

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica



## **GEOLOGIA, PETROLOGIA Y MINERALOGIA DE LA MINA RAUL - UNIDAD POLVORIN**

### **T E S I S**

Para optar el Título Profesional de  
**INGENIERO GEOLOGO**

**VICTOR RAUL EGOAVIL ARTEAGA**

PROMOCION 1979 - II

Lima - Perú  
1985

# I N D I C E

## PRIMERA PARTE : GENERALIDADES

### CAPITULO I

#### INTRODUCCION

RESUMEN	3
1.1 Ubicación	5
1.2 Reseña Histórica	7
1.3 Objetivo	8
1.4 Metodología	9
1.5 Trabajos Geológicos anteriores	10
1.6 Agradecimientos	11

## SEGUNDA PARTE : DESCRIPCION GEOLOGICA

### CAPITULO II

#### CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DEL AREA ESTUDIADA

2.1 Raúl y alrededores,	
2.1.1 Geología Regional	13
2.1.2 Geología Local	
a) Fisiografía	15
b) Rasgos Litoestratigráficos	16
	/.

c) Petrografía	26
d) Intrusiones y Tectonismo	30
e) Alteraciones y metamorfismo	31
2.1.3 Geología - Estructural	33
2.1.4 Los cuerpos minerales en general	34

TERCERA PARTE            LA UNIDAD LITOLÓGICA POLVORÍN  
 POSIBILIDADES DE DESARROLLO.

CAPITULO III

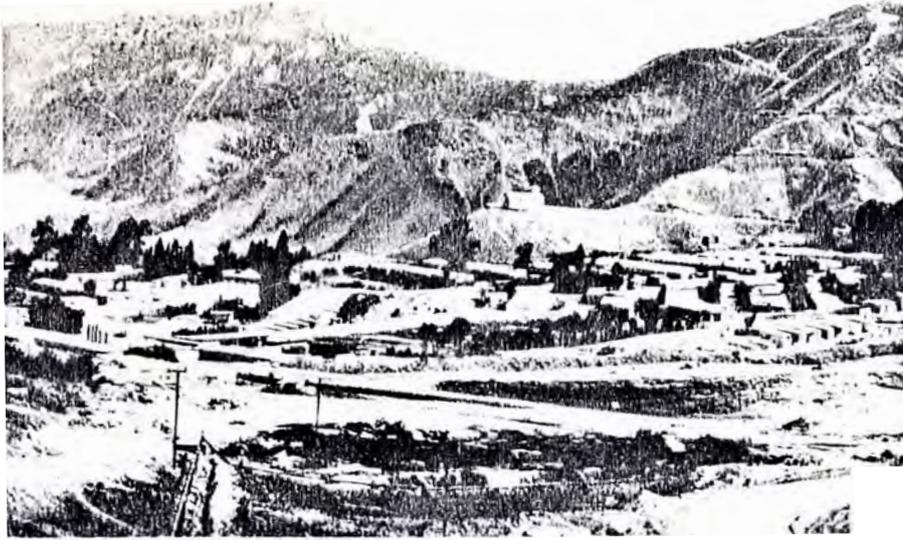
3.1 La unidad Polvorín

3.1.1 Petrografía y Alteraciones	48
3.1.2 Los cuerpos minerales	
a) Mineralogía	50
b) Geometría de los Cuerpos Mineralizados	
- a nivel de Unidad Litológica.	
- a nivel de Tajo.	
- a nivel de muestra de mano.	
- a nivel microscópico.	
c) Distribución de Leyes de Cu.	59
d) Controles de Mineralización	63
e) Persistencia de la mineralización	63
3.1.3 Reservas de la Mina Raúl	
a) Metodología	64
b) Reservas de la Mina Raúl	68

