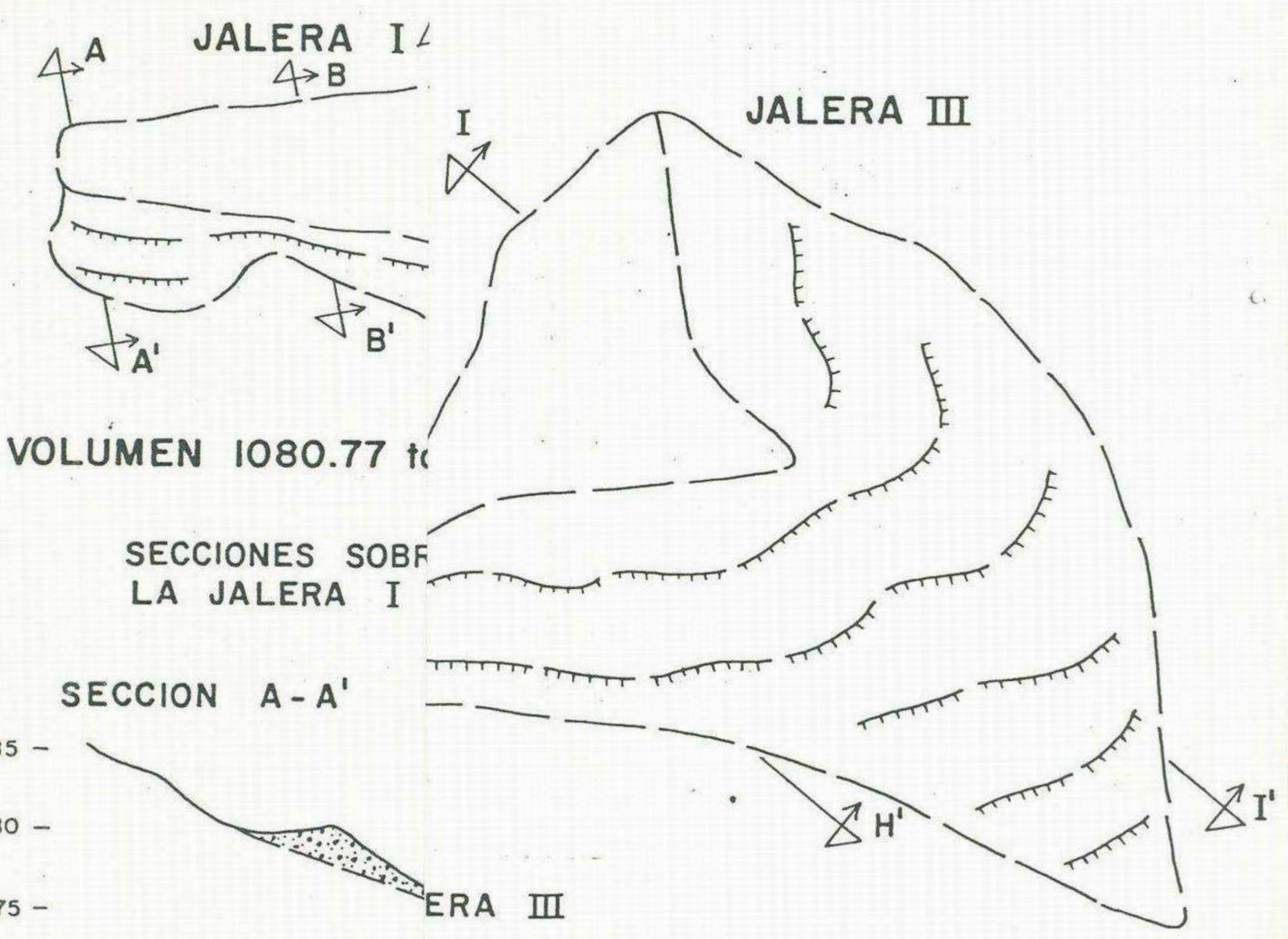
Para el cálculo del tonelaje de las jaleras existentes en la mina San Javier específicamente en donde quedan las ruinas de la antigua hacienda de beneficio (Ver figura 13), se siguió la misma metodología empleada para la evaluación de los terreros, levantando en primera instancia su poligonal para realizar su configuración y posteriormente levantar las secciones sobre las mismas para calcular sus áreas, obteniéndose un total de 8,335.25 toneladas con una ley media de 641.75 gr/ton de plata y 1.02 gr/ton de oro.

e) Programa de Exploración de Obra Minera y Barrenación

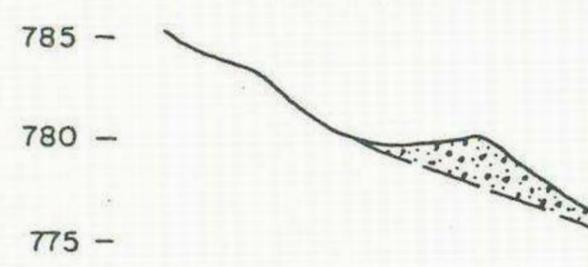
Tomando en consideración que la mineralización, está siendo controlada hacia la porción noreste por la falla principal, manifestada en los niveles 0, 1 y 2, se optó por desarrollar un programa de exploración mediante obra directa sobre el Nivel 1'.

Si consideramos a la falla principal como uno de los límites de la mineralización, podemos observar de que al momento de trasponer dicha estructura hacia el cuadrante Noreste a lo largo de la misma, empezamos a tener las manifestaciones de las estructuras con mineralización económica, situación que prevalece en los niveles 0, 1 y 2 principalmente, sobre el nivel 0, también se manifiesta en forma diagonal la falla principal conti---

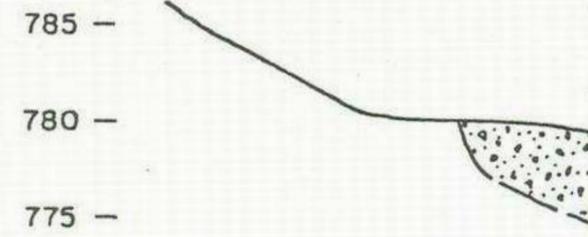
IER



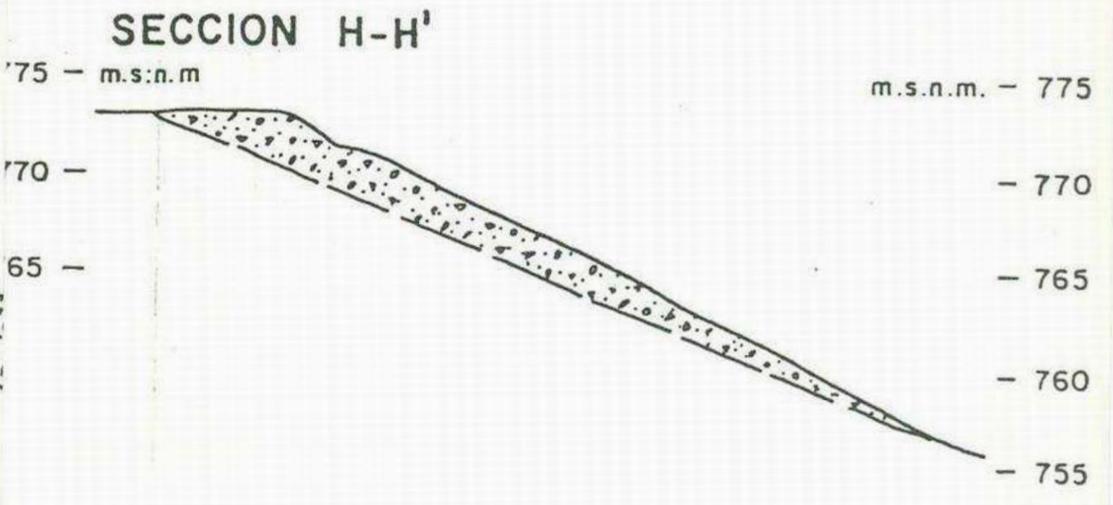
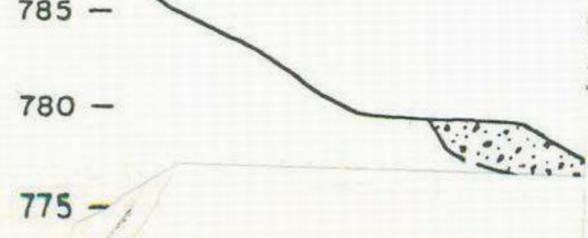
SECCION A-A'



SECCION B-B'



SECCION C-C'



nuando el desarrollo de este nivel 40 metros sobre esta estructura y en un contrapozo que explora una vetilla se obtuvo una muestra que reportó 1,050 gr/ton de plata. Posteriormente el nivel se desarrolla 60 metros más hasta su frente actual, dejándola en los límites de la falla principal llegando sólo a trasponer 5 metros de la misma.

Por lo que se refiere a la información obtenida del Nivel 1 se puede observar que los primeros 170 metros de la obra no reportan ningún tipo de mineralización económica, siendo a esta distancia del socavón donde empiezan a manifestarse hilillos y lentes con mineralización económica, precisamente 20 metros después de haber traspuesto a la zona de falla principal.

