

SISTEMA DE BIBLIOTECAS  
Instituto de Investigación de Zonas  
Desérticas, UASLP



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI**

---

**ESCUELA DE INGENIERIA**

**Evaluación Geologica del Deposito de Fluorita, Ubicado  
en la Mina "el Refugio", Municipio de Victoria, Gto.**

**TRABAJO RECEPCIONAL**

Que para obtener el titulo de .

**INGENIERO GEOLOGO**

**P r e s e n t a :**

**MIGUEL JORGE LARA GARCIA**

**SAN LUIS POTOSI S. L. P.**

**1 9 8 0**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
AV. DE LOS POETAS \* TELEFONO 3-11-14  
SAN LUIS POTOSÍ, S. L. P. - MEXICO

18 de diciembre de 1979.

Al Pasante Sr. MIGUEL JORGE LARA GARCIA,  
P r e s e n t e.

En atención a su solicitud relativa me es grato indicar a usted que el H. Consejo Técnico Consultivo de la Escuela de Ingeniería ha designado como Asesor del Trabajo Recreacional que deberá desarrollar en su Examen Profesional de Ingeniero Geólogo, al Sr. Ing. José Antonio Nieto González. Así como el Tema propuesto para el mismo es:

" EVALUACION GEOLOGICA DEL DEPOSITO DE FLUORITA, UBICADO EN LA MINA EL REFUGIO, MUNICIPIO DE ITO. ".

T E M A R I O:

- I.- INTRODUCCION.
  - II.- GEOGRAFIA.
  - III.- GEOLOGIA.
  - IV.- GEOLOGIA ECONOMICA.
  - V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- BIBLIOGRAFIA.  
PLANOS Y ANEXOS.

Ruego a usted tomar debida nota de que en cumplimiento -- con lo especificado por la Ley de Profesiones, debe prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar su Examen Profesional.

A T E N T A M E N T E.

"MODOS ET CUNCTARUM RERUM MENSURAS AUDEBO"

EL DIRECTOR DE LA ESCUELA  
  
ING. MAXIMINO TORRES SILVA.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero hacer llegar mi más sincero agradecimiento a la Compañía Minera Río Colorado, S.A., y en particular - al Sr. Ing. Héctor González, Gerente General, por las amplias facilidades otorgadas para la realización del presente trabajo.

Asimismo, hago extenso mi reconocimiento a todo el personal de Cia. Minera Río Colorado y en especial a las personas que de alguna forma colaboraron en la elaboración de este trabajo.

En forma especial agradezco al Sr. Ing. José Antonio Nieto G., por sus atinadas observaciones y consejos en la dirección del mismo.

A MIS PADRES Y HERMANOS

*Con respeto y cariño.*

A MIS MAESTROS, COMPANEROS Y AMIGOS

*Con mi más sincera amistad.*

A MI ESCUELA

*Con gratitud.*

## I N D I C E

	Pag.
<u>I.- INTRODUCCION.</u>	
1.- Antecedentes Mineros . . . . .	1
2.- Objetivo del Estudio . . . . .	1
3.- Desarrollo del Estudio . . . . .	2
4.- Sociología . . . . .	3
5.- Aplicaciones de la Fluorita. . . . .	3
<u>II.- GEOGRAFIA.</u>	
1.- Localización . . . . .	12
2.- Accesibilidad. . . . .	12
A) Terracería. . . . .	12
B) Vías Aéreas . . . . .	13
C) Correos y Radiocomunicaciones . . . . .	13
3.- Fisiografía e Hidrografía. . . . .	13
4.- Geomorfología. . . . .	14
5.- Clima y Vegetación . . . . .	15
<u>III.- GEOLOGIA.</u>	
1.- Geología Regional. . . . .	17
2.- Geología Local . . . . .	18
A) Unidades Litológicas . . . . .	18
A <sub>1</sub> ) Rocas Sedimentarias. . . . .	19
A <sub>2</sub> ) Rocas Volcánicas . . . . .	22
A <sub>3</sub> ) Aluviones Recientes. . . . .	23
3.- Estructura . . . . .	23
<u>IV.- GEOLOGIA ECONOMICA.</u>	
1.- Tipo de Depósito . . . . .	25
2.- Forma y Expansión de la Mineralización . . . . .	25
3.- Controles de la Mineralización . . . . .	27

4.-	Possible Génesis del Yacimiento Refugio . . . . .	28
5.-	Mineralización y Paragénesis . . . . .	29
6.-	Conceptos Usados para la Evaluación del Yacimiento . .	30
7.-	Muestreo . . . . .	33
8.-	Estimación de Reservas . . . . .	35
V.-	<u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u> . . . . .	43

BIBLIOGRAFIA.

PLANOS Y ANEXOS.

## PLANOS Y ANEXOS

	Pag.
Fig. 1.- Plano de Localización.	12-13
Fig. 2.- Provincias Fisiográficas.	14-15
Fig. 3.- Secuencia Litológica.	23-24
Fig. 4.- Tabla de Correlación Estratigráfica.	24-25
Fig. 5.- Plano Geológico de Superficie.	24-25
Fig. 6.- Plano Geológico Nivel 3.	Apéndice
Fig. 7.- Plano Geológico Nivel 4.	"
Fig. 8.- Sección Geológica 10.	"
Fig. 9.- Sección Geológica 19.	"
Fig. 10.- Sección Geológica 23.	"
Fig. 11.- Sección Geológica Longitudinal.	"
Fig. 12.- Plano de Muestreo Nivel 4.	"
Fig. 13.- Sección 10 Blocks.	"
Fig. 14.- Sección 19 Blocks.	"
Fig. 15.- Sección 23 Blocks.	"
Fig. 16.- Sección Longitudinal de Reservas.	"



CAPITULO I  
INTRODUCCION

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

#### 1.- ANTECEDENTES MINEROS.

El mineral de El Refugio se ha explotado desde el año de 1955, donde su minado fué mediante tajo abierto y en pequeña escala, siendo la firma consecionaria Cia. Minera - "Helios". Dicha empresa cambió su razón social a Cia. Minera "Río Colorado", S.A. en el año de 1960, operando en mayor escala y abriendo obras subterráneas, convirtiéndose en propiedad de la firma American Allied Chemical hasta el año de 1970, cuando se realizó una fusión con la corporación de Industrias Peñoles, S.A., que persiste a la fecha.

En la actualidad es un cuerpo mineral de fluorita que se ha explotado en esta mina, denominado R-1, con tres pequeños desprendimientos o apófisis, que son a saber: P-90, R-3 y R-2.

El P-90 ha sido el último en descubrirse, localizado en el nivel más profundo en explotación a la fecha (Nivel 4). Determinado por medio de sondeos de diamante, dirigidos desde dicho nivel hacia un área que presentaba manifestaciones atractivas para el emplazamiento de mineral.

#### 2.- OBJETIVO DEL ESTUDIO.

La finalidad de este trabajo fué compilar y ampliar la información técnica en el depósito de fluorita llamado R-1. Ya que el mayor acopio de datos obtenidos nos permitirá investigar regionalmente lugares con características similares a este tipo de yacimiento. Además, nos permitirá actualizar las reservas de mineral disponibles en el mismo.

### 3.- DESARROLLO DEL ESTUDIO.

Para la elaboración de este trabajo, se realizó una revisión minuciosa de planos geológicos, descripción y chequeo de testigos de barrenación de diamante, secciones geológicas y estudios realizados sobre el distrito, así como la información geológica existente en los archivos de la unidad.

Se realizó una comprobación en los diferentes niveles de la mina, efectuando levantamientos geológicos a detalle, sirviéndose de brújula y cinta, usando planos topográficos base en escala 1:500, así como observaciones en superficie sobre las áreas circunvecinas al depósito. Visitas al campo y varias minas de fluorita ubicadas en el distrito minero del Río Santa María.

Asimismo, se recopilaron datos obtenidos mediante comunicación personal con personas de experiencia en este tipo de yacimiento.

Con base en el desarrollo seguido, se normó un criterio sobre el comportamiento del depósito.

#### 4.- SOCIOLOGIA.

Va que la región es de bajos recursos agrícolas y ganaderos, queda la minería como principal recurso natural para la economía regional, siendo ésta, casi la única fuente de ingresos para las familias que forman grupos de viviendas distribuidas en la zona minera del Río Santa María.

Existen una gran cantidad de pequeñas minas trabajadas rústicamente y las principales que pertenecen a Cia. - Minera Río Colorado y Fluorita de Rioverde, ambas subsidiarias de Industrias Peñoles, S.A.

#### 5.- APLICACIONES DE LA FLUORITA.

Originalmente llamada fluato de calcio, la fluorita es conocida también como espato flúor. Es la especie mineralógica cuya composición química está representada por la fórmula  $\text{CaF}_2$  y sus porcentajes son: Ca = 51.2%, F = 48.8%. A veces contiene cloro (Cl), principalmente las variedades amarillas. En algunos casos, se descubren sustancias bituminosas que emanan olor.

Cristaliza en el sistema cúbico, Cs Hexaquisoctaédrico, la estructura cristalina es típica, en donde los iones F se disponen en los ángulos, mientras que los iones Ca -

ocupan los centros de todos los cubos pequeños.

Los cristales en las cavidades se encuentran bien desarrollados, cúbicos, más raramente octaédrico y dodecaédrico. Las caras del cubo presentan un dibujo entarriado. Los agregados, la mayoría de las veces se observan en forma de impregnaciones y masas de compactas a granulares, más raramente terrosas.

El color de la fluorita raras veces suele ser incoloro y transparente, en la mayoría de los casos posee distintos colores: amarillo, verde, azul, violeta, negro, etc.

La coloración desaparece durante el calentamiento y se recupera bajo el efecto de los rayos X. La dureza es 4 en la escala de MOHS. Presenta deformación plástica al someterse a una prolongada presión unilateral. Clivaje bueno según el octaedro y no el dodecaedro rómbico. El peso específico es de 3.18 (en las variedades impuras varía entre 3.0 y 3.2) entre otras propiedades está su fuerte luminiscencia, en los rayos catódicos la fluorescencia emite una luz violeta con una matriz peculiar verde azulado. La luminiscencia aparece también con el calentamiento (termoluminiscencia).

Se le considera como un mineral tipomórfo y según Drugman (1932) a bajas temperaturas presenta un hábito cúbico y colores oscuros mientras que a temperaturas más altas, el hábito es octaédrico y los colores claros.

Según Bateman, el color de la fluorita desaparece a los  $175^{\circ}\text{C}$ , en el microscopio petrográfico presenta un color púrpura en bandas o manchas y a veces incolora. Su forma es de cristales euhedrales con un contorno cuadrado, pero normalmente es anhedral y a menudo rellena los espacios entre dos minerales.

La exfoliación es octaédrica perfecta, ésta aparece generalmente como intersección de dos líneas oblicuas a  $70^{\circ}$  y  $110^{\circ}$ , ocasionalmente como intersección de tres líneas a  $60^{\circ}$  y  $120^{\circ}$ .

El relieve es medianamente alto, con un índice de refracción menor que el Bálamo (canadá). Su birrefringencia es oscura y oscurece entre nicols cruzados.

La fluorita tiene su origen durante los procesos hidrotermales, apareciendo con frecuencia asociada a los minerales más diversos de origen hidrotermal.

Se observa asimismo, en ciertas rocas de sedimentación, pero no constituye importantes aglomeraciones con alto contenido de fluor. Como compuesto poco soluble en el agua, el  $\text{CaF}_2$  es uno de los primeros a precipitarse de las soluciones salíferas, a veces en masas amorfas. Por eso no tiene nada de particular que las raras aglomeraciones de fluorita, coincidan con las primeras precipitaciones químicas, es decir con las sedimentaciones de yeso, anhidrita, calcita, dolomita. A veces como formación nueva se observa

en las zonas de oxidación de los yacimientos minerales, - por ejemplo en forma de pequeños cristales en goethita estalactítica. Como mineral accesorio, la fluorita se encuentra en numerosos yacimientos de metales raros y no ferrosos.

#### CLASIFICACION DE LA FLUORITA.

La fluorita comercial se clasifica en cuatro grados: Grado Metalúrgico, Grado Cerámico, Grado Acido (este se subdivide en grado ácido fluorhídrico y grado ácido criolita, basándose la diferencia entre éstos en los porcentajes específicos determinados para cada uno de ellos), y Grado Optico.

#### USOS Y CONSUMOS.

Los primeros datos de aplicación dada a la fluorita, se remontan hasta los indios prehistóricos que le daban a este material usos meramente ornamentales, elaborando joyería, usando para ello los cristales de fluorita de más atractivo aspecto.

Actualmente, los usos dados a la fluorita están propiamente relacionados con la clasificación de los grados enunciados.

#### GRADO METALURGICO.

El empleo de este material, está destinado en su mayor parte como fundente en la producción de fierro y acero. Debiendo presentar las siguientes características: mayor de 65 unidades efectivas (U.E.) y tener un tamaño de - menos 2.5 pulgadas y no más de un 15% podrá ser de menos - 1/8 de pulgada.

El uso de fluorita en los hornos eléctricos o abiertos se considera básico, ya que aumentando la fluidéz de - escoria se incrementa la capacidad de producción del hor-- no, a la vez que gran parte de impurezas perjudiciales pa-- ra el acero, como el azufre y fósforo, son reducidos por - la misma fluorita.

Se aprovecha la fluorita requerida en la industria si-- derúrgica en forma de grava natural y una pequeña parte de esas cantidades, se envía a los hornos fundidores en forma de grava artificial (pellets), la cual se obtiene a partir del proceso de flotación.

Se usa también en la fundición de minerales refracta-- rios de oro, plata, cobre, etc., en la elaboración de alea-- ciones de acero, fierro y en algunas otras industrias meta-- lúrgicas de menor importancia.

La fluorita grado metalúrgico es uno de los materia-- les clasificados como estratégicos (+) y críticos por el - gobierno de los Estados Unidos.

+ MAT. EST. Y CRIT.- Son aquellos cuyo uso se conside



ra como esencial en tiempos de guerra, y cuya producción disponible, ajustada a especificaciones determinantes, es insuficiente para satisfacer las necesidades eventuales - en una situación de emergencia.

#### GRADO CERAMICO.

La fluorita grado cerámico se emplea principalmente en las industrias del vidrio, del esmalte y de la cerámica, debido a que este material tiene propiedades opalescentes y colorantes para el vidrio.

El consumo de fluorita en esta industria, se estima de 50 a 500 libras por cada 1000 de arena.