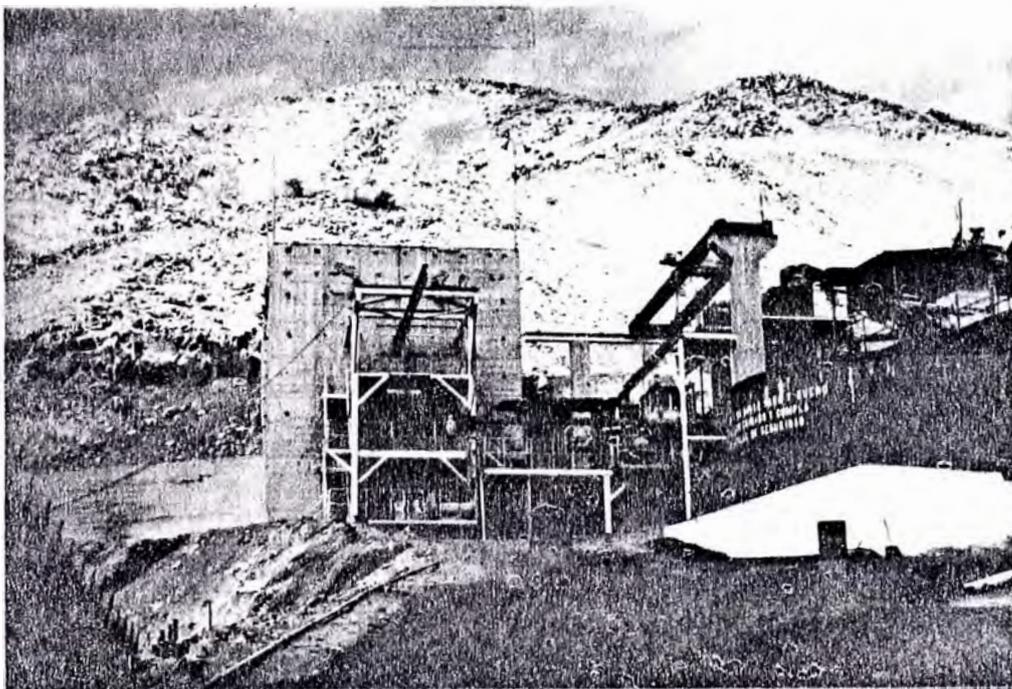
c) Reservas de la Unidad Polvorín	69
3.2 Conclusiones y Recomendaciones	71
3.3 Bibliografía y Referencias	73

**PRIMERA PARTE**

**GENERALIDADES**



Mina Paúl Vista del Campamento



PLANTA CONCENTRADORA

## R E S U M E N

La Mina Raúl, es un yacimiento cuprífero ubicado dentro de la franja mesozoica de la Costa que se extiende a lo largo del litoral.

La secuencia rocosa pertenece a la Formación Chilca (albano) con una potencia de 2,500 m. de volcánicos y piroclásticos andesíticos intercalados con sedimentos neríticos.

Esta secuencia rocosa consiste en un monoclinal con un rumbo promedio de  $N25^{\circ}W$  y buzamiento de  $38^{\circ}SW$ .

Las labores mineras y en especial los taladros diamantinos han cortado aproximadamente 700 m. de la secuencia rocosa, lográndose diferenciar por particularidades petrográficas y de mineralización, seis horizontes litológicos conocidos actualmente como Unidades Chicharrón, Polvorín, Intermedio, Actinolita, Apolo y Calicantro. El principal mineral económico es la chalcopirita, la ganga está constituida por pirita, pirrotita, marcasita y calcita.

En el yacimiento se reconocen las siguientes estructuras mineralizadas: Diseminaciones, brechas, ritmitas, mantos y vetas.

De estas estructuras las más importantes son las diseminaciones y brechas, con altos tonelajes la primera y proomedios de % Cu altos la segunda.

Las vetas tienen muy poca importancia por sus bajos tonelajes.

El presente trabajo considera la importancia de incrementar las reservas del Yacimiento, con el objeto de mantener la operación de la Compañía y eventualmente proyectar una probable ampliación en el futuro.