Sobre este nivel se continuó aproximadamente 100 metros más de cuele hacia el Noreste no encontrándose mayores indicios de mineralización económica, pues se aleja de la falla principal, la exploración no fue realizada hacia el lugar indicado o sea sobre los hilillos mineralizados que presentaban leyes más o menos aceptables y que se encuentran 10 metros adelante de la falla principal.

Sin embargo, de la información obtenida del Nivel 2, que es la obra que más datos nos proporcionó, se puede apreciar que los primeros 30 metros del nivel son estériles, empezándose a manifestar mineralización donde se corta la falla principal, después de ésta se pueden apreciar infinidad de labrados, los cuales se elaboraron sobre los tres lentes mineralizados concordantes con la estratificación, así como sobre las 2 estructuras de relleno de fisura.

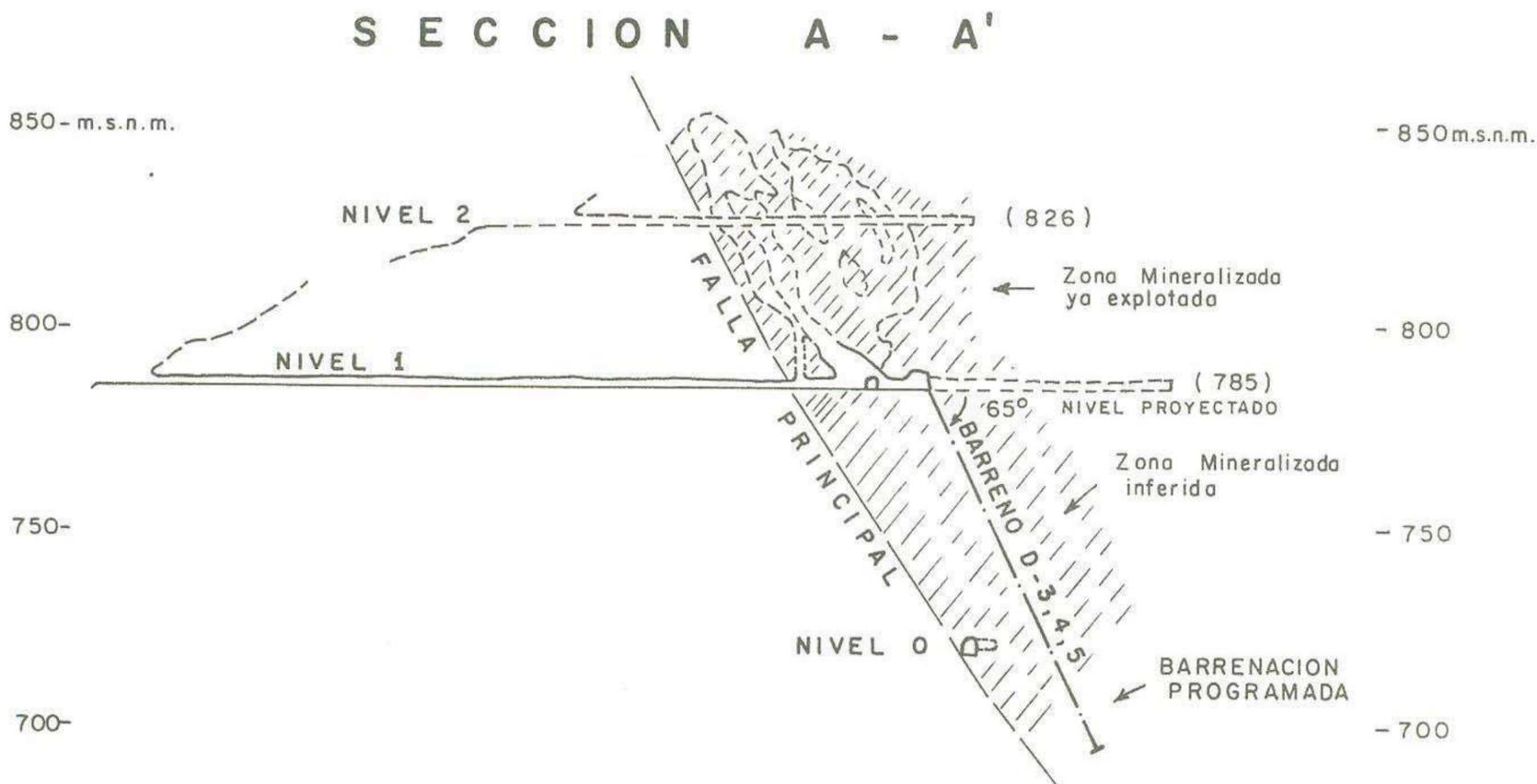
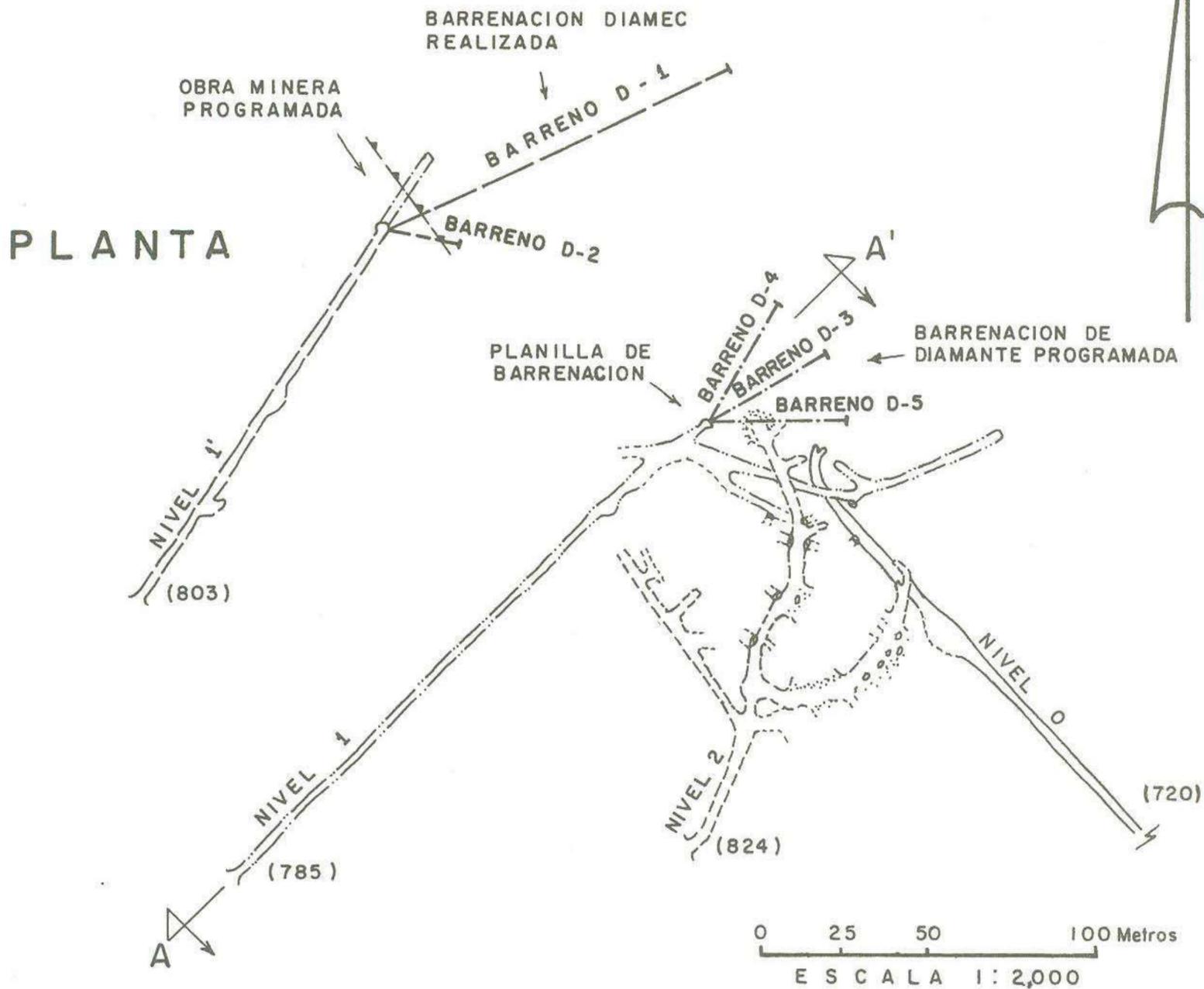
Como conclusión y tomando como base la hipótesis antes mencionada y a la información recabada de los niveles 0, 1 y 2; al respecto se elaboró un programa de exploración por medio de la obra directa sobre el nivel 1', la cual consiste en la continuidad de la obra hasta cortar y trasponer dicha estructura denominada falla principal, con la finalidad de comprobar si verdaderamente se está comportando como límite de la mineralización, para lo cual sólo restarían 10 metros más de cuele sobre la frente actual del nivel, para cortar tal estructura y conocer las posibilidades de esta porción de la mina, en donde el barreno Diamec 1 corta una estructura muy rica, mucho más cerca de este nivel que de los niveles 1 y 2 donde se explotaron las otras estructuras que de obtener resultados positivos, sobre el avance del proyecto se irían realizando los programas adecuados para la exploración (Ver figura No. 14).