En la industria del esmalte, el espato flúor es básico en la elaboración del acabado para muebles de baño, estufas, refrigeradores, mosaicos, etc. (algunos esmaltes - contienen hasta un 15% de  $\text{CaF}_2$ ).

Las especificaciones comerciales para el espato flúor grado cerámico, son las de un 94 a 97% de  $\text{CaF}_2$ , un máximo de 3% de sílice ( $\text{SiO}_2$ ), menos del 1% de  $\text{CaCO}_3$  y un contenido menor de 0.1% de  $\text{F}_2\text{O}_3$  o cualquier otro material colorante.

El contenido de la sílice es limitado debido a la dilución que determina el fluoruro de calcio, mientras que el del carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), es debido a la fragilidad que comunica al producto acabado. El óxido de fie--

rro, los sulfuros de Pb, Sn; la barita y algunos otros contaminantes determinan ciertas coloraciones indeseables.

Su tamaño o grado de molienda varía de un 55 a 65% de menos 100 mallas y un 15% o más, de menos 200 mallas, es fijado usualmente por el comprador de acuerdo con el uso a que va a ser destinado.

#### GRADO ACIDO.

La rápida expansión de las industrias químicas y del aluminio, ha hecho de la fluorita un material de primera importancia en el mundo minero. En la industria química, quedan comprendidas la elaboración de los compuestos orgánicos e inorgánicos del flúor, insecticidas, fungicidas, refrigerantes y principalmente la del ácido fluorhídrico, del cual se obtiene como subproducto el sulfato de calcio, substancia ésta, también de bastas aplicaciones en el campo de la técnica y ciencias modernas.

Grandes cantidades de fluorita son consumidas por la industria del aluminio, en la cual la fluorita tiene que ser transformada primeramente en ácido fluorhídrico. De aquí es obtenida la criolita sintética del cual es separado el aluminio por métodos electrolíticos.

Este compuesto sintético ha encontrado asimismo, una amplia aplicación en la industria de los esmaltes e insecticidas. Pequeñas cantidades de fluorita grado ácido son -

igualmente empleadas en la obtención de níquel, en la refinación de plomo, y del zinc, en la extracción de algunos metales raros a partir de sus minerales, en la elaboración de carbones para electrodos y del metal monel, en la purificación de aguas para uso en las ciudades, en la producción de gasolina de alto octanaje para aviones, etc.

Los requisitos químicos para la fluorita grado ácido son en extremo rígidos, mientras que los diferentes grados de molienda de los productos acabados son fijados en los contratos de compra, de acuerdo con la aplicación industrial a que se le destina.

#### GRADO OPTICO.

La fluorita grado óptico es altamente estimada en la industria de la fabricación de lentes para microscopios, telescopios y algunos otros aparatos científicos, donde es requerido un medio transparente dotado de un bajo índice de refracción, a la vez que da un poder dispersor muy débil de los colores.

Con este material, es posible corregir los errores cromáticos y de esfericidad que presentan algunos lentes comerciales hechos con otros compuestos.

Las características físicas y químicas que debe tener todo ejemplar de fluorita grado óptico para poder ser empleada en la industria óptica, son las siguientes: tener

un tamaño no menor de 1/4" de diámetro, estar libre completamente de oclusiones o de cualquier otra imperfección en el crecimiento del cristal y ser un 100%  $\text{CaF}_2$ .

La selección de este material es siempre hecha a mano, generalmente se prefieren los cristales limitados por sus planos de clivaje, ya que de esta manera se pueden apreciar mejor sus imperfecciones.

Algunos cristales de fluorita presentan determinados tonos de colores, y son también apreciados en la industria óptica para ser empleados en la construcción de ciertos instrumentos científicos.

CAPITULO II

GEOGRAFIA

## CAPITULO II

GEOGRAFIA1.- LOCALIZACION.

La mina El Refugio, se encuentra ubicada en la parte norte del estado de Guanajuato, dentro de la zona fluorífera del distrito minero del Río Santa María, aproximadamente a unos 43 km en línea recta al SW de la ciudad de Rioverde, S.L.P., y a una distancia aproximada de 45 km en línea recta al NE de San Luis de La Paz, Gto. (Fig. 1).

SUS COORDENADAS GEOGRAFICAS SON:

Latitud Este  $21^{\circ} 34' 12''$

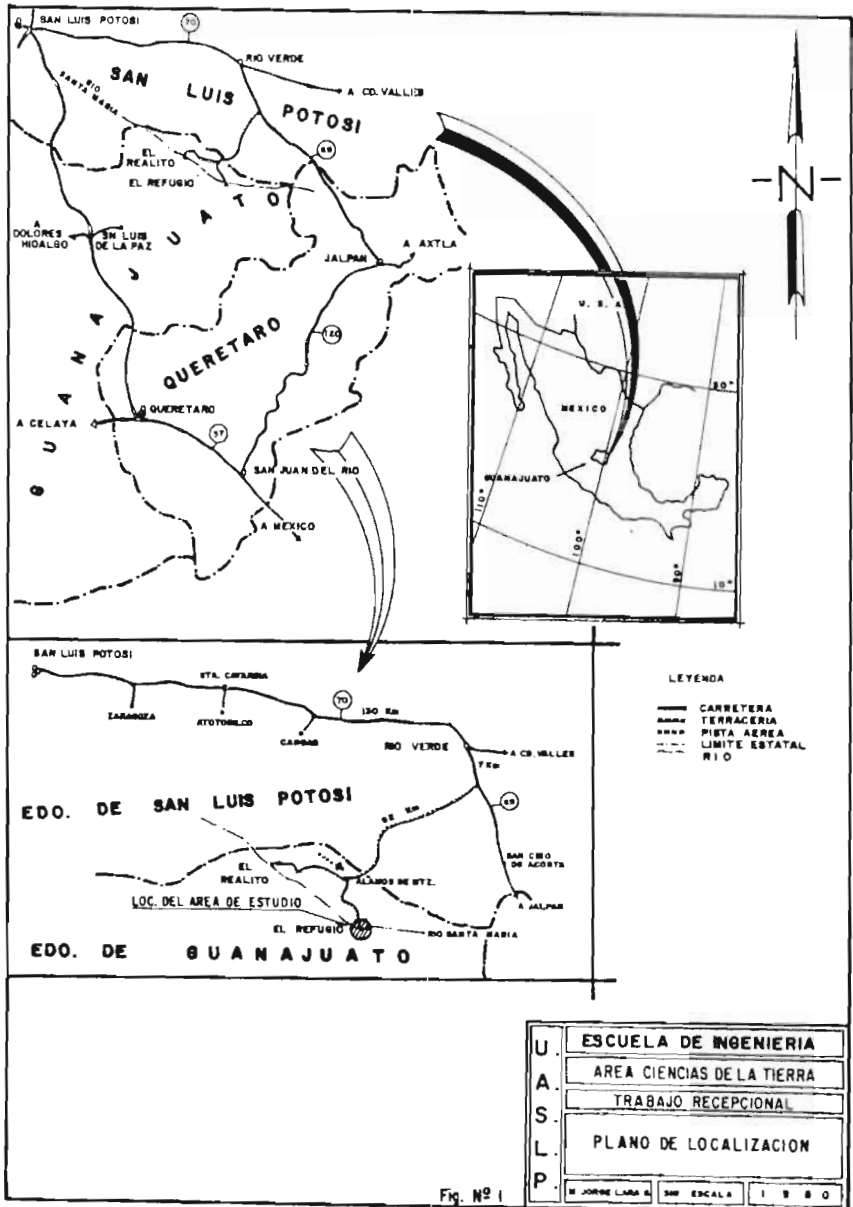
Longitud Oeste  $100^{\circ} 10' 42''$

Tiene una altura de 1226 m sobre el nivel del mar.

2.- ACCESIBILIDAD.

## A) TERRACERIA.

La población más importante con la que se comunica la unidad es Rioverde, S.L.P. El acceso a dicha unidad se hace por la carretera federal 69 que parte de Rioverde a San Cirio de Acosta; a los 7 km se desprende un camino de terracería de 62 km, este camino es transitable todo el año a excepción de cortos períodos, debido a la temporada



de lluvias en que aumenta considerablemente el caudal de los ríos Bagres y Santa María, por esta vía se hace el traslado del mineral de la mina hasta la planta de beneficio que se localiza en la ciudad de Rioverde, S.L.P.

El camino se encuentra en condiciones aceptables, gracias al acondicionamiento que se le hace en forma periódica por parte de las compañías Río Colorado y Fluorita de Rioverde.

#### B) VIAS AEREAS.

La unidad tiene para su servicio una pista de aterrizaje sin pavimentar, para uso de aviones pequeños. Se localiza aproximadamente a 8 km al norte de la mina, sobre el camino a la mina del Realito (F.R.V.).

#### C) CORREOS Y RADIOCOMUNICACIONES.

Esta unidad cuenta con comunicación a todo el país mediante oficinas postales y telégrafos, esto por intermedio de las oficinas generales que se tienen instaladas en la ciudad de Rioverde, S.L.P. Cuenta además con los servicios de un radio receptor-transmisor que lo comunica a todas las unidades de la empresa Peñoles.

### 3.- FISIOGRAFIA E HIDROGRAFIA.

El área en estudio se encuentra ubicada al SE de la



meseta central, entre los plegamientos del sinclinorio mexicano que forman la Sierra Madre Oriental, según Raisz, (1959), (Fig. 2).

Como los ejes de los plegamientos en esta sección del Geosinclinal, tienen un rumbo NW-SE, fué natural que se desarrollaran elevaciones y depresiones en el terreno con esa misma dirección, lo que explica que en general los derrames riolíticos, como las "Ventanas" Calcáreas muestren igual disposición.

La hidrografía de la región está representada por un drenaje de tipo rectangular y dendrítico, constituido por arroyos intermitentes que se originan desde las partes topográficas más elevadas y desembocan en las cuatro principales corrientes de la región que son: el arroyo El Aguacate y los ríos Bagres y Manzanares. El río Santa María es la principal corriente de todo el sistema hidrográfico, siendo los tres primeros los afluentes de mayor importancia.

#### 4.- GEOMORFOLOGIA.

En la región se presentan montañas altas y bajas, donde las crestas de mayor relieve están constituidas en su gran mayoría por rocas ígneas ácidas extrusivas, alcanzando elevaciones hasta de 1800 m.s.n.m. con pendientes medianamente suaves y otras muy pronunciadas, controlado esto -



por la alteración argilítica que se presenta en la zona ya que las áreas alteradas presentan en general declives suaves.

En el área la erosión ha descubierto ventanas que muestran rocas sedimentarias de estructuras tales como anticlinales y sinclinales, generalmente con echados de 40 a 50° y orientados NW-SE, donde las colinas tienen pendientes ligeramente abruptas, presentando cañadas con cantiles fuertes que posiblemente siguen la dirección de grandes fallas y fracturas. Asimismo estas rocas presentan una topografía kárstica incipiente, observándose cavernas distribuidas en varias partes del área.

El distrito ha sido afectado por la erosión, donde la mayoría de las lomas y cerros tienen pendientes ligeramente abruptas que descienden a valles de ciclos evolutivos juveniles que se acercan a la madurez.

##### 5. - CLIMA Y VEGETACION.

El clima de la región es semi-árido, la mayor parte del año es seco, teniendo un período de lluvias en los meses de julio a septiembre; la temperatura es típica de zonas templadas.

La flora es típica de las zonas semi-áridas, con plantas cáceas espinosas y arbustos como son el mezquite, sotol, lechugilla. Teniendo algunas zonas restringidas donde

se cultiva aguacate y otros árboles frutales.

CAPITULO III

GEOLOGIA

## CAPITULO III

GEOLOGIA1.- GEOLOGIA REGIONAL.

La mina El Refugio se encuentra ubicada en un área donde afloran básicamente rocas sedimentarias y rocas ígneas extrusivas ácidas. Las rocas sedimentarias consisten casi en su totalidad de calizas, con algunos cuerpos locales de lutitas y dolomitas. Estas se presentan en forma de ventanas rodeadas por rocas ígneas, cuyos afloramientos se encuentran sobre un lineamiento NW-SE, dichas rocas, según estudios petrográficos y paleontológicos realizados en la UNAM, se les ubica en el Cretácido Inferior, correspondiente a la Formación Doctor.

La caliza presenta plegamientos con rumbo NW-SE, que van acompañadas por fracturamientos y fallas normales de poca intensidad. Estas rocas presentan alteraciones, como silicificación e incipiente calcificación. Esta región presenta una topografía kárstica incipiente.

Las ventanas de caliza se encuentran rodeadas por grandes espesores de derrames volcánicos del Terciario, estas lavas corresponden a rocas ácidas que varían en dacitas, andesitas, traquitas, riolitas y sus materiales piroclásticos correspondientes, como tobas e ignimbritas.

Dentro de las rocas ígneas la que predomina en la re-

gión es la riolita, presentándose en varias zonas una pseudo-estratificación, y conteniendo varios tipos de alteración como son: sericitización, cloritización y argilitización; estas alteraciones se encuentran generalmente en los contactos caliza-riolita, siendo estas áreas las de mayor atractivo para la exploración dentro del área de estudio, ya que la experiencia obtenida así lo confirma.

Los cuerpos mineralizados se presentan dentro de dichas zonas como lo demuestran las minas Refugio y Realito; éstos son los yacimientos más grandes que se conocen a la fecha. Además, existen gran número de manifestaciones superficiales y pequeñas obras mineras trabajadas en pequeña escala por métodos de gambusinaje.

Aparte de la fluorita que localmente puede variar en el color, forma de los cristales y textura, el otro mineral más abundante es la calcita; los demás minerales aparecen en cantidades pequeñas y consisten en cuarzo, y localmente algo de selenita y pirita, en las minas El Refugio y El Realito hay trazas de cinabrio.

## 2.- GEOLOGIA LOCAL.

### A) UNIDADES LITOLÓGICAS.

La litología del área del Refugio está constituida, en su gran mayoría, por rocas efusivas del Terciario. Estas se encuentran sobreyaciendo a calizas, intercalaciones

de calizas con lutitas, pertenecientes a la Formación Doctor del Cretácico Inferior y lutitas cuya formación no ha sido identificada (Fig. 4), expuestas en una ventana de erosión. Dentro de las rocas volcánicas son observadas andesitas, tobas líticas y derrames riolíticos, siendo estos últimos los que ocupan mayor extensión superficial, se presentan en un color rojo violeta, notablemente alteradas por efectos de un hidrotermalismo incipiente y un intemperismo de alto grado.