Teniendo en cuenta que los cuerpos mineralizados de mayor tamaño se localizan en las Unidades Polvorín e Intermedio, se hace necesario estudiar la posibilidad de realizar un proyecto de exploraciones en base a criterios geológicos definidos. El proyecto de exploraciones se extenderá principalmente a la Zona Sur a del área de trabajo y eventualmente hacia el Norte.

# C A P I T U L O I

## INTRODUCCION

### 1.1 UBICACION

El yacimiento cuprífero Raúl, en actual explotación por la Compañía Minera Pativilca S.A., está ubicado en el distrito de Mala, provincia de Cañete, Departamento de Lima, a la altura del Km. 90.0 de la nueva carretera Panamericana Sur, donde un desvío hacia el este nos lleva a la Mina, con un recorrido de aproximadamente 4.0 km. de carretera afirmada. (Fig.1)

Corresponde al campamento y principales instalaciones las coordenadas geográficas :

76° 35' Longitud Oeste.

12° 42' Latitud Sur.

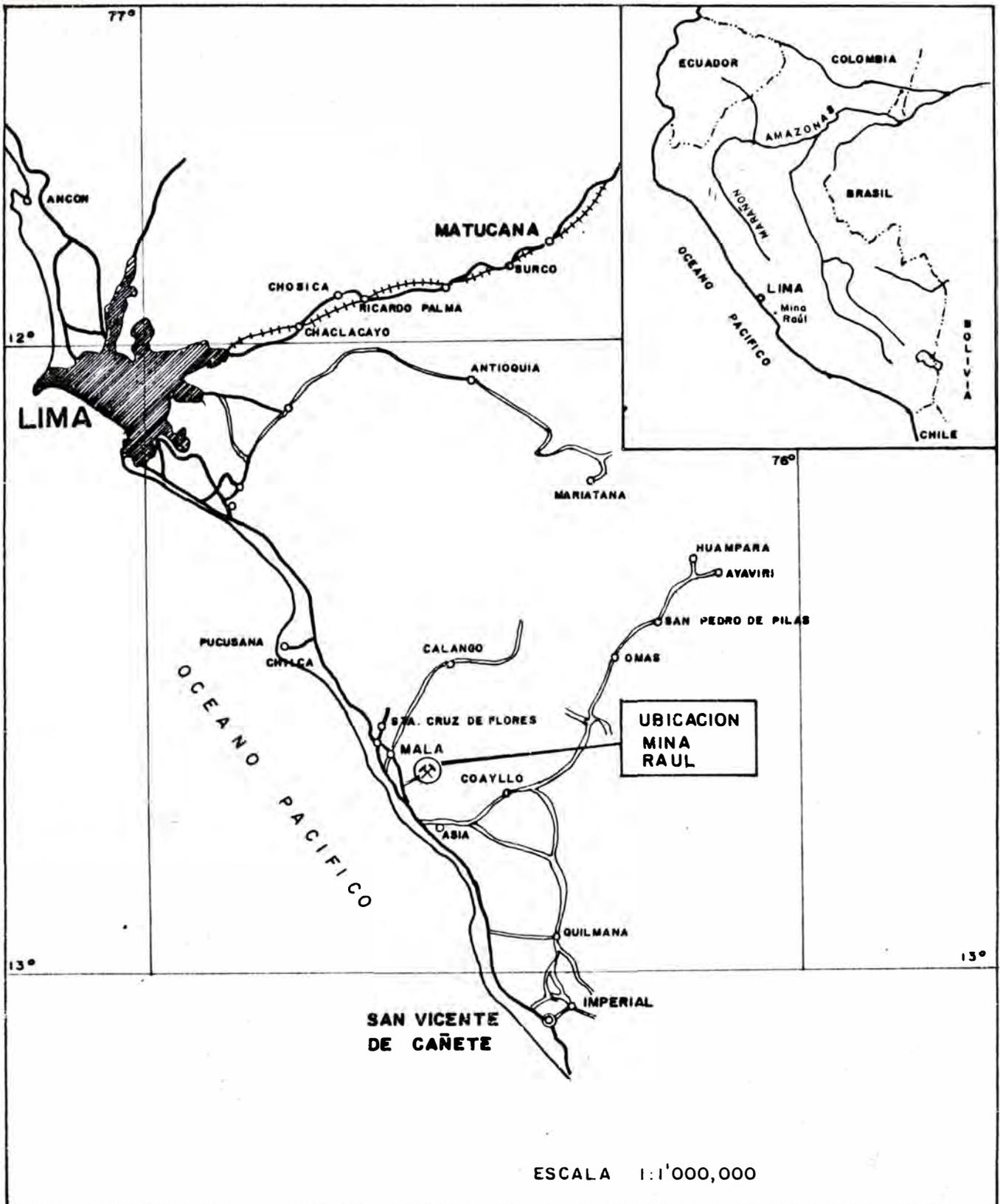


FIGURA 1.- Mapa de ubicación - Acceso

## 1.2 RESEÑA HISTORICA

El Yacimiento es conocido desde la época de la Colonia, quedando algunos socavones muy próximos a la su perficie como testigos del laboreo de aquella época.

Algunas informaciones recogidas, señalan como primer propietario de época reciente al Sr. Raúl Asín, gana dero de la zona, siendo conocido el Yacimiento con el nombre de Mina Pérdida, que luego tomó el nombre de Mina Raúl en recuerdo de su anterior propietario.

El año 1959 pasa a la Cía. Minera Pativilca S.A. en opción de venta, por el propietario Sr. Luis Vanini Meza, que comienza sus operaciones con un tratamiento en Planta de 100 TM/día y 4.0% Cu, a partir de es te momento la Cía. Minera Pativilca S.A. realiza acciones destinadas a ubicar reservas con el fin de ga rantizar una operación continuada, elevando su trata miento el año 1965 a 430 TM/día con 2.20% Cu.