#### Programa de Exploración con Barrenación de Diamante

En efecto, este nuevo programa fue basado principalmente en los datos obtenidos del comportamiento de las estructuras mineralizadas que son de poco desarrollo tanto a rumbo como a profundidad, además el de estar considerando a la falla principal como la estructura que nos limita la mineralización económica al NE de la misma, sobre el área de incidencia de San Javier y por último se tomaron muy en cuenta los problemas estructurales que se suscitaron durante la perforación del Barreno D-2.

Las características de los barrenos programados serán los siguientes:

# PROGRAMA DE EXPLORACION SOBRE LA MINA SAN JAVIER



**FIGURA 14**

No. de Barreno	Rumbo	Inclinación	Profundidad
D-3	N 60° E	65°	100 metros
D-4	N 30° E	65°	100 metros
D-5	Este	65°	100 metros

El objetivo esencial de estos barrenos, es el cortar la mayor cantidad de estructuras mineralizadas, todos ellos están programados para cubrir el área existente al NE de la falla principal, por eso la planilla de barrenación que se requiere estaría 50 metros adelante de la falla (Ver figura No. 14).

De tener éxito la barrenación con las orientaciones e inclinaciones establecidas estaríamos a 25 metros aproximadamente abajo del Nivel 0, además de que con los rumbos de los barrenos estaríamos explorando 50 metros lineales a la altura de este nivel por lo que se requeriría acondicionar dicho nivel y proseguir con obra directa desde su frente, hasta intersectar las estructuras mineralizadas para cubicar mineral.

### 3.2.- Zona de Incidencia "El Realito"

#### a) Obras mineras

Este cuerpo se localiza sobre la cumbre del Cerro del Realito 500 metros al Norte de la mina de San Javier, presentando tanto minados subterráneos como superficiales, desde la cota 1008.5 a 1070 m.s.n.m.

Esta zona está manifestada por numerosas obras de-

exploración que se pueden integrar en una superficie ovoidal cuyo eje mayor es de 230 metros y el eje menor es de 160 metros.

Sobre el área se llevó a cabo un programa de exploración, el cual consistió primeramente en el desatierre de las obras mineras para tener acceso, las cuales fueron: Nivel La Víbora, La Víbora 1, Geremías, Los Caídos y El Contacto. En este reconocimiento se logró definir la presencia de dos sistemas de estructuras vetas fallas y un sistema de lentes mineralizados concordantes a la estratificación. Posteriormente se llevó a cabo un programa de barrenación superficial con equipo Winkie, que nos permitió definir otras dos estructuras mineralizadas paralelas a la de la Víbora, ellas son: La Sorpresa y Vetilla Delgada.

A continuación se describirán las características principales de la mineralización en cada obra, que se aprecian en la lámina No. 4.

#### Nivel La Víbora (Cota 1008.5 m.s.n.m.)

En este nivel se manifiesta el principal sistema de mineralización en veta-falla, que fue explotado por los mineros antiguos y hemos denominado La Víbora, sobre el que se tienen las obras de mayor desarrollo a rumbo, del orden de 150 metros.

La estructura tiene un rumbo de NE 70° - 75° SW con un buzamiento que va de 47° a 75° al NW. Se tomaron un total de 11 muestras sobre la veta en los sitios en que fue-

posible, obteniéndose una ley media con 9 de ellas de 0.63 - gr/ton de oro y 398 gr/ton de plata, en un espesor de 0.78 - metros, eliminándose una muestra que nos reporta 2,340 gr/ - ton de plata y otra muy baja de 22.4 gr/ton de plata que debe haber sido sobre una vetilla secundaria.

También se tomó una muestra de un despunte sobre el terrero que nos reportó 1,072 gr/ton de plata.

En esta mina fue donde se realizó el programa de barrenación de diamante definiendo las otras dos estructuras - ya mencionadas, pero con intención de explorar sus posibili-dades por abajo de este nivel.

Nivel "La Víbora 1" (Cota 1034.65 m.s.n.m.)

Este nivel en su bocamina presenta una estructura - veta-falla de rumbo E-W y 76° de inclinación al Norte, sobre la cual se fue desarrollando la explotación. Debido al mal - estado en que se encuentra actualmente, fue imposible llegar hasta su frente y poder llevar a cabo su muestreo, por lo - que se desconocen los valores de oro y plata en este nivel - (Ver lámina No. 3).

Nivel "El Contacto" (Cota 1019.04 m.s.n.m.)

En este nivel se manifiesta un sistema de falla de - rumbo general NW 32° - 35° SE con un buzamiento que varía de 45° a 54° al NE y en el cual al parecer está limitando la mineralización (?) al SW de la zona no se obtuvo ninguna mues- tra puesto que no se apreció con claridad ninguna estructura (Ver lámina No. 3).

Nivel "Geremías" (Cota 1041.86 m.s.n.m.)

Sobre esta obra se hace evidente el sistema de lentes concordantes con la estratificación. El nivel consta de un lente que varía de 20 a 80 centímetros de espesor, de rumbo variable NW-SE y echado de 23° a 33° al SW. Se obtuvieron un total de 5 muestras representativas tomadas en los lugares donde la estructura era más clara, obteniendo una ley media de 0.37 gr/ton de oro y 513.32 gr/ton de plata con un espesor de 0.54 metros (Ver Lámina No. 3).

b) Barrenación

En el programa original de exploración sobre esta mina se tenían programados solamente tres barrenos de diamante, desde superficie para tratar de verificar la persistencia de las estructuras mineralizadas a profundidad, pero dado el éxito de los tres primeros barrenos, se optó por ampliar el programa a tres barrenos más; una vez definido el comportamiento de las estructuras en el Nivel La Víbora, que es el que presenta mayor desarrollo en sus minados en esta área, y comparándola con las características de las estructuras en la mina de San Javier, se están considerando del mismo origen.

Se construyó una planilla de barrenación 30 metros al Norte del Nivel La Víbora, sobre la que se programaron los tres barrenos iniciales en abanico: Los barrenos W-A programados verticalmente y el Barreno W-B con rumbo Este franco y 62° de inclinación, nos aportaron resultados positivos pues en su descripción litológica se observa el corte de

tres estructuras; no siendo así con el Barreno W-C, con rumbo - Oeste franco y 50° de inclinación, el cual se fue solamente sobre el intrusivo ultramáfico, cortando únicamente una de las es tructuras mineralizadas.

Analizando estos resultados preliminares se programó - la segunda planilla separada 50 metros al Noroeste de la primera y alejada 60 metros al Norte del Nivel La Víbora, para definir la continuidad a rumbo de las estructuras mineralizadas, en ella se programó el Barreno W-D vertical, para ver la persisten cia de las mismas estructuras al Oeste, dándonos resultados positivos, ya que se cortan nuevamente las tres estructuras mineralizadas, aunque las dos primeras con espesores muy reducidos.

El Barreno W-E con rumbo Este franco y 55° de inclinación realizado también sobre esta segunda planilla, se llevó a cabo para verificar la existencia de algún proceso estructural (falla o pliegue) por lo cual el Barreno W-C no llegó a cortar a las tres estructuras, sino únicamente una y el porque ni siquiera logró salir del intrusivo ultramáfico. Este sondeo W-E - atraviesa totalmente el intrusivo ultramáfico, para volver a - cortar la secuencia sedimentaria y penetrar en el basamento del intrusivo granítico.

Finalmente se programó la tercer planilla localizada a 45 metros más al Noroeste de la segunda planilla, desde donde - se perforó el Barreno W-F con la finalidad principal de seguir - en busca de la traza de las estructuras a rumbo, no obteniéndose resultados positivos.

Haciendo un análisis de los resultados obtenidos de la

barrenación sobre el área de la mina "El Realito", nos damos cuenta de que de los 6 barrenos programados, 3 de ellos nos dieron información positiva de todas las estructuras cortadas a profundidad siendo estos barrenos W-A, W-B y W-D otros dos barrenos nos cortan únicamente algunas de las estructuras, pero muy estranguladas como es el caso de los barrenos W-C y W-E y el Barreno W-F no nos da información de interés.

Ahora bien, basándonos en la aportación de los datos de los barrenos antes mencionados, podemos corroborar la hipótesis acerca del origen de la formación del yacimiento, la cual fue descrita en el capítulo correspondiente, manifestando que se trata de estructuras que no tienen gran continuidad a rumbo y que se adelgazan y angostan caprichosamente, pero con leyes muy ricas en mineral de plata.