#### A<sub>1</sub>) ROCAS SEDIMENTARIAS.

Una ventana de erosión en las rocas ígneas expone aproximadamente 1 km<sup>2</sup> de rocas sedimentarias.

Entre éstas se encuentran: lutitas negras y rojas, calizas con lutitas interestratificadas (caliza lutítica) y calizas masivas, pertenecientes las dos últimas a la Formación Doctor (Cretácico Inferior).

Lutita negra filítica.- Se encuentra subyaciendo a la caliza-lutítica, desconociéndose hasta el momento su potencia, esta aflora hacia el SW del cuerpo mineralizado. Presenta un color negro, fuertemente aplastada, arcillosa, con pirita finamente diseminada, contiene pequeños fragmentos de caliza recristalizada, hacia la superficie muestra un color rojizo. Hasta el momento no se ha identificado la formación a la que pertenece.



### CALIZA DOCTOR.

Su localidad típica se encuentra al oeste del poblado de Zimapán, Qro., en el distrito minero El Doctor, donde B. W. Wilson, J. P. Hernández y E. Meave estudiaron las cercanías de este distrito, encontrándose cuatro facies que las agruparon con el nombre El Doctor (1955), que son la San Joaquín, El Ladrón, La Negra y Socavón.

Facies San Joaquín.- Es una caliza color gris oscura que intemperiza en gris oscuro y gris cremoso, de estratificación gruesa, con abundancia de rudistas del género *Toucasia* Spp. y *Requienia* Spp., así como Miliolidos del tipo *Nummoloculina* Sp., fétida al golpe del martillo, presenta abundantes nódulos de pedernal negro

Facies El Ladrón.- Consiste en estratos gruesos de 1.5 a 4 m, de caliza gris perla a gris oscuro, fétida al golpe del martillo. En estratos esporádicos contiene fragmentos de macrofósiles y rudistas del género *Toucasia* Spp., así como Miliolidos del tipo *Nummoloculina* Spp., en una proporción muy pequeña, presenta nódulos de pedernal negro.

Facies Socavón.- Consiste de calcirruditas (fragmentos angulosos desde un cuarto de centímetro hasta 20 cm), compactas, de color gris crema y gris oscuro. Estratificación gruesa (1.5 a 6 m), en ocasiones presenta abundancia de pedernal negro.

Facies La Negra.- Consiste de estratos de caliza de -

10 a 20 cm de espesor, con estratificación ondulada, con bandas de pedernal negro. La caliza es de textura microcristalina de grano fino a medio, las intercalaciones de lutita roja son comunes.

Esta facie se puede correlacionar con la Formación Cuesta del Cura, descrita por Inlay (1936), en Coahuila al poniente de Parras. (Datos tomados de las tesis de Martínez Ruiz, V.J., 1971 y Palos Navarro, J.S., 1978).

Dentro del área de estudio se encuentra una caliza de estratificación delgada, con estratos de 10 a 20 cm de espesor, color gris claro, de grano fino a medio, con intercalaciones de lutitas grises y rojas, donde las calizas predominan sobre las lutitas. Estas contienen pirita finamente diseminada, alcanzan un espesor aproximado de 250 m, perteneciendo posiblemente a la facie La Negra, y para fines de identificación localmente se le ha denominado caliza lutítica. Se localizan al bajo y en contacto con el cuerpo mineralizado, siendo de gran importancia para su exploración, ya que han servido de sello a la mineralización.

Además se presenta una caliza masiva y en estratos medianos a gruesos, cuyo color varía del gris claro a oscuro, cambiando a crema claro por efectos de intemperismo.

En varios sitios las calizas están fracturadas y aparece calcita, relleno de planos de fractura. Presenta lentes de pedernal y horizontes fosilíferos.

Al bajo del cuerpo mineralizado y separándolo de la caliza lutítica, se encuentra una brecha post-mineral denominada brecha del bajo, compuesta por fragmentos calcáreos de tamaño variable. En toda la roca hay pirita, el cementante es calcáreo color rojizo por oxidación que probablemente proviene de la pirita.

Al alto del depósito se encuentra una brecha formada por clastos de caliza angulosa con cementante color negro violáceo, con gran abundancia de  $\text{CaF}_2$ .

Existen varios afloramientos pequeños aislados de fluorita, de forma irregular dentro de las rocas calcáreas y sobre el contacto caliza-riolita.

#### A2) ROCAS VOLCANICAS.

Extensos derrames de rocas ígneas de composición ácida y depósitos de talud, provenientes de las mismas, sobre yacen a rocas sedimentarias. Las rocas volcánicas están constituidas por andesitas, tobas líticas, ignimbritas, varios derrames riolíticos macizos o alterados de colores que varían de café rojizo a amarillo claro, blanquizo, naranja, etc.

La roca fresca es en general de una textura porfídica, de color café rojizo. Está constituida por fenocristales de cuarzo y feldespatos parcialmente alterados a sericita y minerales arcillosos.

La matriz contiene bastantes óxidos diseminados que

imprimen el tinte rojizo a la roca.

Se observan grandes franjas de alteración en la riolita, principalmente en las áreas circunvecinas al cuerpo mineralizado, y generalmente sobre los contactos con las calizas, donde los feldespatos están totalmente caolinizados.

La andesita es de un color violeta de textura porfídica, con fenocristales de plagioclasa euhedrales o triangulares, a minerales ferromagnesianos oxidados en una matriz afanítica feldespática<sup>†</sup> y se encuentra estratigráficamente subyaciendo a la riolita.

(<sup>†</sup>Est. Pet. Dr. Echavarrri 1977).

### A3) ALUVIONES RECIENTES.

Este material es reciente producto del intemperismo y la desintegración, debida a la acción mecánica de las corrientes. Depositado en las laderas de los cerros y en los cruces de los arroyos que drenan el área. Se encuentra constituido por una variedad de materiales en el que se observan principalmente fragmentos de roca volcánica, tales como andesita, dacita, riolita y vidrios volcánicos. Por las características que presentan los detritos, como son el gran arredondamiento, implica acarreo desde distancias lejanas a la región.

### 3.- ESTRUCTURA.

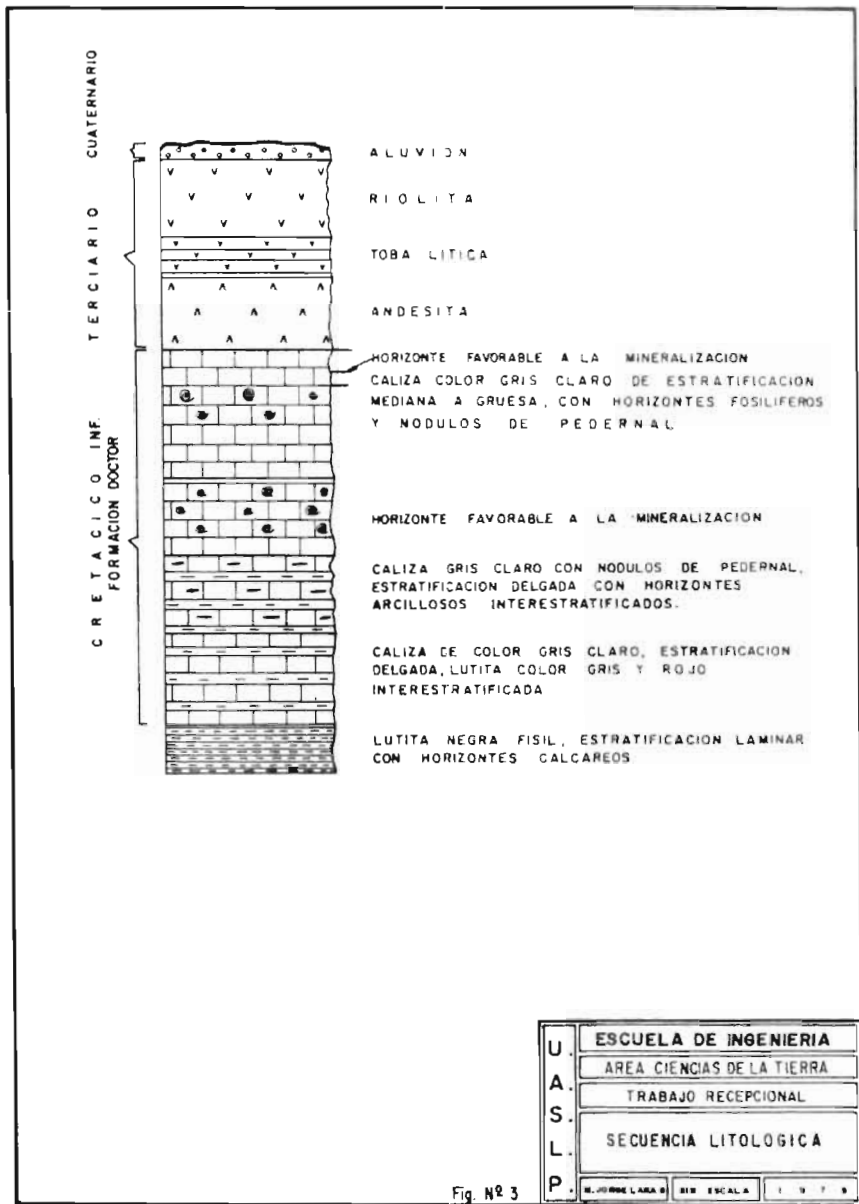


Fig. Nº 3

La estructura geológica en la región es bastante compleja, ya que ha estado sujeta a grandes esfuerzos tectónicos. La posición y buzamiento de las calizas en el área de la mina, indican que forman parte de una estructura anticlinal, cuyo eje está orientado NW-SE, donde el cuerpo se encuentra emplazado en el flanco norte-oriente de dicho anticlinal.

Varios sistemas de fallas y fracturas, han afectado a las rocas ígneas y sedimentarias. El sistema principal y más antiguo tiene una dirección NW-SE, reflejándose morfológicamente en el cauce del río Santa María y en el interior de la mina por zonas brechadas localizadas a ambos lados del cuerpo mineralizado.

Existe un segundo sistema NE-SW, constituido por fallas paralelas, que disloca al anterior y causa el hundimiento de calizas y riolitas en forma de bloques escalonados. Dentro de este sistema, se localiza una gran falla que corre a lo largo del contacto lutitas-calizas lutíticas, presentando una dirección NE 80° SW y que ha afectado al yacimiento, desplazándolo hacia el poniente (Fig. 6), basándose esto principalmente por la posición actual que ocupan los tres paquetes de rocas sedimentarias, ya que se acuñan hacia esa zona. Aunque a la fecha este movimiento no está bien aclarado, se espera definirlo mediante estudios a realizar.

ERA	SIS-TEMA	SERIE	PISO EUROPEO	EDAD	(1) PARTE CENTRAL DE LA SIERRA DE ALMIZCER, LA SALITRERA	(2) AREA LA SALITRERA	(3) GUARAJATO NORTE	(4) AREA RIOVERDE	AREA ESTUDIADA	
CENozoica	TERCIARIO	RECIENTE PLEISTOCENO		1		ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION	
		PLIOCENO		13			7 RIOLITAS		RIOLITA	
		MIOCENO		23		ROCAS IGREAS EXTRUSIVAS	TUBAS DE COQUELES	ROCAS IGREAS EXTRUSIVAS	TUBAS	
		OLIGOCENO		36			ARDESITAS		ARDESITAS	
		EOCENO		58			TUBAS ROJAS			
MESozoica	CRETACICO	PALEOCENO		63						
		SUPERIOR	MAESTRICHTIANO		72				CARDENAS	
			CAMPANIANO		84	CAPAS CARDENAS				
			SANTONIANO							
			CONIACIANO							
	TURONIANO		90	SOYATAL	SOYATAL	SOYATAL	AGUA SUVA SOYATAL			
	INFERIOR	CENOMANIANO		110	EL DOCTOR	EL DOCTOR	EL DOCTOR	EL DOCTOR	EL DOCTOR	
		AALNB								
		SUPERIOR MEDIO INFERIOR		120						
		APTIANCO								
		BARREMIANO								
		NEMIOCO								
		HAUTERIANO								
VALANGINIANO										
BERRIASIANO		135								

♦ EDAD MILLONES DE AÑOS

1.- E. G. CSERNA Y A. B. BARRADAS, 1963

2.- AREA LA SALITRERA MUNICIPIO V. DE ZARAGOZA, S. L. P

3.- A. ESPINOSA G 1974, MUNICIPIO VICTORIA, GTO. (TESIS PROFESIONAL)

4.- PETROLEOS MEXICANOS, TABLA DE CORRELACION ESTRATIGRAFICA

5.- EL REFUGIO, MUNICIPIO. VICTORIA, GTO (TESIS PROFESIONAL)