El año 1975 se incrementa el tratamiento a 600 TM/día con 2.00% Cu, contando con 3'750,000 TM. con 2.10% de reservas.

El año 1980 se logra elevar el tratamiento a 1030 TM/día con 1.70% Cu, sumando las reservas a 4'075,000 TM con 2.11% Cu.

### 1.3 OBJETIVO

El presente trabajo trata de presentar un enfoque de los principales rasgos geológicos, petrológicos y mineralógicos del depósito, incidiendo particularmente en la Unidad Polvorín, a fin de :

- Determinar sus características y controles.
- Establecer modelos de comparación para proyectar exploraciones futuras dentro de las otras unidades considerando la similitud existente entre algunos de ellos con relación a la Unidad Polvorín.
- Conocer la geometría de los cuerpos mineralizados a fin de garantizar un óptimo minado.
- Incrementar las reservas de la Unidad Polvorín con modelo de exploración aplicada a este yacimiento.

#### 1.4 METODOLOGIA

El presente trabajo se ha realizado con el apoyo de la Compañía Minera Pativilca S.A. propietaria de la Mina Raúl.

La información Geológica disponible (levantamientos geológicos, muestreos, taladros diamantinos) ha permitido definir las estructuras por niveles y delinear contornos de la cuerpos mineralizados.

El trabajo de campo se realizó reconociendo y muestreando las labores que cortan las estructuras del yacimiento en los 4 niveles principales de trabajo, además la zona del Tajo Abierto y sus alrededores. Se realizó un reconocimiento general para todo el recorrido, observándose con detalle algunos puntos de interés especial.

El desarrollo del trabajo se complementó con la debida documentación bibliográfica.