#### c) Cálculo de Reservas

Tomando como base el desarrollo de la obra minera sobre el nivel La Víbora y a los resultados obtenidos en la barrenación de diamante con el equipo Winkie, sobre el sistema de vetas paralelas a la veta La Víbora, se realizó un cálculo de reservas inferidas por la barrenación, que se llegaría a cubicar con el programa de exploración mediante obra minera que se recomienda en el siguiente capítulo.

En efecto, viendo los resultados obtenidos con los barrenos que cortaron las estructuras, se definen tres vetas con buena continuidad, la primera que denominamos "Vetilla Delgada" varía de 10 a 15 centímetros de espesor, no la involucramos en el cálculo de reservas: en cambio las otras dos estructuras de nominadas "Veta La Sorpresa y Veta La Víbora", si se llevó a -

cabo un cálculo de tonelaje para cada una de ellas por separado, ya que en el levantamiento geológico del nivel La Víbora, se observa que únicamente se explotó una de las estructuras - pues no llegaron a conocer la "Veta La Sorpresa".

Sobre la "Veta La Sorpresa" le consideramos una persistencia de la estructura mineralizada de 130 metros a rumbo, que sería la misma continuidad que tuvo la "Veta La Víbora" ya explotada, una altura de 80 metros en el extremo de su cúspide para el bloque A, que sería del nivel La Víbora hasta superficie considerando un área triangular, con un espesor de 1.08 metros y una densidad del mineral de 2.5 nos reporta un tonelaje de 14,000 toneladas, para el bloque "B" se tuvo que considerar un área rectangular con 130 metros de largo 65 metros de persistencia a profundidad según la información más profunda del corte de los barrenos, un espesor de 1.08 metros y una densidad del mineral de 2.5, nos produce un tonelaje de 22,815 toneladas las que sumadas al bloque "A" nos hacen un total de - 36,855 toneladas (Ver figura 15).

Para el cálculo de la ley media sobre la "Veta La Sorpresa" se tomaron en cuenta exclusivamente los valores reportados por las muestras obtenidas en el corte de los barrenos, - así como el espesor cortado en los mismos; sin embargo, creemos que estos valores son muy esporádicos para considerarse en una evaluación de esta naturaleza, por tratarse sólo de dos valores aislados, pero debido a la falta de datos sobre esta estructura, se juzgó necesario tomarlos en consideración; así se tiene que para la "Veta La Sorpresa" la ley media se interpreta que debe ser de 2.36 gr/ton de oro, 689.5 gr/ton de plata, - en un espesor promedio de 1.08 mts.

ASIGNACION SAN JAVIER  
 EVALUACION DE RESERVAS EN LA MINA EL REALITO  
 "VETA LA SORPRESA"

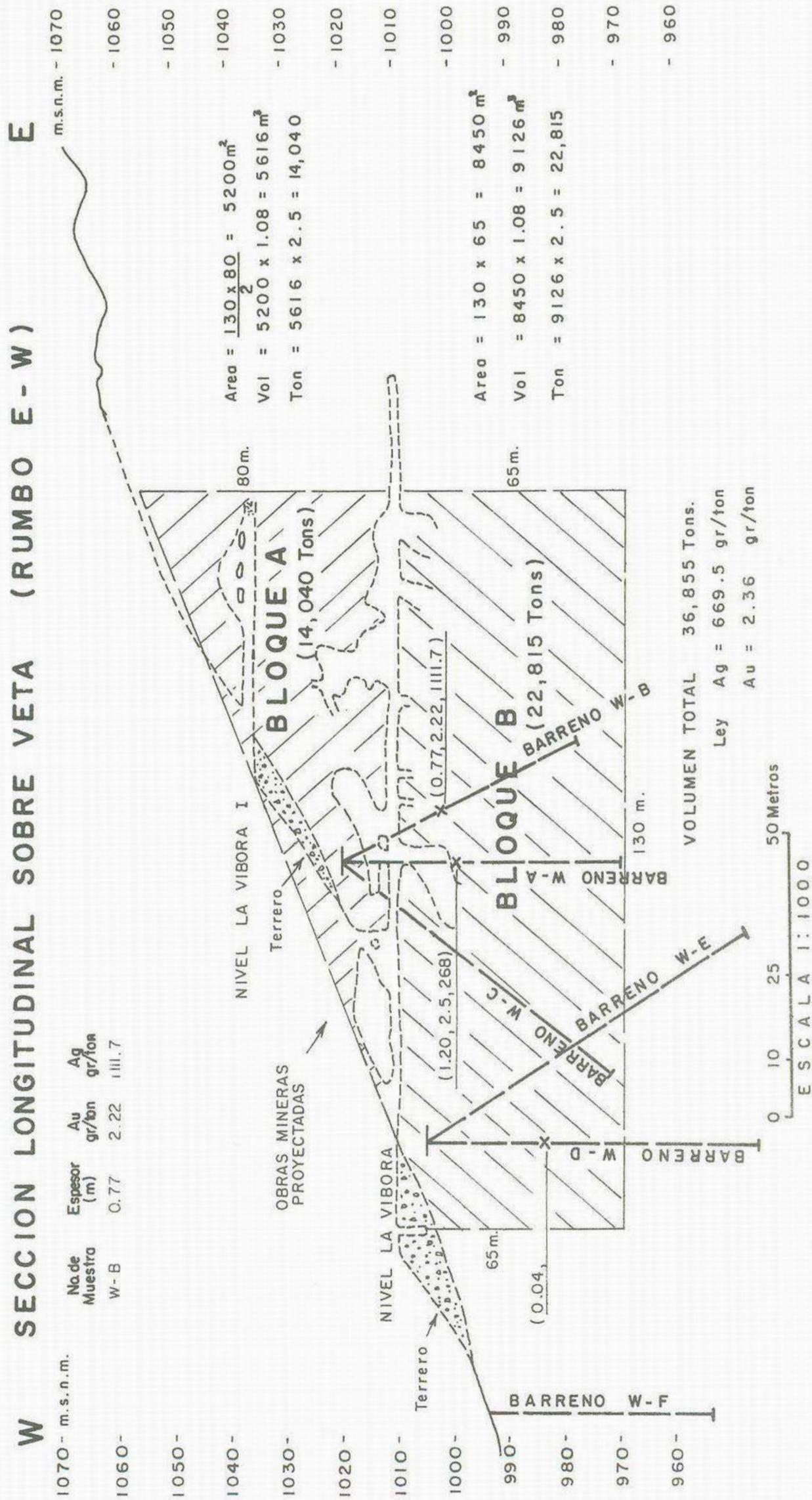


FIGURA 15

Para el cálculo del tonelaje sobre la "Veta La Víbora" únicamente se considera que existe mineral del piso del nivel hacia abajo, pues la parte superior se interpreta que ya fue totalmente explotada (Ver figura No. 16).

Considerando un bloque con dimensiones rectangulares de 130 metros de longitud que fue lo que se minó hacia arriba, persistencia a profundidad de 65 metros, un promedio de 0.78 metros y una densidad del mineral de 2.5, obtendríamos 16,477 toneladas con una ley media esperada de 561 gr/ton de plata y 2 gr/ton de oro que es el promedio de las muestras en los tres barrenos que cortan la veta a profundidad.

Sumando las toneladas calculadas para la "Veta La Sorpresa" y las calculadas para la "Veta La Víbora", obtendríamos un gran total de 53,332 toneladas inferidas por barrenación con una ley media de 625.25 gr/ton de plata y 2.18 gr/ton de oro.

#### d) Evaluación de Terreros

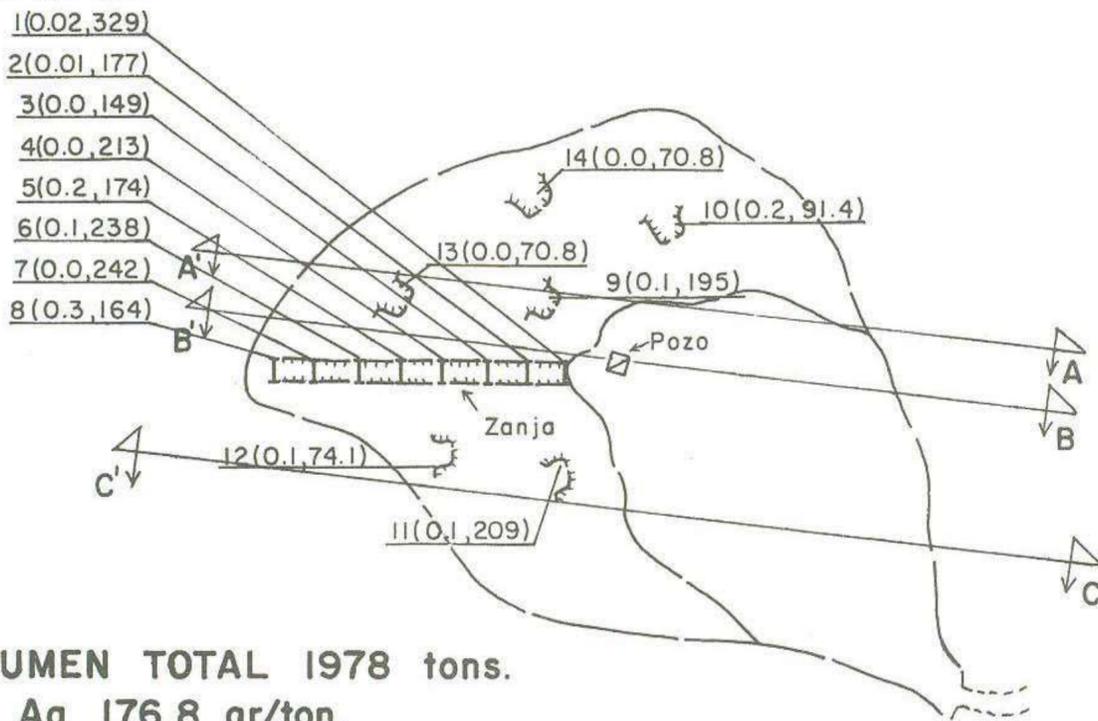
Sobre la mina "El Realito", sólo existe un terrero sobre el nivel "La Víbora" que podría considerarse de importancia para obtener su cubicación, misma que se realizó en base al método utilizado, sobre los terreros ubicados en la mina San Javier, (Figura 17).