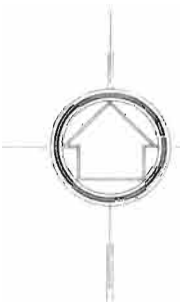
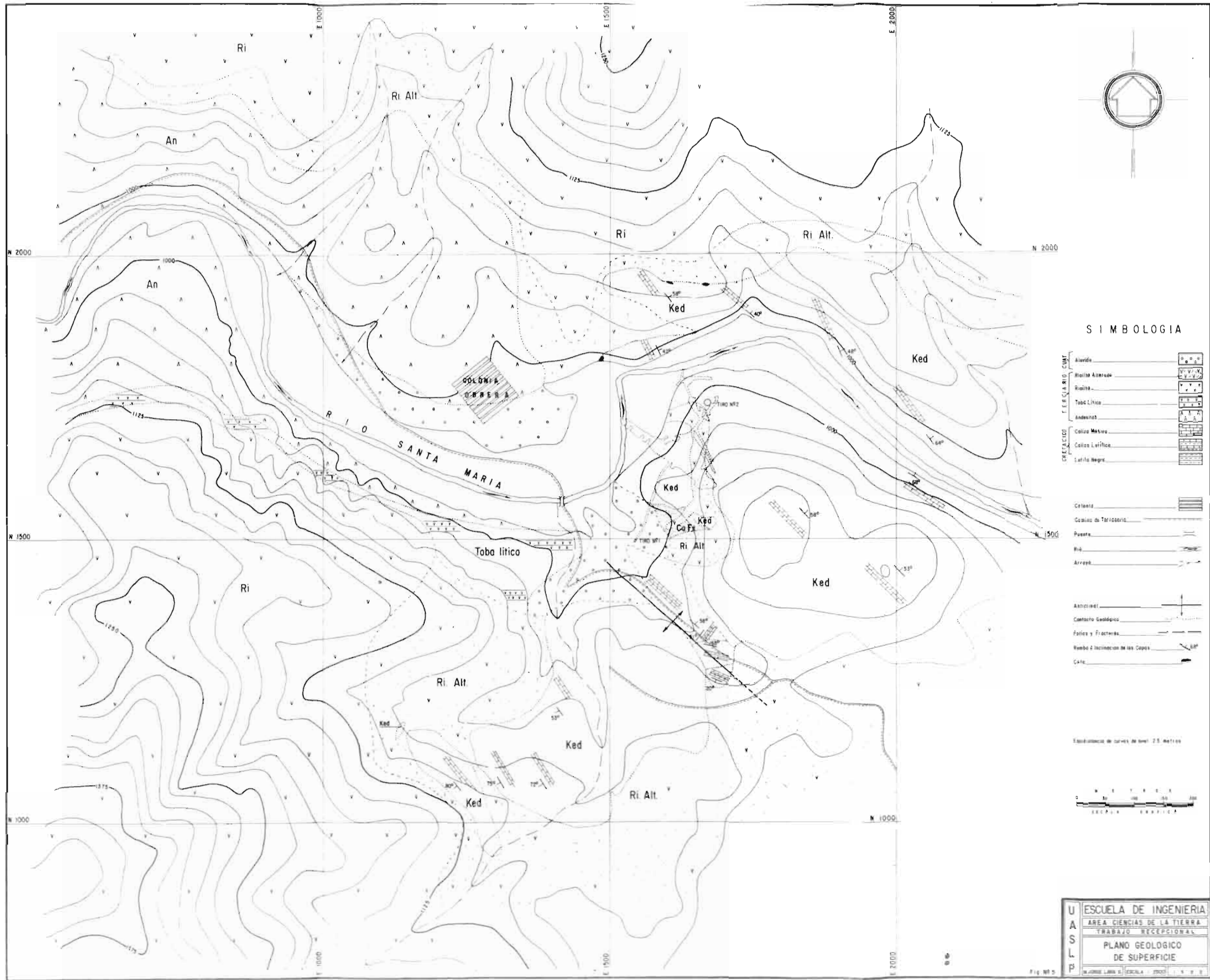
FALTA DE AFLORAMIENTO



AUSENCIA DE FORMACIONES INTERMEDIAS

U A S L P	ESCUELA DE INGENIERIA
	AREA CIENCIAS DE LA TIERRA
	TRABAJO RECEPTUAL
	TABLA DE CORRELACION ESTRATIGRAFICA
	N. JORGE LARA
	1980

Fig. N° 4



SIMBOLOGIA

TERCER ORDEN CUAT	
Alcalde	[Symbol]
Riolita Alterada	[Symbol]
Riolita	[Symbol]
Toba Litica	[Symbol]
Andesitas	[Symbol]

PRETACIO	
Cáliza Meliara	[Symbol]
Cáliza Leñice	[Symbol]
Lafila Negra	[Symbol]

Coleta	[Symbol]
Carretera de Terrestre	[Symbol]
Puente	[Symbol]
Rio	[Symbol]
Arroyo	[Symbol]

Astronómico	[Symbol]
Contacto Geológico	[Symbol]
Fallas y Fracturas	[Symbol]
Wedge e Inclinación de los Copes	[Symbol]
Cata	[Symbol]

Escala de curvas de nivel: 25 Metros



U  
A  
S  
L  
P

ESCUELA DE INGENIERIA  
AREA CIENCIAS DE LA TIERRA  
TRABAJO RECEPTIVAL  
PLANO GEOLOGICO  
DE SUPERFICIE

Fig. No. 5



## CAPITULO IV

GEOLOGIA ECONOMICA

## CUERPO REFUGIO.

1.- TIPO DE DEPOSITO.

Las rocas aledañas al cuerpo mineralizado presentan alteraciones, producto de soluciones hidrotermales de bajas temperaturas. Las rocas calcáreas, presentan silicificación y calcificación, mientras que en las rocas volcánicas se observa un halo de fuerte argilitización dando diversas tonalidades a la roca, extendido generalmente en los contactos caliza-riolita, contienen además gran cantidad de pirita diseminada.

El depósito en sí tiene gran porosidad, con frecuencia se presenta en drusas con formas botroidales, que son formadas a bajas temperaturas. Las características observadas dentro y en las zonas circunvecinas al cuerpo, coinciden con las condiciones mencionadas por Lindgren para los depósitos epitermales. Teniendo que éstos se encuentran asociados a actividades ígneas del terciario como sucede con el yacimiento aquí tratado.

2.- FORMA Y EXPANSION DE LA MINERALIZACION.

La mineralización se ha desarrollado en bloques de ca

lizas, emplazándose a lo largo de una falla que corre con un rumbo general promedio de N 55° W que coincide con el contacto caliza caliza-lutítica, formando un cuerpo oblongo conocido como chimenea, sus dimensiones cerca de la superficie son cortas, ampliándose hacia profundidad alcanzando su máximo espesor en el nivel 3, teniendo una extensión de 300 m longitudinales por 50 m transversales.

Esto aproximadamente 130 m desde superficie. A partir de este nivel el cuerpo se cierra a profundidad, determinado esto en razón de los resultados obtenidos por la barrenación a diamante efectuada tanto desde superficie como en interior mina.

El cuerpo se encuentra limitado hacia su parte norte y al alto por un cuerpo de riolita alterada sumamente deletuable, en forma de cono invertido que al parecer ha rellenado formas antiguas a la actividad ígnea (Fig. 10) y por caliza en la porción sur, en la que se observan efectos causados por la mineralización como es la recristalización y contenido de calcita, debido esto a la expulsión de carbonatos durante el reemplazamiento, entre estas rocas y el cuerpo existe una brecha formada por clastos calcáreos cementados por fluorita color negro violáceo, terrosa de baja ley denominada brecha del alto.

Hacia esta zona se desprenden pequeños apófisis, como el R-2, R-3 y P-90 (Figs. 9 y 10), Este es el de mayor im-

portancia, teniendo mineral metalúrgico y un tonelaje bastante aceptable.

Estos índices fueron controlados por fallas que corren NE-SW y por las rocas ígneas.

El contacto del bajo es por lo general una zona de brecha muy cerca de la alternancia caliza-lutitas.

### 3.- CONTROLES DE LA MINERALIZACIÓN.

Son muy marcados dos principales factores que controlan la mineralización en la mina El Refugio, y en general de la provincia fluorífera del río Santa María, que son a saber: estructurales y litológicos.

A nivel regional se presenta un sistema de fallas con una orientación NW-SE y con un fracturamiento normal, que ha servido a modo de resumidero dando origen al río Santa María. Estas zonas de debilidad que indudablemente continúan a profundidad, han servido como conductos mediante los cuales fluyeron soluciones mineralizantes. Estas han encontrado las zonas favorables para su deposición en las calizas, preferentemente en los flancos de estructuras plegadas y ahí donde la roca ígnea ha tenido un factor preponderante en la preparación de la roca encajonante.

A nivel local estas zonas de debilidad representadas por el cruce de fracturas, creó una zona propicia para facilitar la salida de los fluidos mineralizantes ricos en -

flúor. Estas soluciones avanzaron hacia superficie reemplazando la caliza, extendiéndose hasta alcanzar la caliza-lutítica y rellenando espacios abiertos en parte de brecha ígnea, creándose zonas con mayor contenido de sílice.

#### 4.- POSIBLE GENESIS DEL YACIMIENTO REFUGIO.

De acuerdo a estudios realizados y por observaciones directas, tanto del depósito como en el área circundante, se menciona la posible secuencia cronológica de actividades geológicas en la mina El Refugio y en general de este distrito minero.

Existencia de una cubierta calcárea (cretácico) en la mayor parte de la zona.

Posteriormente se presenta un gran tectonismo asociado a un vulcanismo marcado (Revolución Laramide), produciendo grandes plegamientos y fallamientos.

Introducción y derrames de rocas ígneas ácidas, cubriendo la superficie de erosión prevolcánica, rellenando algunas cavidades.

Mineralización principal de fluorita por soluciones hidrotermales debido a las fases finales de enfriamiento del magma que originó las intrusiones y derrames lávicos y que se manifiesta en la superficie por la alteración de la caliza y riolita.

Por último, se presenta una actividad volcánica post-

mineral con una reactivación de los cuerpos de mineral anteriormente formadas, con una mayor acumulación de las soluciones mineralizantes, en aquellas áreas donde existen las condiciones de pasaje y sello de las mismas.

##### 5.- MINERALIZACIÓN Y PARAGENESIS.

La fluorita es el mineral principal del yacimiento. Se encuentra principalmente reemplazando estratos de caliza. Presentando una variedad de texturas como masiva, brechoide, bandeada, botroidal y sacaroides, con una variedad de tonalidades como son el marrón miel, oscuro, rojizo, negro, violáceo, etc. El cuerpo tiene una ley promedio hacia sus extremos de 80% de fluorita y 12% de sílice. En la zona central, disminuye considerablemente el contenido de sílice, encontrándose promedios menores de 6% de sílice (Fig. 12) y se incrementa el porcentaje de  $\text{CaF}_2$ .

Se han determinado dos o más generaciones de fluorita, observándose vetillas de fluorita cruzando cuerpos masivos de ésta.

"La calcita por su abundancia es el segundo mineral más importante. Esta se formó en tres generaciones, la más reciente se presenta en forma de cristales cubriendo las paredes de las cavidades" (Kemiak y Coochson, 1974).

Se observan otros minerales en trazas como cinabrio, cuarzo, pirita y calcopirita, encontrándose éstas erráti-

camente diseminadas en los interbandeamientos de la fluorita y en las drusas de calcita.

La paragénesis propuesta es la siguiente (Kemiak):

Calcita I

Fluorita I

Calcita II

Fluorita II

Cinabrio

Pirita

Calcopirita

Cuarzo

Calcita III

#### 6.- CONCEPTOS USADOS PARA LA EVALUACION DEL YACIMIENTO.

Las reservas de mineral de un depósito constituyen un factor preponderante sobre los demás hechos concernientes a la preparación, desarrollo y explotación del mismo, ya que éstas representan el balance económico del negocio minero.

El potencial y calidad de éstas, así como el precio y demanda en el mercado internacional, permite decidir a las empresas las políticas futuras de inversiones.

El criterio geológico, el mecanismo y grado de certeza empleados en la cubicación de reservas, nos dan las ventajas necesarias para la evaluación del yacimiento.

A continuación se enumera una serie de términos usados en la evaluación de un depósito mineral.

#### MINERAL ECONOMICO.

Es un agregado natural de uno o más minerales, que pueden ser extraídos y vendidos con una utilidad económica.

Para el yacimiento en estudio se tomó como reserva económica, aquel mineral que de acuerdo con sus contenidos de  $\text{CaF}_2$  y  $\text{SiO}_2$  pudieran ser utilizados por sí solos para su beneficio en la planta de flotación, o producción de grado metalúrgico directo de mina. Utilizando los siguientes parámetros.

a) El mineral para beneficiarse en la planta de flotación, es aquel que no cumple con las especificaciones requeridas para su uso como metalúrgico. Debe ser menor de 65 U.E. [Unidades Efectivas], teniendo como porcentajes los siguientes valores:

80%  $\text{CaF}_2$ ; 15%  $\text{SiO}_2$

b) La producción grado metalúrgico debe ser mayor de 65 U.E. y con las características mencionadas en su oportunidad. Las Unidades Efectivas varían en función directa con el porcentaje contenido de sílice y éstas se calculan mediante la fórmula siguiente:

$$U.E. = \% \text{CaF}_2 - 2.5 (\% \text{SiO}_2)$$

Así los porcentajes de sílice serán generalmente menores de 9% y los de  $\text{CaF}_2$  dependerán de éstas.

#### TEPETATE.

Es todo agregado natural de uno o más minerales cuyo costo de extracción y proceso es mayor al valor del metal extraído.

#### VALOR MINIMO EXPLOTABLE (Cutoff).

Está dado por la suma del costo de extracción, costo de transporte, costo de proceso y costos de indirectos por unidad de producción (tons. met.).

#### MINERAL MARGINAL.

Es el mineral probado, probable o posible, cuyo valor económico es igual o más bajo que el límite económico de la operación minero-metalúrgica. Pero un aumento en los precios de mineral, una baja en los costos de operación o una mejoría en la operación metalúrgica pueden hacer este mineral costeable en cualquier momento.

Este mineral no se incluye en las reservas de mineral.

Son usados también otros términos como reservas probadas, reservas probables, reservas posibles, accesibili-



dad que más adelante se describe.

#### 7.- MUESTREO.

"La toma de muestras es el proceso de tomar una pequeña porción de un artículo de tal manera que la misma sea representativa del conjunto".

Baxter y Parks

Una función muy importante, juega el muestreo dentro de las actividades realizadas por el geólogo en los trabajos de mina. En razón de los resultados arrojados por ésta, se obtendrá una evaluación muy certera de la nobleza del depósito, que será guía para su explotación.

En la mina objeto de este trabajo, se realizan tres tipos de muestreo, según las necesidades de la mina, son a saber: muestreo de canal, muestreo de barrenos con diamante y muestreo de recuperación de lodos (Bnos. seccionales).

#### MUESTREO DE CANAL.

Se realiza en forma sistemática cada tres cortes (sistema de explotación usado es tumba y relleno con post-pilar), en líneas normales al rumbo general del cuerpo, con separaciones de 5 m entre éstas, recolectándose generalmente muestras de 2 m sobre el canal, mandándose para su ensaye a la planta de beneficio en la ciudad de Ríoverde, S. L. P.

#### MUESTREO DE TESTIGOS DE BARRENACION CON DIAMANTE.

Este se efectúa teniendo como base la descripción del testigo, determinándose las áreas mineralizadas. Tomando muestras normalmente de 2 m.

Se corta longitudinalmente la muestra y se manda la mitad para su análisis, dejándose en archivo la parte complementaria. Este muestreo desarrolla un papel muy importante para la cubicación de bloques.

Se cuenta para la perforación con una máquina Joy D - 20, para colar barrenos largos, manejada por contratistas, y una Pack-sack propiedad de la compañía, para efectuar barrenos cortos.

#### MUESTREO DE LODOS.

Este se ejecuta muy esporádicamente, cuando la necesidad de obtener información es mayor al tiempo disponible para las máquinas de diamante. Se obtiene perforando con barras de extensión de 1.50 m cada una de éstas, recuperando lodos por cada barra usada.