## 1.5 TRABAJOS GEOLOGICOS ANTERIORES

Primeras referencias : De las casas F. y Ponzoni E. (1969) y Bellido B. y De Montreuil L. (1972). En la Metalogenia del Perú por ellos realizada tipifica el Yacimiento como Metasomático de contacto. Estudios posteriores lo tipificaron como volcánico exhaustivo (Cardozo M. 1975).

Ripley E. y Ohmoto H. (1977, 1979) hacen una descripción general del yacimiento, particularmente en la geoquímica de los isótopos de azufre, oxígeno e hidrógeno del depósito y lo tipifican como estratiforme de sulfuros masivos.

Además existen algunos trabajos específicos: Estratigrafía regional (Fernández Concha, 1968); locales: Injoque J., Valera J. 1976; Ravello T. y Castillo H. 1977; Mineralogía: Foster 1963; De Montreuil L. 1971.

## 1.6 AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a los geólogos de la Cía. Minera Pativilca S.A. por su esforzado apoyo durante los trabajos de campo y a la Compañía por permitir la publicación del presente trabajo.

A los Ingenieros P. H. Tumialán, M. Cardozo y J. Martínez, profesores de la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, por sus consejos y sugerencias para la realización del presente trabajo.

**SEGUNDA PARTE**

**DESCRIPCION GEOLOGICA**

## C A P I T U L O    I I

### CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DEL AREA ESTUDIADA

#### 2.1 RAUL Y ALREDEDORES

##### 2.1.1 Geología Regional (Fig. 2)

La geología regional del Perú Central se caracteriza por la presencia de franjas que corren paralelas a la línea de Costa en dirección NW-SE. Estas franjas desde la Costa del Pacífica hacia el interior del Continente son

- a) Franja Mesozoica de la Costa (10-12 km. de ancho).
  - b) Batolito de la Costa (20-60 km. de ancho).
  - c) Franja volcánica Cenozoica (30 km. de ancho).
  - d) Franja mesozoica de los Andes Centrales (70 km, de ancho),
  - e) Franja Paleozoica Oriental (60 km. de ancho).
  - f) Franja Mesozoica Oriental (60 km.de ancho).
  - g) Sedimentos terciarios de la Cuenca amazónica.
- El depósito Raúl se ubica en la franja Mesozoica de la Costa cerca del borde occidental del Batolito de la Costa.