Para el cálculo del volumen se utilizaron las mismas fórmulas anteriormente empleadas, desglosando el volumen del terrero que podría aprovecharse de existir una planta de beneficio cercana.



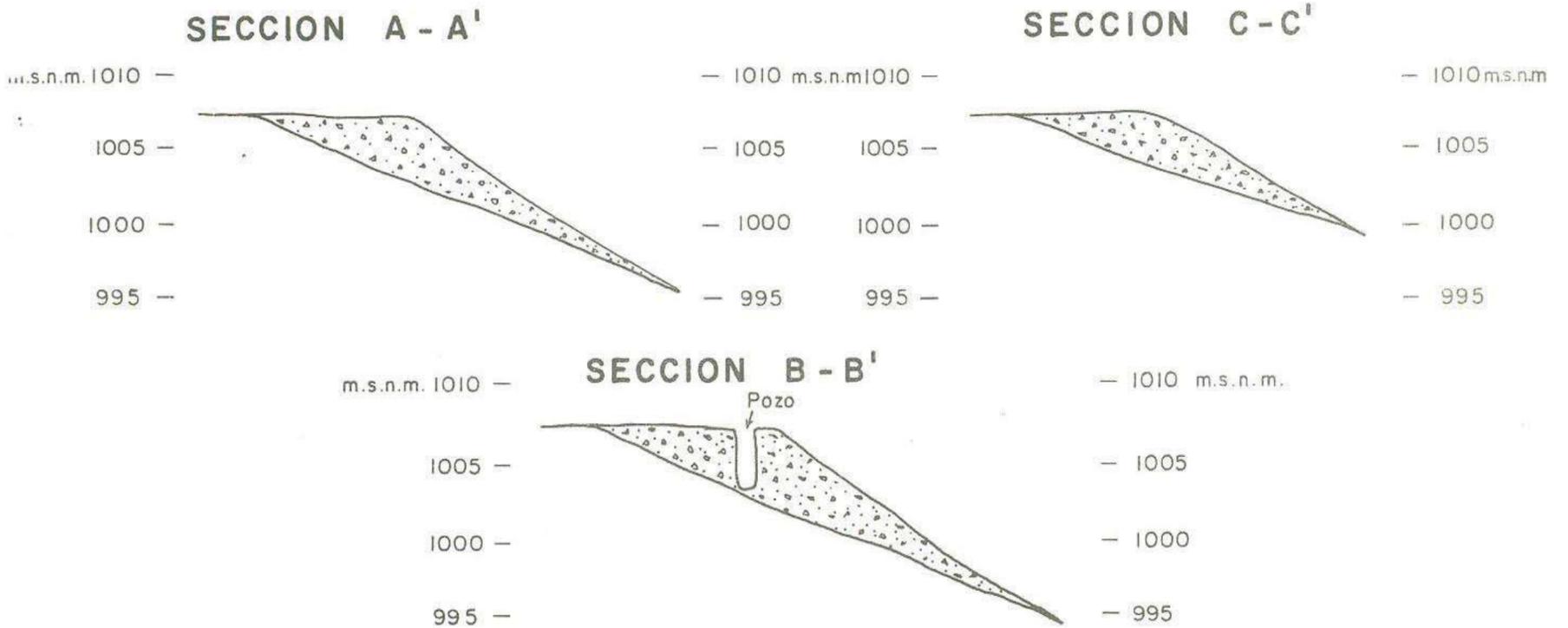
**ASIGNACION SAN JAVIER**  
**EVALUACION DE TERREROS EN LA MINA EL REALITO**  
**TERRERO NIVEL "LA VIBORA"**

No. de muestra	Au gr/ton	Ag gr/ton
1	0.02	329
2	0.01	177
3	0.0	149
4	0.0	213
5	0.2	174
6	0.1	238
7	0.0	242
8	0.3	164
9	0.1	195
10	0.2	91.4
11	0.1	209
12	0.1	74.1
13	0.0	70.8
14	0.0	70.8



**VOLUMEN TOTAL 1978 tons.**  
**Ley Ag 176.8 gr/ton.**

0    5    10    20 mts.  
**ESCALA 1:500**



**FIGURA 17**

	<u>Toneladas (Ag gr/ton)</u>		<u>Toneladas Ag gr/ton)</u>	
	<u>Totales</u>		<u>Aprovechables</u>	
Terrero Nivel La Víbora	1,978	176.8	1,978	176.8

e) Programa de Exploración de Obra Minera

Debido a los resultados obtenidos a la barrenación superficial con equipo "Winkie" efectuada sobre el sistema de vetas de la mina La Víbora, se llegó a la conclusión de realizar un programa de exploración por obra directa para cubicar las reservas inferidas con la barrenación de diamante.

La programación de la obra directa consiste de un socavón de acceso que partirá del Arroyo El Realito localizado a una cota de 967 m.s.n.m., aproximadamente, la misma elevación a la que se obtuvo la información más profunda de los barrenos; tendrá un desarrollo total de 238 metros, con los 105 metros iniciales labrados sobre roca estéril, hasta llegar al área de influencia de la veta La Víbora, una vez dentro de las estructuras mineralizadas se colará un contrapozo a superficie para ventilación y cubicación de mineral que contará con un desarrollo estimado de 60 metros (Ver figura No. 18).

Posteriormente se seguirá el socavón a rumbo de veta a lo largo de 138 metros restantes, hasta definir la dimensión total del clavo; a la altura de los 170 metros se tiene programado otro contrapozo que comunique con los minados del nivel La Víbora, mismo que servirá para bloqueo de mineral y ventilación, éste tendrá un desarrollo estimado de 45 metros.

Junto con la evaluación del bloque correspondiente a la veta La Víbora, se procederá a realizar los trabajos de ex-