#### PESO ESPECIFICO.

La fluorita tiene un peso específico de 3.18, según la mineralogía Dana. Debido a las diferentes características que presentan en el depósito, se han efectuado una serie de pruebas con el fin de tener datos más representativos para la elaboración de reservas, determinándose un pe-

so específico de 2.8, mismo que se ha aplicado en el presente cómputo.

#### 8.- ESTIMACION DE RESERVAS.

Para la elaboración del libro de reservas, se realizó un minucioso y detallado trabajo, realizando básicamente una recopilación de datos, obtenidos tanto de obra directa como de barrenación con diamante.

Fueron utilizadas secciones verticales perpendiculares al cuerpo mineral, con equidistancias horizontales de 10 m, ubicando para ello todos los datos geológicos y topográficos existentes, así como los ensayos, bloqueando y dando ley a éstos.

En el bloqueo y cubicación de las reservas de mineral se tomó en cuenta el comportamiento del cuerpo, aunado a condiciones geológicas existentes, así como el criterio basado en la experiencia y conocimiento del depósito.

Se citan a continuación los diferentes criterios, tomados para la cubicación del yacimiento.

a) Los bloques fueron delimitados en sentido vertical, de piso a piso de cada nivel o del rebaje, tomando como margen de influencia, 21.50 m hacia arriba y hacia abajo de cada nivel.

b) Horizontalmente, se delimitó cada block por las secciones transversales al depósito, las obras directas y

por los barrenos de diamante. (Figs. 13, 14 y 15).

c) En sentido longitudinal se tomó un área de influencia de 5.00 m hacia ambos lados de la línea de sección.

Basado en estos criterios, se tomaron los siguientes parámetros para su agrupamiento y distinción del mineral cubicado.

Probadas	Grado Acido
	Grado Metalúrgico
Reservas Probables	Grado Acido
	Grado Metalúrgico
Posibles	
Reservas Probadas	

Es el mineral cuyo tonelaje es computado con dimensiones reveladas por afloramientos, obras mineras, barrenos y cuyas leyes son calculadas con ensayos de muestreo sistemático y detallado de esos lugares.

El espaciamiento de los lugares para inspección, muestreo y medida, es lo necesariamente cerrado y el carácter geológico es tan bien conocido que el tamaño, forma y contenidos están bien establecidos.

#### RESERVAS PROBABLES.

Es el mineral cuyo tonelaje y leyes son computadas con información obtenida en parte de mediciones específicas,

muestreo y en parte de proyecciones geológicas por distancias razonables basadas en evidencia geológica.

#### RESERVAS POSIBLES.

Es el mineral cuyos estimados están basados en gran parte en un amplio conocimiento del carácter geológico del depósito y para el cual hay pocas o ninguna muestra o mediciones. El geólogo infiere este mineral basado únicamente en conceptos geológicos, en su conocimiento de los cuerpos y si acaso en algún barrenos u obra donde se pueda medir o muestrear. Este mineral puede o no tener leyes estimadas y no debe ser mencionado como una cifra especulativa.

Igual que la clasificación del mineral, se hizo para cada bloque, su clasificación de acuerdo a su disponibilidad y prontitud, para su explotación en:

	Inmediata
Accesibilidad	Mediata
	Inaccesible

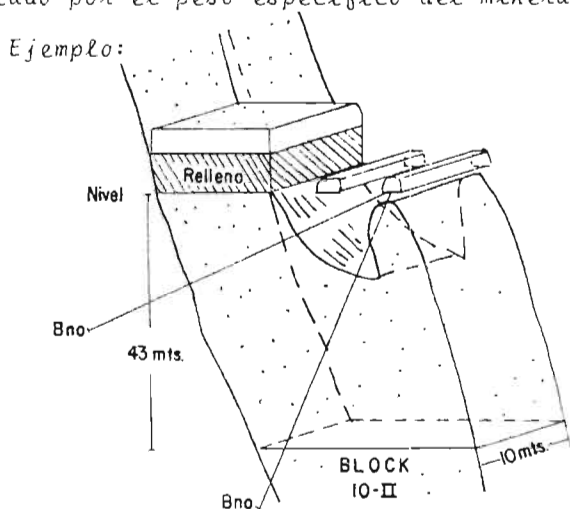
Accesibilidad Inmediata.- Es aquel mineral que requiere poco o ningún trabajo de preparación para su explotación.

Accesibilidad Mediata.- Mineral que requiere algún trabajo previo de preparación para su explotación.

Inaccesible.- Es el mineral que requiere una gran cantidad de trabajo para empezar su explotación.

### CUBICACION DE BLOQUES.

El tonelaje del depósito se calculó tomando como base las secciones verticales equidistantes cada 10 m. Areando estas por medio de planímetro, en razón principalmente a las irregularidades que presentan los contactos del cuerpo. Se formaron bloques de 43 y 21.5 m verticales, dependiendo éstos de sus características, y básicamente de su ley. El área computada se multiplicó por el espesor, siendo en este caso los 5 m de influencia a ambos lados de la sección afectado por el peso específico del mineral.



Fórmula concreta

$$A \times h \times G = \text{Tons. Métricas}$$

Donde

A = Area de sección

h = Distancia entre secciones

G = Peso específico

DATOS:

A = 1,470 m<sup>2</sup>

h = 10 m

G = 2.8

Tons. Métricas = 1,470 x 10 x 2.8

Tons. Métricas = 41,176

LEY PROMEDIO.

La ley promedio para cada block, se computó tomando en cuenta el muestreo de canal en los diferentes niveles, así como de los diferentes barrenos en cada block.

LEY PROMEDIO DEL BLOCK 10-II (Fig. 13).

	Ancho	CaF <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaCO <sub>3</sub>	U.E.
Muestreo de canal Niv. 4	15.00	88.8	7.7	2.2	
Bno Rp-4B	16.00	70.15	20.3	3.6	
Bno Rc-178	42.0	78.5	9.1	8.7	
Ley Promedio	73.00	78.78	11.26	6.24	50.63

DILUCION.

Se aplicó un 5% de dilución tanto en tonelaje como en ley, considerando el método combinado de explotación de post-pilar y tumbe con relleno hidráulico.









CAPITULO V  
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.- Las observaciones realizadas en el área de estudio, nos permiten considerar el depósito de origen hidrotermal, particularmente de tipo epitermal.

2.- El control y emplazamiento de la mineralización, ha sido mediante sistemas de fracturamientos orientados - NW-SE, con un segundo sistema normal a éste, en particular donde han coincidido en los contactos caliza-riolita.

3.- De acuerdo a los datos obtenidos en el cálculo de reservas, se tiene que el yacimiento Refugio es en un mayor porcentaje para producción grado ácido, teniéndose además un buen potencial.

4.- Debido a la irregularidad que presenta el cuerpo sobre todo en el contacto con la caliza masiva, es recomendable efectuar una barrenación sistemática con la máquina pack-sack, para establecer con un mayor grado de confiabilidad sus límites.

5.- Asimismo, proseguir con la exploración sistemática a profundidad mediante barrenación con diamante, para confirmar trazos del cuerpo hacia los futuros niveles inferiores de explotación.

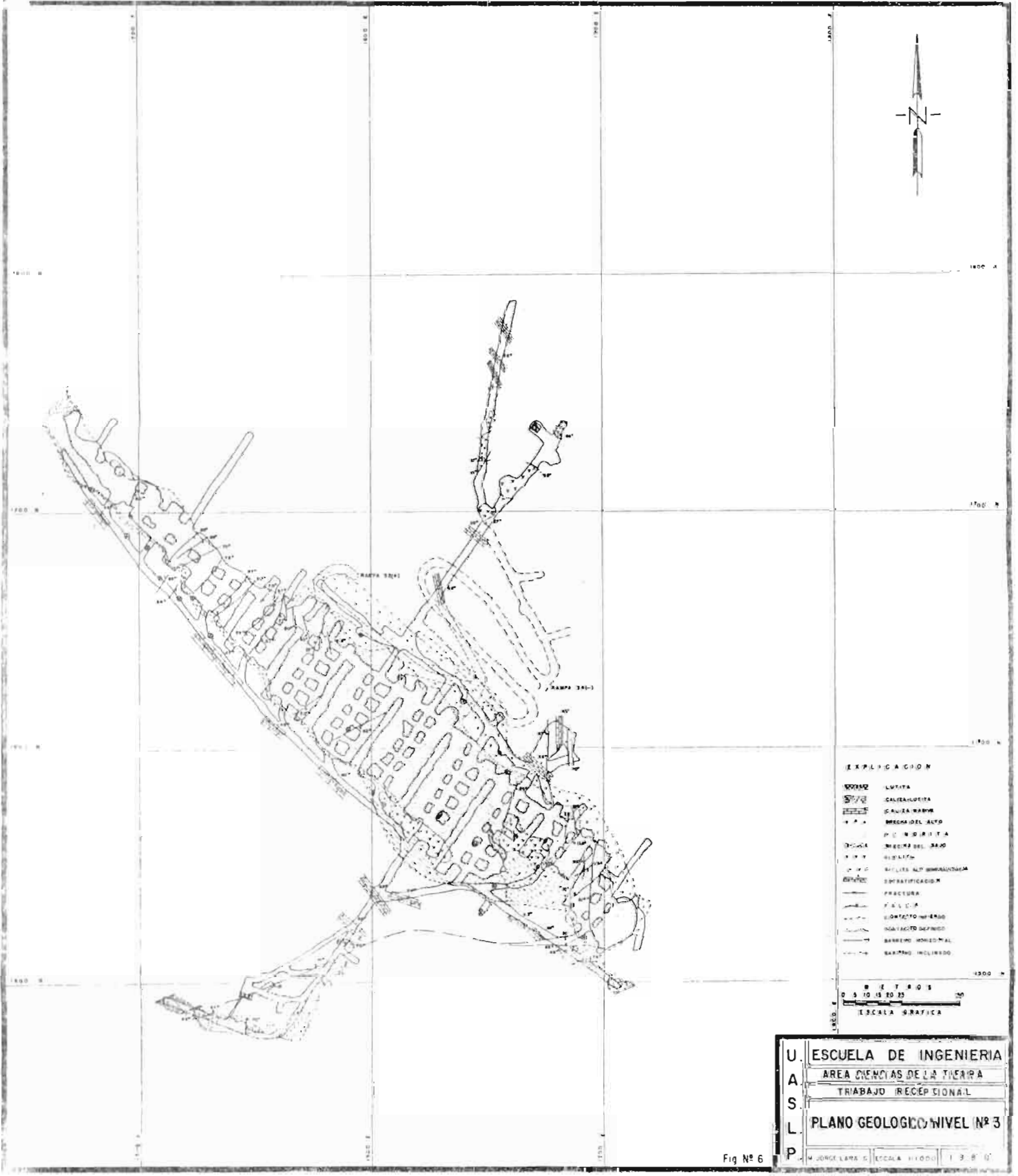
6.- En superficie, al norte y dentro del fondo minero El Refugio, se tienen manifestaciones atractivas para el emplazamiento de cuerpos económicos.

Mediante el levantamiento geológico del área se han detectado pequeños afloramientos de  $\text{CaF}_2$  (Fig. 5), con características semejantes a las zonas circundantes de los cuerpos conocidos por lo que es recomendable su reconocimiento, ya sea mediante barrenación o diamante o con obra directa efectuada desde interior mina (dada su cercanía con la zona de interés).

7.- En razón de que en el yacimiento se tienen perfectamente delimitadas sus áreas de mineral ácido y metalúrgico (Fig. 11), se recomienda proseguir con el muestreo sistemático de canal, espaciando sus plantillas de muestreo a cada 5 cortes. Dado el comportamiento de la mineralización, se considera suficiente para el control de leyes.

## BIBLIOGRAFIA

- Mc Kinstry, H.E., 1970 *Geología de Minas*. 3a. Ed. Barcelona Ed. Omega.
- Bateman, A., 1957 *Yacimientos Minerales de Rendimiento Económico*. Ed. Omega.
- Hurbult, C.S. *Manual de Mineralogía de Dana*. Ed. - Reverte, S.A. 2a. Ed.
- Snively, N., 1972 *Estudios Geológicos en la Mina El Refugio*.
- Caro, O.E. *Geología de la Mina El Realito*.
- Kemiak, Koochson, 1975 *Evolución de Paleocarst y su Relación con la Mineralización en las Minas - de Fluorita El Realito y El Refugio*. Rioverde, S.L.P.
- XI Convención de la A.I.M.M.G.M., - 1975.
- Martínez Ruiz, V.J., 1971 *Estudio Geológico del Area El Milagro-Villa de Guadalupe, Mpio. de Guadalcázar y Villa de Guadalupe, S.L.P. Tesis*.
- Palos Navarro, J.S., 1978 *Formaciones Geológicas Reconocidas - en el Altiplano del Estado de San - Luis Potosí, Compilación de Descripciones Originales. Trabajo Recepcional*.
- Raisz, E., 1959 *Land Forms of Mexico (Mapa)*, Cambridge Mass, 1959.