ASIGNACION SAN JAVIER  
 EXPLORACION CON OBRA DIRECTA SOBRE LA MINA EL REALITO

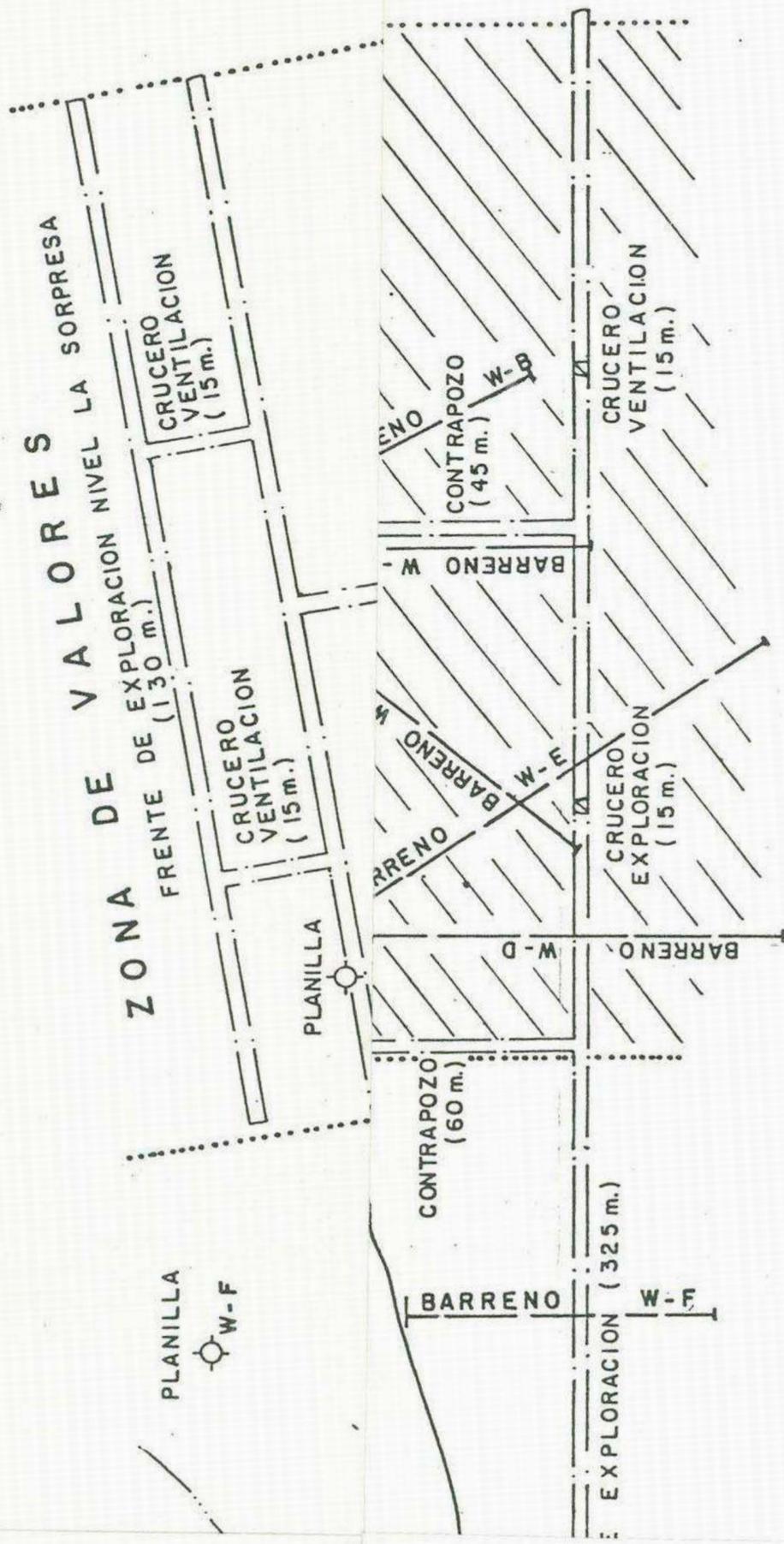


FIGURA 18

ploración sobre la veta La Sorpresa, para lo cual a los 135 metros aproximadamente de la entrada del socavón principal, se desarrollará un crucero a la izquierda con una longitud estimada de 15 metros, hasta intersectar la estructura y desarrollar frentes a rumbo de la misma, para definir sus dimensiones, que se estima será de 130 metros, la misma longitud que la veta La Víbora. Será necesario otro crucero de 15 metros más adelante para lograr la ventilación en estas frentes.

Concluyendo con el programa de exploración, se necesitan realizar 500 metros de cuele entre socavones y contrapozos, de los cuales 130 metros será sobre roca estéril y 370 metros sobre veta todo esto con la finalidad de cubicar 53,332 toneladas con una ley media de 525.25 gr/ton de plata y 2.18 gr/ton de oro.

### 3.3.- Zona de Incidencia "La Cacachila"

Está ubicada en el extremo Noreste del área de estudio (Ver Lámina No. 3) la orientación de las obras tiene una forma alargada de rumbo NW-SE, cuyo eje mayor es de 150 metros y su ancho es de 45 metros, las obras que la componen son pequeñas catas de hasta 8 metros de diámetro y 2 metros de profundidad; en el extremo de esta zona, se tiene un pozo inclinado de 8 metros de profundidad que no tiene acceso por encontrarse las paredes del mismo muy inseguras, además también se tienen varios rebajes a lo largo de 60 metros sobre la falda del cerro. Debido a que las obras antes mencionadas se encuentran inaccesibles no fue posible observar fallas o fracturas mineralizadas, únicamente oxidaciones color rojizo y amarillo, sin embargo, las condiciones geológicas de esta

zona, son similares a las zonas anteriores, pues se trata de pizarras-cuarcitas en contacto con el intrusivo granítico - (?).

#### 3.4.- Zona de Incidencia "La Prieta"

Esta zona está ubicada hacia la porción centro-oriental del área de estudio y al igual que las anteriores en un ambiente geológico de pizarras-cuarcitas en contacto con el intrusivo granítico (?) (Ver lámina No. 3).

El área que encierra estas obras es alargada de rumbo E-W con 95 metros de largo y 30 metros de ancho, las obras con las que cuenta son: un pozo inclinado inaccesible con 5 metros de profundidad hasta donde se pudo penetrar, labrado a rumbo de la estructura, sobre un reliz de falla de rumbo  $17^\circ$  con un buzamiento de  $67^\circ$  al NE. Además se tienen 3 fallas paralelas a ésta, que muestran un escalonamiento de las pizarras-cuarcitas. Un metro arriba de la obra anterior se tiene un nivel de 4 metros de longitud labrado al bajo de las mismas fallas antes mencionadas, otra de las obras es una zanja de rumbo NE  $45^\circ$  SW de 12 metros de longitud por 2 metros de ancho y 1.50 metros de profundidad, que corta a las pizarras-cuarcitas en forma diagonal y la última obra ubicada al Oriente de esta zona, es un rebaje de 12 x 6 metros de sección y una profundidad de 2.50 metros. Dentro de estas obras, la mineralización consiste de pirita diseminada dentro de las pizarras-cuarcitas, las que a su vez presentan silicificación moderada.

#### 3.5.- Mineralogía y Alteraciones

En el distrito argentífero Real de San Javier existe

una variedad de minerales, muchos de los cuales se presentan en forma cristalina, revistiendo el interior de pequeñas cavidades formadas dentro de las vetas y de los cuerpos en forma de lentes concordantes a la estratificación, pero los minerales económicamente costeados que se presentan son oro y plata.

A continuación se dará una descripción de la mineralogía de la zona, con la observación de que no se ha realizado ningún estudio minerográfico de las vetas, por lo que podrían pasar algunos minerales desapercibidos.

### 3.5.1.- Mineralogía

#### EN FORMA LIBRE

ORO (Au).- Isométrico hexoctahédrico, cantidades pequeñas de oro se presentan probablemente en diminutas inclusiones dentro del cuarzo, en la pirita o en forma libre, es un mineral relativamente abundante en algunas estructuras.

#### SULFUROS

GALENA (PbS).- Isométrico hexoctahédrico, se presenta invariablemente en todas las estructuras, tanto vetas como lentes, se presenta en forma de cristales medianos esporádicos a lo largo de la superficie mineralizada, se haya asociada generalmente con la pirita, esfalerita y sulfosales de plata (?). La variedad argentífera de la galena llamada "punta de aguja" es común en la mayoría de las estructuras del depósito.

ESFALERITA (ZnS).- Isométrico hexaquistetraédrica, se presenta en la mayoría de las estructuras mineralizadas - asociadas a la galena, presenta un color amielado.

PIRITA (FeS<sub>2</sub>).- Isométrico diplohédrica, generalmente se presenta en cristales y es el más abundante de los minerales metálicos, se presenta en granos diseminados y a menudo cristaliza en cubos, posiblemente se haya precipitado temprano en la secuencia del depósito y haya sido el primero de los minerales en formarse. Se encuentra en todas las estructuras - y diseminado en gran parte de las rocas aflorantes en el área.

ARSENOPIRITA (Fe As S).- Ortorrómica, se encuentra principalmente en granos diseminados y en masas cristalinas - de grano fino a grueso. Está asociada a la pirita, esfalerita y galena.

CALCOPIRITA (?) (CuFeS<sub>2</sub>).- Tetragonal pseudotetraédrica, se presenta en cantidades pequeñas en diseminaciones - finas, se encuentra distribuida en poca cantidad en la mayoría de las estructuras.

ARGENTITA (?) (Ag<sub>2</sub>S).- Cristaliza en el sistema cúbico, posiblemente los altos valores de la plata provengan de este sulfuro, aunque no se haya visto megascópicamente.

### 3.5.2.- Alteraciones

Las alteraciones en el área son específicamente de origen hidrotermal, consistentes en silicificación, oxidación y propilitización principalmente, así como serpentización.

La silicificación se manifiesta a lo largo de las estructuras mineralizadas afectando a la roca encajonante mismas que presentan alta dureza.

La oxidación superficialmente no es muy notoria, ésta más bien se manifiesta en el interior de las obras mineras producto de la alteración de los sulfuros de fierro ahí presentes, apreciándose en algunos tramos efectos de la lixiviación presentándose óxidos de fierro (limonita, hematita).

La propilitización está representada por calcita, clorita y piritita.

La serpentización también está presente en el área de estudio, específicamente en los afloramientos de las rocas ultramáficas.

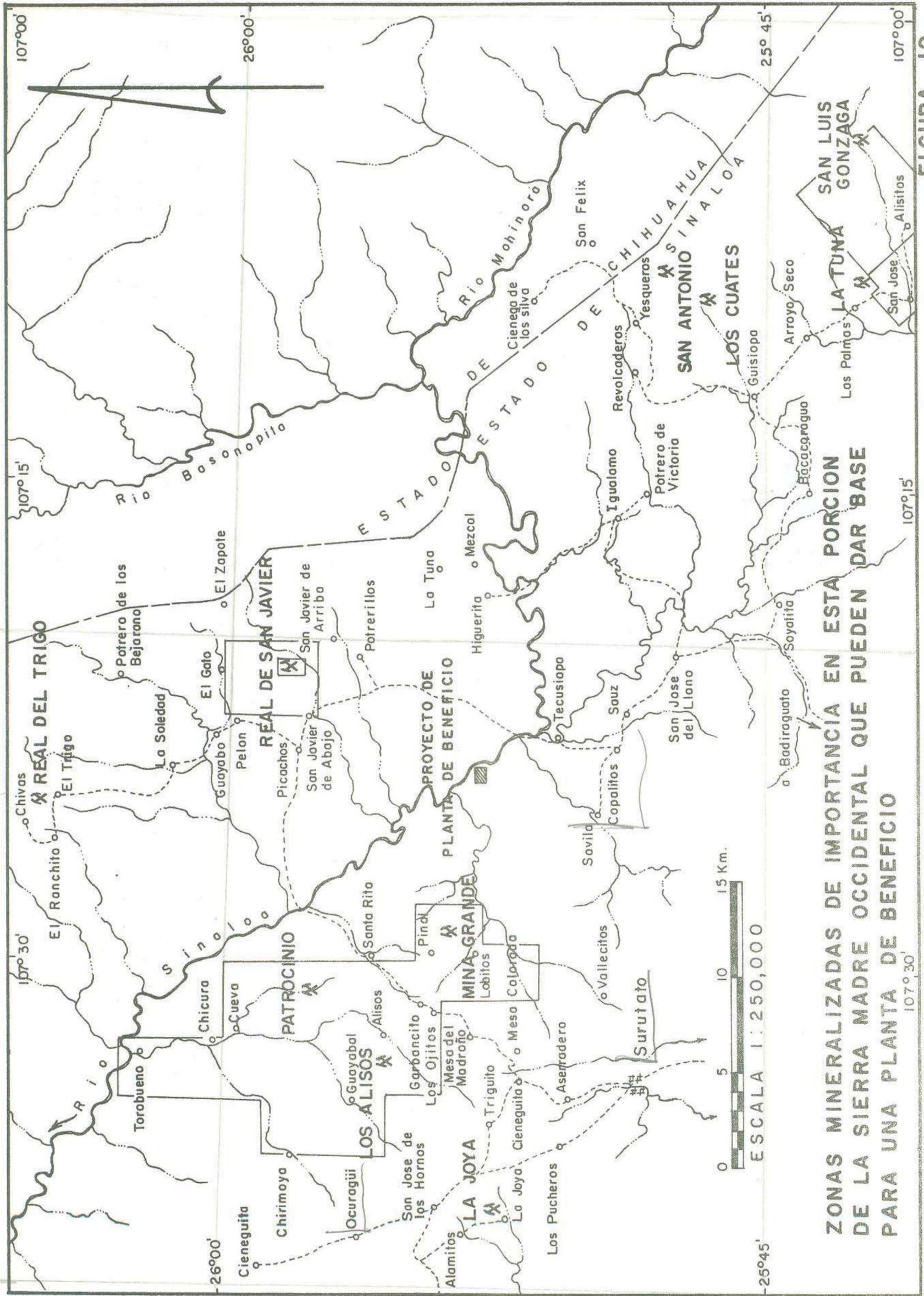
## VI.- COMENTARIOS A LA VIABILIDAD ECONOMICA DEL PROYECTO

La continuidad de los trabajos de exploración sobre este proyecto depende en gran parte del análisis económico - de las posibilidades con que cuentan las otras zonas mineralizadas de esta porción de la Sierra, como son: Real de El Trigo, San Luis Gonzaga, La Tuna, Los Cuates, San Antonio y las minas que actualmente exploramos en la Asignación Sierra de Surutato (Ver figura No. 19).

En muchas de estas localidades ya se tienen trabajos de reconocimiento de semidetalle, en otras únicamente visitas preliminares en la zona de San Javier y Sierra de Surutato donde actualmente se realizan trabajos de exploración - con obra directa que han llegado a cubicar un determinado volumen de reservas, pero que aún no se tiene el volumen necesario para justificar la instalación de una planta cerca de las minas.

Todas estas localidades se encuentran en porciones muy escabrosas dentro de la Sierra, algunas de ellas cuentan con camino de acceso para vehículo y otras no, pero su lejanía a la planta de beneficio más cercana, que es la que se encuentra en la cabecera Municipal de Badiraguato, propiedad de C.F.M., resulta incosteable la movilización del mineral - proveniente de cualquiera de estas zonas mineras, a pesar de que se cuenta con leyes del mineral bastante ricas, como es el caso de San Javier, donde tenemos una ley media de 644.37 gr/ton de plata y 1.59 gr/ton de oro, pero el costo de los fletes nos impide movilizar este mineral.

La continuidad de la exploración en este proyecto,-



ZONAS MINERALIZADAS DE IMPORTANCIA EN ESTA PORCION DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL QUE PUEDEN DAR BASE PARA UNA PLANTA DE BENEFICIO

FIGURA 19

124407

así como en los que antes mencionamos, depende de que los trabajos deben contemplarse como un "proyecto de tipo integral que dé base para la instalación de una planta de beneficio dentro de su área de influencia" o de lo contrario - nuestras exploraciones no tendrán un objetivo económico re-dituable.

La ubicación de la planta podría estar a orillas - del Río Sinaloa (por las necesidades de agua), sobre la mar- gen izquierda para garantizar el suministro de materiales, - aunque se tendría que implementar un sistema de transporte - a base de canastilla durante la época de avenidas del río, - para dar servicio a los minerales provenientes de la otra - margen.

La distancia existente entre el área de las minas - de San Javier al proyecto de planta es de 12 kilómetros en - línea recta, la de Real del Trigo 23 kilómetros, la zona de - minas de Surutato varía de 10 a 15 kilómetros y la zona más - retirada serían las minas cercanas a Revolcaderos con 28 - kilómetros y el mineral de San Luis Gonzaga con 38 kilóme-- tros.

Conviene mencionar también que el proyecto de ca-- rretera de "gran visión" que unirá la población de Badira-- guato, Sinaloa con Parral, Chihuahua, continúa su desarro-- llo y beneficiará las zonas mineras cercanas a San Luis Gon- zaga, pues su trazo se acerca más a aquellas porciones, por lo que la zona de San Javier, El Trigo y Surutato, serán me- nos favorecidas en cuanto a vías de comunicación se refiere, razón por la cual debe de contemplarse el desarrollo de es- te programa integral.

## VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VII.1.- Conclusiones

- 1.- El área se encuentra localizada en la porción Nor-Oriental del Estado de Sinaloa cerca de los límites con el Estado de Chihuahua.
- 2.- El basamento está constituido por una secuencia de tipo sedimentario metamorfozado constituido por pizarras, cuarcita, areniscas, conglomerados, calizas y margas a la cual se le asigna una edad Paleozoica (?) por correlación con secuencias semejantes regionalmente.
- 3.- Esta unidad se encuentra intrusionada por un "stock" granodiorítico de posible edad Cretácico Superior-Eoceno Medio considerado como el causante de la mineralización y en forma casi simultánea, se emplaza un magma de composición ultramáfica.
- 4.- Cubriendo a las unidades antes mencionadas en discordancia se presentan una serie de derrames andesíticos y posteriormente una serie de tobas o ignimbritas y derrames riolíticos del Terciario Inferior.
- 5.- El origen de los depósitos minerales es hidrotermal-epitermal, formado por aguas calientes ascendentes relacionadas con la actividad ígnea mismas que fueron introducidas en fracturas preexistentes y depositadas por procesos químicos que originaron las menas auro-argentíferas.

- 6.- Las estructuras mineralizadas fueron ocasionadas por una serie de esfuerzos compresionales sobre la secuencia sedimentaria provocando plegamientos y rompimiento de sus ejes y cizallamientos entre los estratos mismos que fueron rellenados por las soluciones mineralizantes, formando ensanchamientos y adelgazamientos de acuerdo al comportamiento de los plegamientos.
- 7.- Dentro del distrito se reconocieron cuatro zonas mineralizadas que están relacionadas genéticamente, -- las más importantes de ellas, es la de la mina San Javier que cuenta con tres niveles de explotación, -- le sigue en orden de importancia la mina El Realito donde existen dos niveles de explotación y se conocen dos más denominados La Cacachila y La Prieta de relativo interés, pues únicamente se tienen catas y pozos muy superficiales.
- 8.- En el área de San Javier se reconocieron cuatro lentes mineralizados concordantes con la estratificación y dos vetas de escaso desarrollo formados en los ejes de los plegamientos.
- 9.- En la mina San Javier se considera un potencial de 70,500 toneladas probable de mineral de alta ley existente entre el nivel 1 y el nivel 0, con una ley media estimada de 663.5 gr/ton de plata y 1.0 gr/ton de oro y un metro de espesor.
- 10.- En la mina El Realito se reconocieron tres vetas (Ve

ta "La Víbora", "La Sorpresa" y "Vetilla Delgada") - de las cuales sólo una fue explotada (Veta La Víbora).