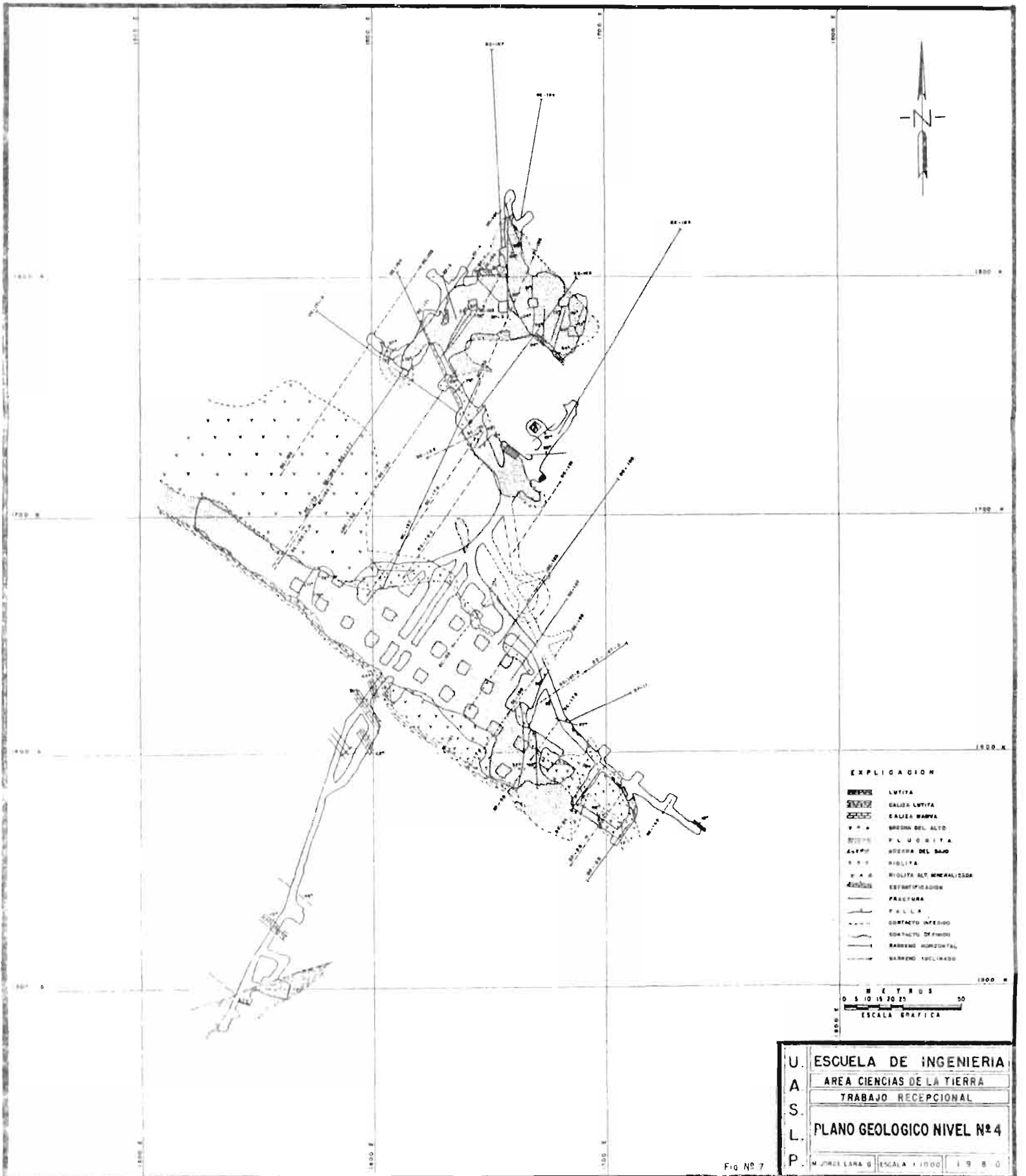


- EXPLICACION**
- SWIRL LUTITA
  - S/S/G CALCAHUELA
  - CAJAZA WARM
  - MEDIA DEL ALTO
  - MEDIA DEL BAJO
  - ESQUELETO
  - ESQUELETO ALTERNANTE
  - ESQUELETO
  - FRACURA
  - FALDA
  - CONTACTO INDEFINIDO
  - CONTACTO DEFINIDO
  - BARRIO UNIFORME
  - BARRIO INCLINADO



U ESCUELA DE INGENIERIA  
 A AREA CIENCIAS DE LA TIERRA  
 S TRABAJO RECCIONAL  
 L PLANO GEOLOGICO NIVEL N° 3  
 P M JORGE LARA C ESCALA 1:1000 1 3 8 0'

Fig N° 6



EXPLICACION

- LUTITA
- CALIZA LUTITA
- CALIZA BARVA
- BRECHA DEL ALTO
- PLUVISITA
- BRECHA DEL BAJO
- RIOLITA
- RIOLITA ALT MINERALIZADA
- ESTRATIFICACION
- FRACTURA
- FALLA
- CONTACTO INESIGMO
- CONTACTO DEFINITO
- BARRIDO HORIZONTAL
- BARRIDO INCLINADO

M E T R O S  
 0 5 10 15 20 25 30  
 ESCALA GRAFICA

U. A. S. L. P.	ESCUELA DE INGENIERIA		
	AREA CIENCIAS DE LA TIERRA		
	TRABAJO RECEPCIONAL		
	PLANO GEOLOGICO NIVEL N° 4		
	M. JORGE LARA G.	ESCALA 1:1000	1980



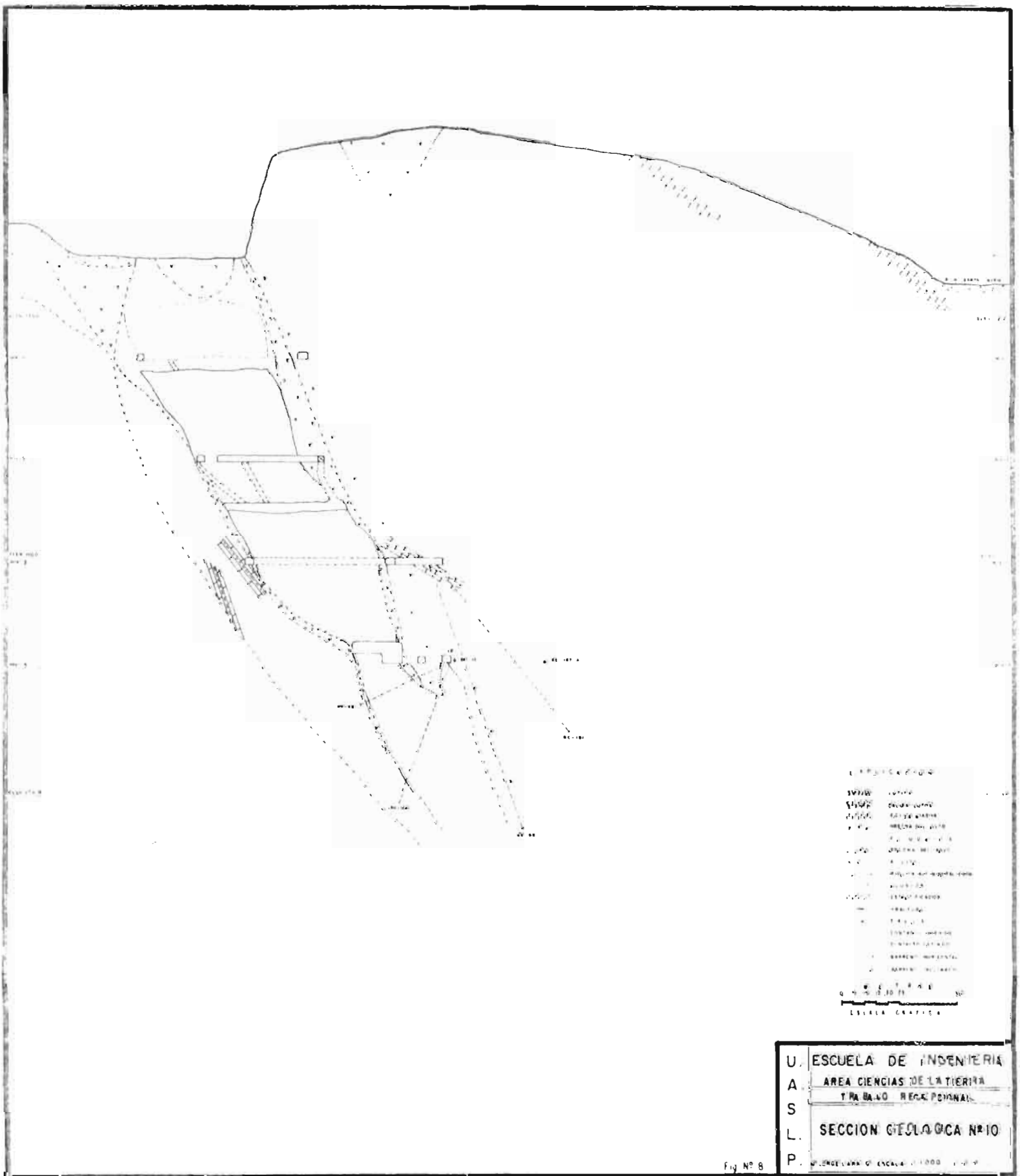


Fig. Nº 8

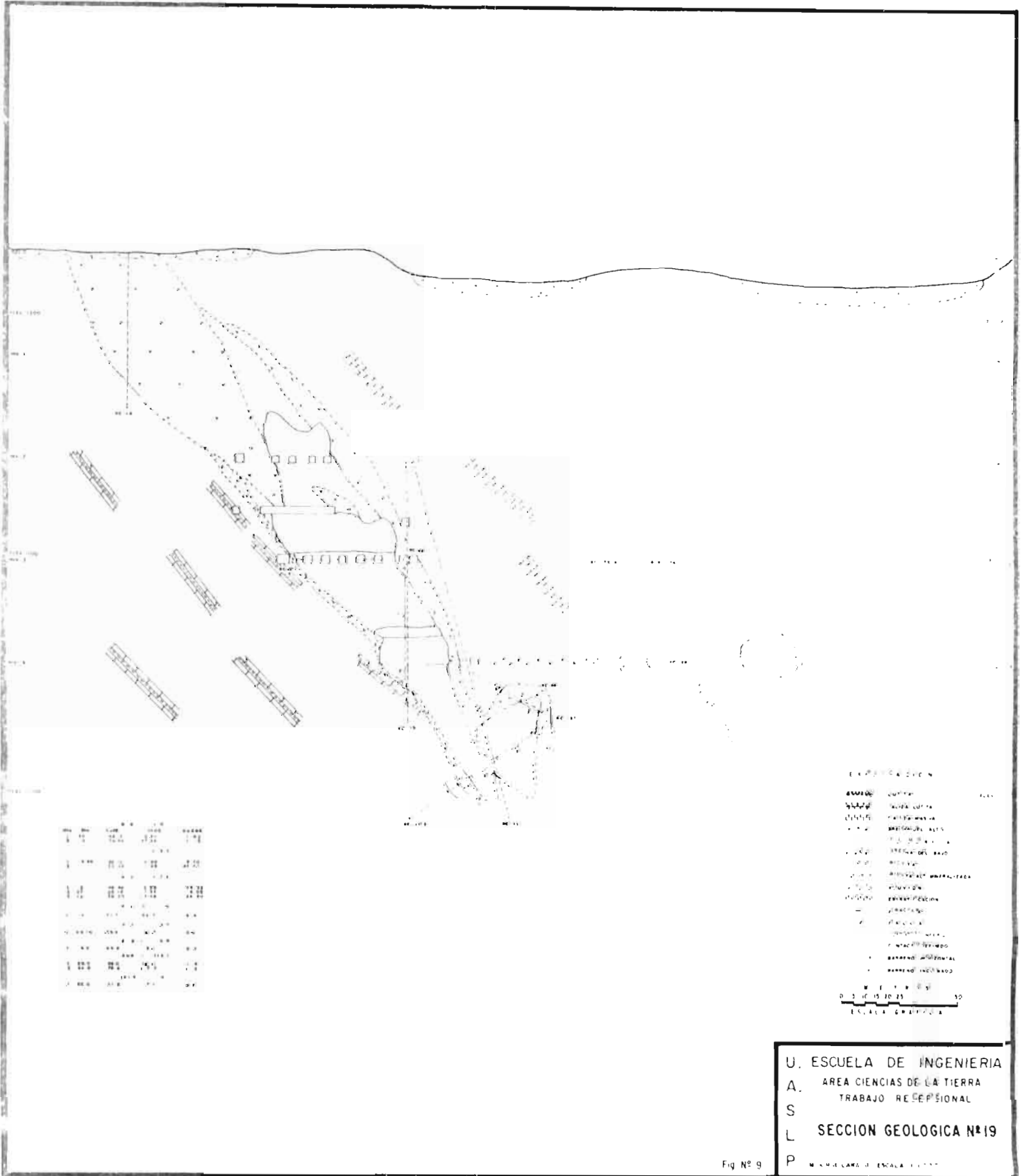
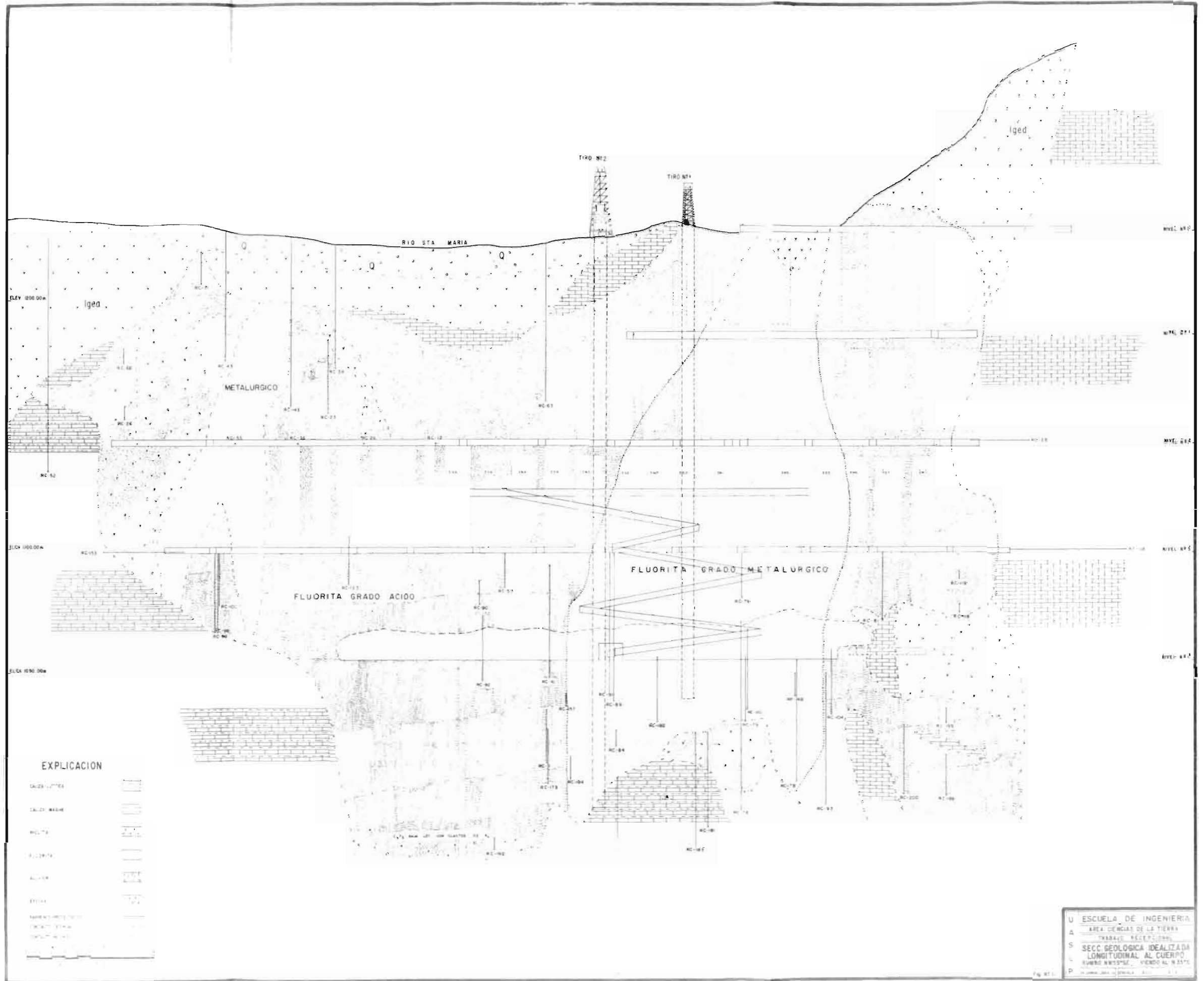


Fig Nº 9

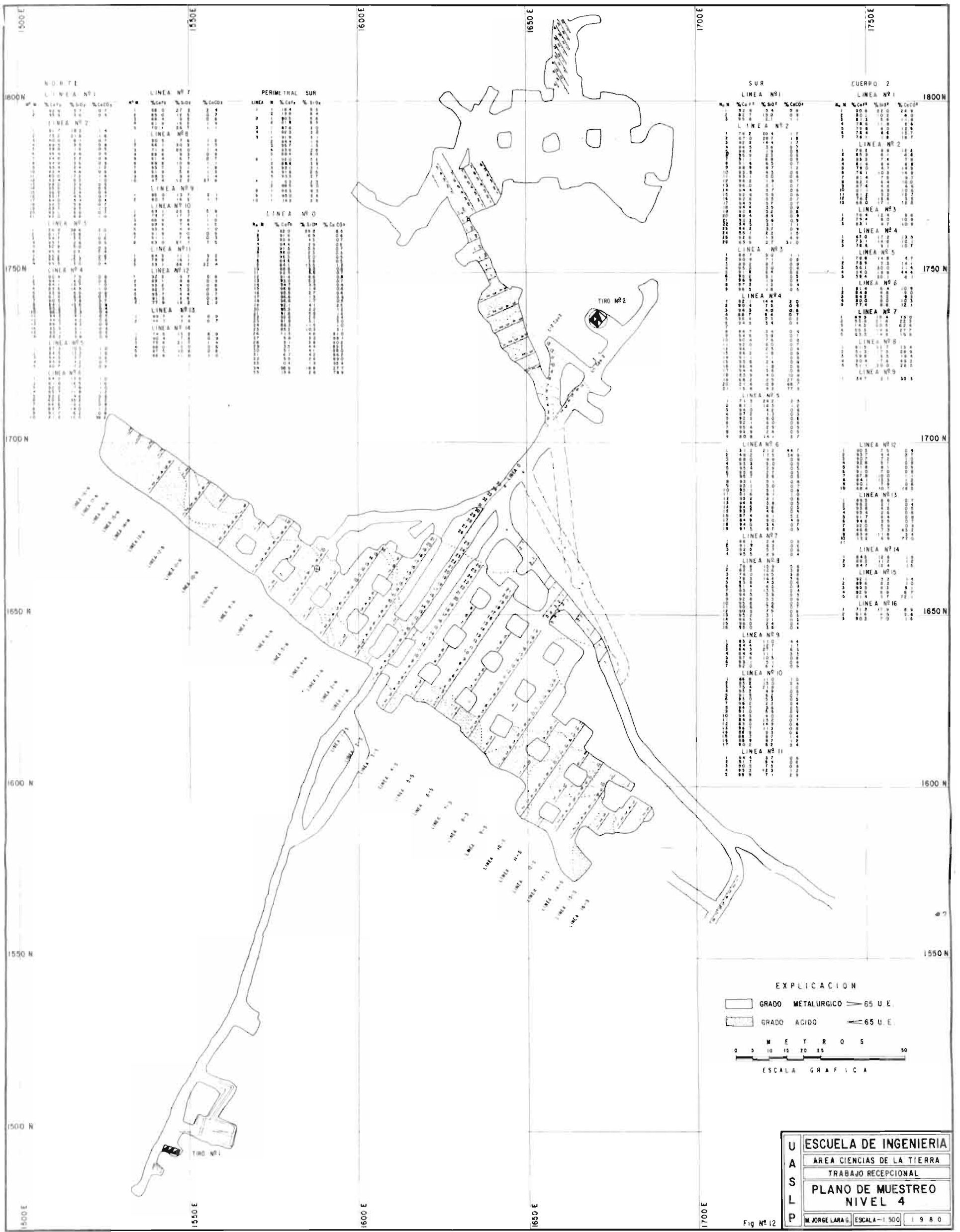




EXPLICACION

- SALES Y YESO
- SALES MAGNES
- ARCILLAS
- FLUORITA
- ALUMINA
- YESO
- MADEIRA
- CONCRETO
- TIPO DE PIEDRA

U ESCUELA DE INGENIERIA  
 A AREA CIENCIAS DE LA TIERRA  
 TRABAJO RECUPERACION  
 S SECC GEOLOGICA IDEALIZADA  
 LONGITUDINAL AL CUERPO  
 RUBEN ARISTIZABAL, VIENDO AL N. 55° E.  
 P



1500 E  
1550 N  
1600 N  
1650 N  
1700 N  
1750 N  
1800 N

1500 E  
1550 E  
1600 E  
1650 E  
1700 E  
1750 E

**NORTE**

LINEA Nº	Nº	%Ca	%Mg	%CaCO <sub>3</sub>
LINEA Nº 1	1	22.5	1.2	10.5
LINEA Nº 2	2	23.0	1.3	11.0
LINEA Nº 3	3	23.5	1.4	11.5
LINEA Nº 4	4	24.0	1.5	12.0
LINEA Nº 5	5	24.5	1.6	12.5
LINEA Nº 6	6	25.0	1.7	13.0
LINEA Nº 7	7	25.5	1.8	13.5
LINEA Nº 8	8	26.0	1.9	14.0
LINEA Nº 9	9	26.5	2.0	14.5
LINEA Nº 10	10	27.0	2.1	15.0
LINEA Nº 11	11	27.5	2.2	15.5
LINEA Nº 12	12	28.0	2.3	16.0
LINEA Nº 13	13	28.5	2.4	16.5
LINEA Nº 14	14	29.0	2.5	17.0
LINEA Nº 15	15	29.5	2.6	17.5
LINEA Nº 16	16	30.0	2.7	18.0

LINEA Nº	Nº	%Ca	%Mg	%CaCO <sub>3</sub>
LINEA Nº 7	7	25.5	1.8	13.5
LINEA Nº 8	8	26.0	1.9	14.0
LINEA Nº 9	9	26.5	2.0	14.5
LINEA Nº 10	10	27.0	2.1	15.0
LINEA Nº 11	11	27.5	2.2	15.5
LINEA Nº 12	12	28.0	2.3	16.0
LINEA Nº 13	13	28.5	2.4	16.5
LINEA Nº 14	14	29.0	2.5	17.0
LINEA Nº 15	15	29.5	2.6	17.5
LINEA Nº 16	16	30.0	2.7	18.0

**PERIMETRAL SUR**

LINEA Nº	Nº	%Ca	%Mg	%CaCO <sub>3</sub>
LINEA Nº 1	1	22.5	1.2	10.5
LINEA Nº 2	2	23.0	1.3	11.0
LINEA Nº 3	3	23.5	1.4	11.5
LINEA Nº 4	4	24.0	1.5	12.0
LINEA Nº 5	5	24.5	1.6	12.5
LINEA Nº 6	6	25.0	1.7	13.0
LINEA Nº 7	7	25.5	1.8	13.5
LINEA Nº 8	8	26.0	1.9	14.0
LINEA Nº 9	9	26.5	2.0	14.5
LINEA Nº 10	10	27.0	2.1	15.0
LINEA Nº 11	11	27.5	2.2	15.5
LINEA Nº 12	12	28.0	2.3	16.0
LINEA Nº 13	13	28.5	2.4	16.5
LINEA Nº 14	14	29.0	2.5	17.0
LINEA Nº 15	15	29.5	2.6	17.5
LINEA Nº 16	16	30.0	2.7	18.0

**LINEA Nº 0**

Nº	%Ca	%Mg	%CaCO <sub>3</sub>
1	22.5	1.2	10.5
2	23.0	1.3	11.0
3	23.5	1.4	11.5
4	24.0	1.5	12.0
5	24.5	1.6	12.5
6	25.0	1.7	13.0
7	25.5	1.8	13.5
8	26.0	1.9	14.0
9	26.5	2.0	14.5
10	27.0	2.1	15.0
11	27.5	2.2	15.5
12	28.0	2.3	16.0
13	28.5	2.4	16.5
14	29.0	2.5	17.0
15	29.5	2.6	17.5
16	30.0	2.7	18.0

**SUR**

LINEA Nº	Nº	%Ca	%Mg	%CaCO <sub>3</sub>
LINEA Nº 1	1	22.5	1.2	10.5
LINEA Nº 2	2	23.0	1.3	11.0
LINEA Nº 3	3	23.5	1.4	11.5
LINEA Nº 4	4	24.0	1.5	12.0
LINEA Nº 5	5	24.5	1.6	12.5
LINEA Nº 6	6	25.0	1.7	13.0
LINEA Nº 7	7	25.5	1.8	13.5
LINEA Nº 8	8	26.0	1.9	14.0
LINEA Nº 9	9	26.5	2.0	14.5
LINEA Nº 10	10	27.0	2.1	15.0
LINEA Nº 11	11	27.5	2.2	15.5
LINEA Nº 12	12	28.0	2.3	16.0
LINEA Nº 13	13	28.5	2.4	16.5
LINEA Nº 14	14	29.0	2.5	17.0
LINEA Nº 15	15	29.5	2.6	17.5
LINEA Nº 16	16	30.0	2.7	18.0

**CUERPO 2**

LINEA Nº	Nº	%Ca	%Mg	%CaCO <sub>3</sub>
LINEA Nº 1	1	22.5	1.2	10.5
LINEA Nº 2	2	23.0	1.3	11.0
LINEA Nº 3	3	23.5	1.4	11.5
LINEA Nº 4	4	24.0	1.5	12.0
LINEA Nº 5	5	24.5	1.6	12.5
LINEA Nº 6	6	25.0	1.7	13.0
LINEA Nº 7	7	25.5	1.8	13.5
LINEA Nº 8	8	26.0	1.9	14.0
LINEA Nº 9	9	26.5	2.0	14.5
LINEA Nº 10	10	27.0	2.1	15.0
LINEA Nº 11	11	27.5	2.2	15.5
LINEA Nº 12	12	28.0	2.3	16.0
LINEA Nº 13	13	28.5	2.4	16.5
LINEA Nº 14	14	29.0	2.5	17.0
LINEA Nº 15	15	29.5	2.6	17.5
LINEA Nº 16	16	30.0	2.7	18.0

LINEA Nº	Nº	%Ca	%Mg	%CaCO <sub>3</sub>
LINEA Nº 1	1	22.5	1.2	10.5
LINEA Nº 2	2	23.0	1.3	11.0
LINEA Nº 3	3	23.5	1.4	11.5
LINEA Nº 4	4	24.0	1.5	12.0
LINEA Nº 5	5	24.5	1.6	12.5
LINEA Nº 6	6	25.0	1.7	13.0
LINEA Nº 7	7	25.5	1.8	13.5
LINEA Nº 8	8	26.0	1.9	14.0
LINEA Nº 9	9	26.5	2.0	14.5
LINEA Nº 10	10	27.0	2.1	15.0
LINEA Nº 11	11	27.5	2.2	15.5
LINEA Nº 12	12	28.0	2.3	16.0
LINEA Nº 13	13	28.5	2.4	16.5
LINEA Nº 14	14	29.0	2.5	17.0
LINEA Nº 15	15	29.5	2.6	17.5
LINEA Nº 16	16	30.0	2.7	18.0

LINEA Nº	Nº	%Ca	%Mg	%CaCO <sub>3</sub>
LINEA Nº 1	1	22.5	1.2	10.5
LINEA Nº 2	2	23.0	1.3	11.0
LINEA Nº 3	3	23.5	1.4	11.5
LINEA Nº 4	4	24.0	1.5	12.0
LINEA Nº 5	5	24.5	1.6	12.5
LINEA Nº 6	6	25.0	1.7	13.0
LINEA Nº 7	7	25.5	1.8	13.5
LINEA Nº 8	8	26.0	1.9	14.0
LINEA Nº 9	9	26.5	2.0	14.5
LINEA Nº 10	10	27.0	2.1	15.0
LINEA Nº 11	11	27.5	2.2	15.5
LINEA Nº 12	12	28.0	2.3	16.0
LINEA Nº 13	13	28.5	2.4	16.5
LINEA Nº 14	14	29.0	2.5	17.0
LINEA Nº 15	15	29.5	2.6	17.5
LINEA Nº 16	16	30.0	2.7	18.0

LINEA Nº	Nº	%Ca	%Mg	%CaCO <sub>3</sub>
LINEA Nº 1	1	22.5	1.2	10.5
LINEA Nº 2	2	23.0	1.3	11.0
LINEA Nº 3	3	23.5	1.4	11.5
LINEA Nº 4	4	24.0	1.5	12.0
LINEA Nº 5	5	24.5	1.6	12.5
LINEA Nº 6	6	25.0	1.7	13.0
LINEA Nº 7	7	25.5	1.8	13.5
LINEA Nº 8	8	26.0	1.9	14.0
LINEA Nº 9	9	26.5	2.0	14.5
LINEA Nº 10	10	27.0	2.1	15.0
LINEA Nº 11	11	27.5	2.2	15.5
LINEA Nº 12	12	28.0	2.3	16.0
LINEA Nº 13	13	28.5	2.4	16.5
LINEA Nº 14	14	29.0	2.5	17.0
LINEA Nº 15	15	29.5	2.6	17.5
LINEA Nº 16	16	30.0	2.7	18.0

LINEA Nº	Nº	%Ca	%Mg	%CaCO <sub>3</sub>
LINEA Nº 1	1	22.5	1.2	10.5
LINEA Nº 2	2	23.0	1.3	11.0
LINEA Nº 3	3	23.5	1.4	11.5
LINEA Nº 4	4	24.0	1.5	12.0
LINEA Nº 5	5	24.5	1.6	12.5
LINEA Nº 6	6	25.0	1.7	13.0
LINEA Nº 7	7	25.5	1.8	13.5
LINEA Nº 8	8	26.0	1.9	14.0
LINEA Nº 9	9	26.5	2.0	14.5
LINEA Nº 10	10	27.0	2.1	15.0
LINEA Nº 11	11	27.5	2.2	15.5
LINEA Nº 12	12	28.0	2.3	16.0
LINEA Nº 13	13	28.5	2.4	16.5
LINEA Nº 14	14	29.0	2.5	17.0
LINEA Nº 15	15	29.5	2.6	17.5
LINEA Nº 16	16	30.0	2.7	18.0

**EXPLICACION**

GRADO METALURGICO — 65 U.E.