- 11.- Con el programa de barrenación de diamante llevado a cabo en la mina El Realito se logró definir un volumen de 53,332 toneladas inferidas por barrenación, en dos de las vetas exclusivamente (La Víbora y La Sorpresa, pero existe otra "Vetilla Delgada" que por su espesor no se involucra en el cálculo con una ley de 625.25 gr/ton de plata y 2.18 gr/ton de oro, que es el promedio de los valores en los sitios de corte en cada barreno.

A continuación se presenta una tabla que sintetiza el volumen de reservas que se tienen evaluadas hasta el momento:

MINA	ESTRUCTURA MINERALIZADA	VOLUMEN	LEYES	
			Ag (gr/ton)	Au (gr/ton)
SAN JAVIER	Lentes A, B, C	40,500 Ton.	663.5	1.0
	Vetas 1 y 2	30,000 Ton.	-	-
EL REALITO	Veta Sorpresa	36,855 Ton.	689.5	2.36
	Veta La Víbora	<u>16,477 Ton.</u>	<u>561.0</u>	<u>2.00</u>
	TOTALES:	123,832 Ton.	644.37	1.59

- 12.- Existe un volumen considerable de terreros en las bocas minas de los diferentes niveles de las dos minas, sin embargo, únicamente se realizó una evaluación y muestreo de aquellos terreros que se encuentran en los --

principales niveles de extracción.

A continuación se sintetiza en una tabla los resultados de dicho trabajo:

NOMBRE TERRERO	TONELADAS TOTALES	LEY Ag (gr/ton)	TONELADAS APROVECHABLES	LEY Ag (gr/ton)
NIVEL 1	12,867	99.2	3,650	170.97
NIVEL 2	6,129	129.0	3,064	202.00
LA VIBORA	<u>1,978</u>	<u>176.8</u>	<u>1,978</u>	<u>176.80</u>
	20,974	135.0	8,692	183.23

- 13.- También se llevó a cabo una evaluación del volumen de jale-  
ras existentes junto a la hacienda de beneficio, obteniendo  
un total de 8,335.25 toneladas con una ley media de 641.75-  
gr/ton de plata y 1.02 gr/ton de oro; lo que pone de mani-  
fiesto la riqueza de la mina, pues para tener jale-  
ras tan ricas, la cabeza del mineral debió ser superior a los dos -  
kilos de plata por tonelada.
- 14.- El estudio sobre las rocas ultramáficas existentes dentro -  
del área, continúa en su proceso de análisis de laboratorio  
para definir las condiciones físico-químicas y estructura-  
les que tuvieron lugar durante el emplazamiento de esta mag-  
ma, por lo que sería muy prematuro intentar definir las po-  
sibilidades de encontrar diamantes dentro de ellas, así co-  
mo la de cantidades económicamente explotables de platinoi-  
des.
- 15.- Con base en el tonelaje anteriormente cubicado en las zonas  
de San Javier y El Realito, así como de sus terreros se cal

cula que una planta de beneficio de servicio público - con una capacidad de 100 ton/día instalada a orillas - del Río Sinaloa distante 12 kilómetros del proyecto - tendría un suministro de reservas garantizados por cuatro años únicamente, pero considerando que en este lugar se podrán interceptar maquilas de los distritos mineros cercanos al área de estudio como son Real del Trigo, Chivas, San Luis Gonzaga, La Tuna, San Antonio, La Joya, Los Cuates y las minas que actualmente se encuentran en la etapa de exploración en la Asignación Sierra de Surutato, se incrementaría notablemente el suministro de mineral, fomentando la minería y abriendo fuentes de trabajo que beneficiarían a la región.

#### VII.2.- Recomendaciones

- 1.- En el área de la mina San Javier se recomienda realizar el programa de exploración por barrenación de diamante y comprobar así la existencia de los lentes y vetas mineralizadas al Noreste de la falla principal.
- 2.- Llevar a cabo el acondicionamiento del Nivel 0, de extracción de sección (4 x 3 mts) y realizar las obras de exploración programadas de obra minera al Noreste de la falla principal, así como los programados en el Nivel 1' para comprobar la existencia de las estructuras mineralizadas.
- 3.- Realizar sobre el área un levantamiento geofísico (Polarización Inducida) que nos permita detectar con claridad la existencia de los cuerpos mineralizados y el comportamiento de los mismos.

- 4.- Sobre la mina "El Realito" es recomendable un programa de perforación de diamante con equipo Long Year - con la finalidad de obtener mayor información de las vetas ahí detectadas con la barrenación Winkie, con lo cual se incrementarían las reservas.
  
- 5.- Por lo que respecta al intrusivo ultramáfico que aflora en el área de estudio, se recomienda proseguir con sus estudios, tanto de campo como de laboratorio, para definir con exactitud si se trata de una kimberlita y de ser así definir sus posibilidades de ser productoras de diamante (Industrial o de Joyería) o de platinoides, minerales que tienen un alto costo en el mercado internacional y que en un futuro próximo serán los metales a explorar.

## B I B L I O G R A F I A

- Aguilar, N.M. 1974 Estudio Geológico y Prospección Minera de la porción Sur del Estado de Nayarit Tesis Profesional E.S.I. A. I.P.N.
- Bateman, M.A. 1968 Yacimientos Minerales de Rendimiento Económico. 2da. Edición. Traducción del Dr. José L. Amorós. Edición Omega, S.A. Barcelona.
- Bonneau 1969 Una nueva área Cretácica Fosilífera en el Estado de Sinaloa. Bol. de la Sociedad Geológica Mexicana vol. 32 No. 2.
- Bonneau 1970 Geología de las hojas Mocorito y San Fernando. Informe Geológico del Instituto de Geología U.N.A.M.
- Bustamante, Y. 1983 Programa de Exploración en el proyecto Real de San Javier, localizado en el Municipio de Badiraguato, Estado de Sinaloa. Informe C.R.M.  
M.A.
- Camacho, A.F. 1974 Estudio Geológico-Minero del área de Los Naranjos, Municipio de Badiraguato, Sinaloa. Tesis Profesional E.S.I.A. I.P.N.
- Carrillo, M. 1971 Geología de la hoja San José de Gracia, Sinaloa. Tesis Profesional Facultad de Ingeniería U.N.A.M.
- Cerecero, L.M. 1984 Informe consolidado por el proyecto Rocas Ultrabásicas (Sinaloa) Informe Rojo, Y.R. C.R.M.  
Montañez, D.C.
- Clark, K.F. y 1972 Nota preliminar sobre mineralización de San Javier y de relaciones geológicas a través de la Sierra Madre Occidental, Municipio de Badiraguato y Pericos, Sinaloa. Informe Chrisinger, D. C.R.N.N.R.  
L.

- Clark, K.F. 1974  
Roldán, Q.J. y  
Frye, K.L. Comparación preliminar de litología en Sinaloa, Sonora y el Sur de Arizona, U.S.A III Memoria conv. soc. Geol. Méx.
- Clark, K.F. 1973  
Cárdenas, V.J. y  
Carrillo, M.M. Los Recursos Minerales en relación con la Constitución Litológica, Sinaloa, México. Informe C.R. N.N.R.
- De Cserna, Z. y 1961  
Kent, B.H. Mapa Geológico de Reconocimiento y Secciones Estructurales de la región de San Blas y El Fuerte. - Estados de Sinaloa y Sonora. Instituto de Geología U.N.A.M.
- De Cserna, Z. 1960 Orogenesis in time and space in México Soderdruck ausder Geologischen Rundschau Band 50-595-604.
- Flores, M.A. 1981  
y Pasantes del  
I.P.N. Informe sobre los resultados de la exploración geológico-minera preliminar realizada durante el programa de servicio social del I.P.N.-C.R.M. en la zona de San Javier, Municipio de Badiraguato, Sinaloa. Informe C.R.M.
- Fries Jr., C. 1962 Reseña Geológica del Estado de Sonora Bol. Asoc. Mex. Geol. Petrol. vol. XIV N° 11 y 12.
- Henry, D. CH. 1972 Edades de intrusiones Sinaloa, México II Memoria conv. Soc. Geol.-Méx.
- Márquez, R. 1972 Geología de la hoja La Peña. Informe Instituto de Geología U.N.A.M.
- Mullan, S.H. 1972 Geología de la parte Sur de la Sierra de Sonobari, Sinaloa, México.

- Mullan, S.H. 1972 La Geología de los esquistos del Río Fuerte. III Memoria conv. - soc. Geol. México 189.
- Raisz 1959 Clasificación de las provincias-fisiográficas de la República Mexicana.
- Reynoso, R.R. 1959 Reconocimiento Geológico de una porción Sur del Estado de Sinaloa.  
Tesis Profesional Facultad de Ingeniería U.N.A.M.
- Weidner, F.G. 1882 Map of the state of Sinaloa, México actual surveys and reconnaissance topographical Mining Enginnier.