GRADO ACIDO — 65 U.E.

M E T R O S

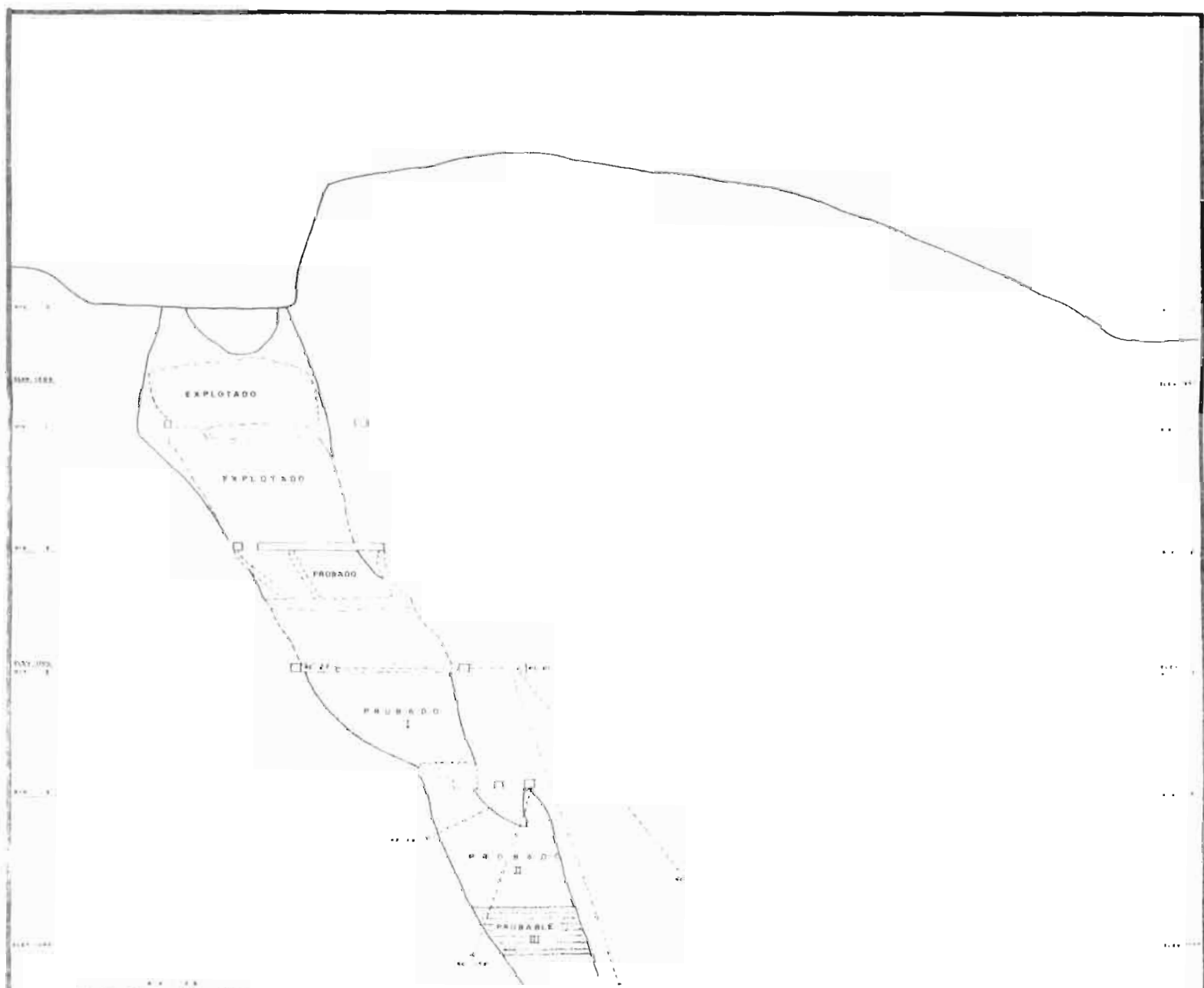
0 5 10 15 20 25 30

ESCALA GRAFICA

**U** ESCUELA DE INGENIERIA  
**A** AREA CIENCIAS DE LA TIERRA  
**S** TRABAJO RECEPCIONAL  
**L** PLANO DE MUESTREO  
**P** NIVEL 4

M. JORGE LARA G. ESCALA - 1:500 1980

Fig. Nº 12



NO.	SECCION	AREA	PROBADO	PRUBABLE	TOTAL
1	10	100	100	100	200
2	11	150	150	150	300
3	12	200	200	200	400
4	13	250	250	250	500
5	14	300	300	300	600
6	15	350	350	350	700

**EXPLICACION**

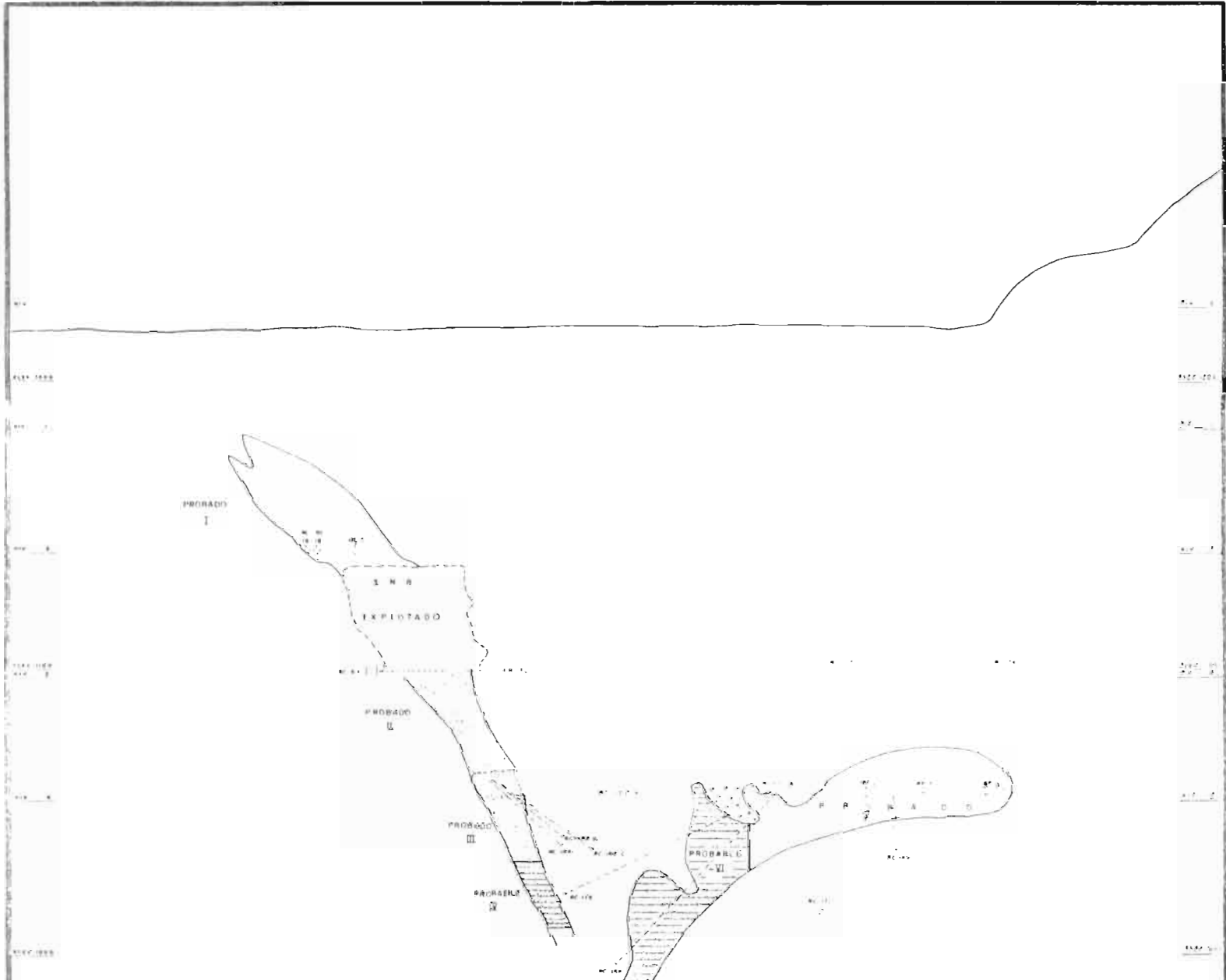
- PROBADO (with dashed line symbol)
- PRUBABLE (with solid line symbol)
- PROBABLE (with horizontal line pattern)
- PROBABLE (with diagonal line pattern)
- PROBABLE (with vertical line pattern)

5 10 20 30 40 50  
 ESCALA GRAFICA

U ESCUELA DE INGENIERIA  
 A AREA CIENCIAS DE LA TIERRA  
 S TRABAJO RECEPTUAL  
 L SECCION Nº 10 BLOCKS  
 P

Fig Nº 13





No.	Alt.	Prof.	Dist.	Coord.	Observ.
1	100	100	100	100	
2	100	100	100	100	
3	100	100	100	100	
4	100	100	100	100	
5	100	100	100	100	
6	100	100	100	100	
7	100	100	100	100	
8	100	100	100	100	
9	100	100	100	100	
10	100	100	100	100	

**EXPLICACION**

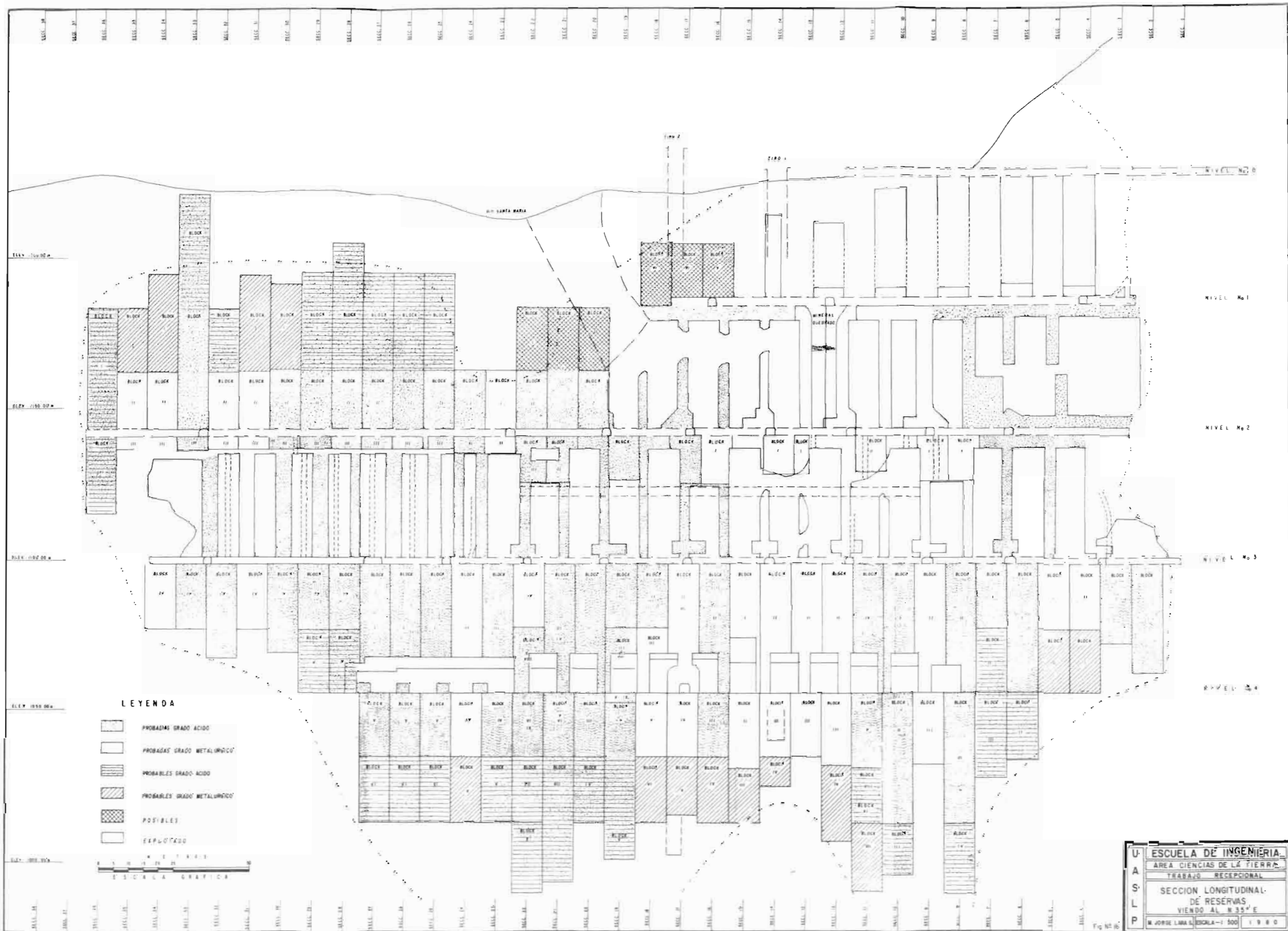
- PROBADO ICIOSO
- PROBADO METALURGICO
- PROBABLE ICIOSO
- PROBABLE METALURGICO
- PROBABLE

M E T R O S  
0 5 10 20 30 50  
ESCALA GRAFICA







U. ESCUELA DE INGENIERIA  
 A. AREA CIENCIAS DE LA TIERRA  
 S. TRABAJO RECEPCIONAL  
 L. SECCION Nº23 BLOCKS  
 P. NUMERACION INTERNA 1982

Fig Nº 15





**LEYENDA**

-  PROBABLES GRADO ACIDO
-  PROBABLES GRADO METALURGICO
-  PROBABLES GRADO ACIDO
-  PROBABLES GRADO METALURGICO
-  POSIBLES
-  EXPLOTADO



U  
A  
S  
L  
P

ESCUELA DE INGENIERIA  
AREA CIENCIAS DE LA TIERRA  
TRABAJO RECEPTORIAL

SECCION LONGITUDINAL  
DE RESERVAS  
VIENDO AL N 35° E

M. JOSÉ LIMA S. ESCALA 1:500 1980