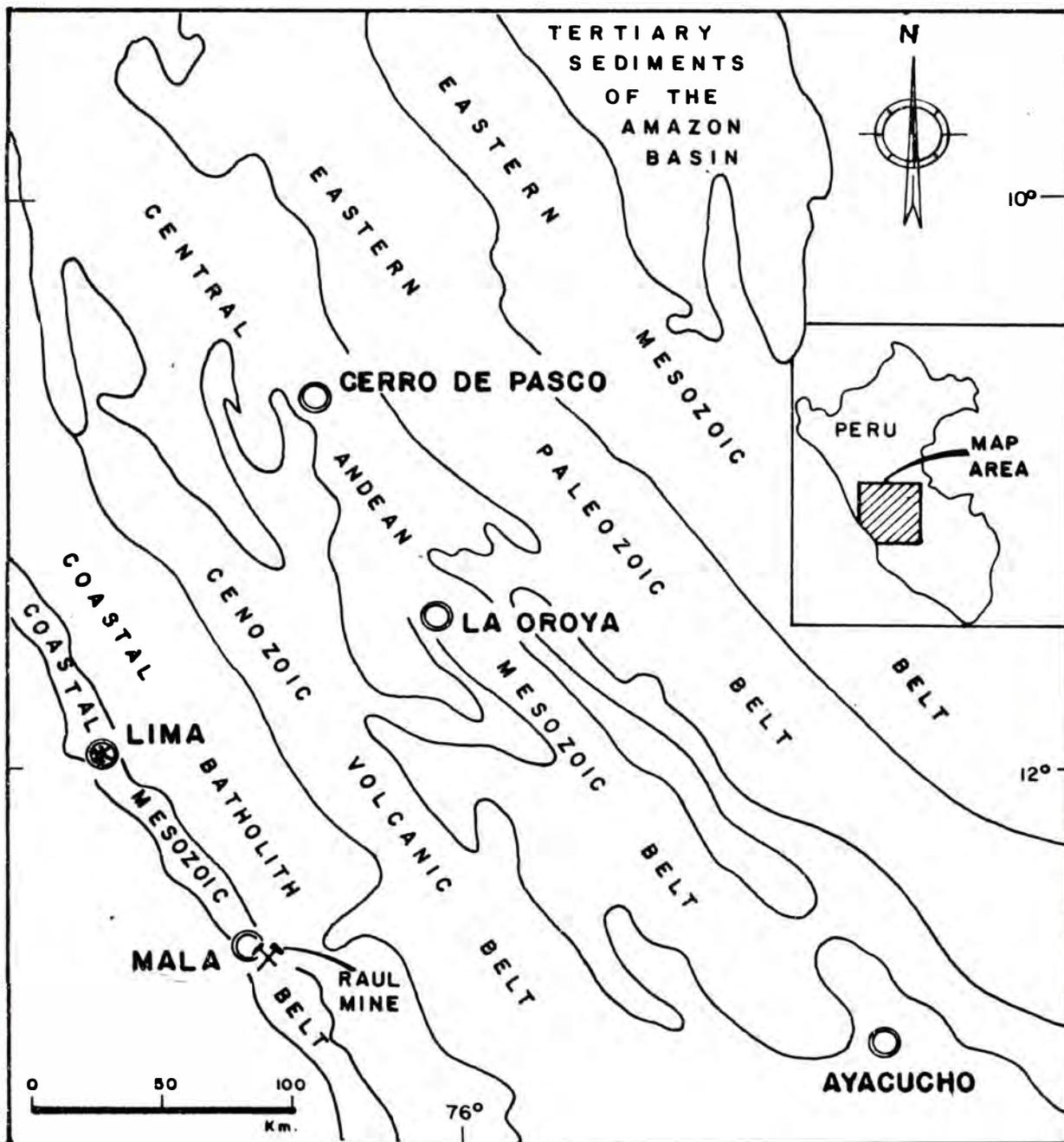


FIGURA 2.- GEOLOGIA REGIONAL. ( Modificado despues de Petersen, 1,965 )

Rocas intrusivas que varían en composición desde diá-basa, diorita y granodiorita a pórfidos dacíticos, son comunes en las vecindades del depósito.

La franja Mesozoica de la Costa se caracteriza por una sucesión de paquetes potentes de rocas volcánicas andesíticas y rocas sedimentarias de edad jurásico a cretáceo (Petersen 1965, Cobbing and Pitcher 1972) y rocas sedimentarias cenozoicas.

La secuencia rocosa que comprende el depósito se designa con el nombre de Formación CHILCA, cuya potencia es aproximadamente de 2550 m. y consta de rocas volcánicas y piroclásticas, con intercalaciones de caliza margas??

La ausencia de fósiles en el área del depósito Raúl combinada con el fallamiento, no ha permitido una correlación estratigráfica con otras formaciones de edades próximas. Sin embargo una secuencia de cuarcitas al piso de toda la formación, similar a las cuarcitas de Salto del Fraile permite asumir como de la misma edad de ésta.

## 2.1.2 Geología Local

### a. Fisiografía

El área se ubica en las estribaciones bajas de la Cordillera Occidental de los Andes, correspondien-  
/.

doles altitudes que oscilan entre los 80 y 372 metros (Cerro de Vinchos).

Geomorfológicamente se reconocen dos unidades de extensión local : una unidad compuesta por la acumulación de material detrítico que ha rellenado los cauces de vaguadas y quebradas actualmente secas, caracterizada por un relieve llano, inclinado ligeramente al oeste; y, una segunda unidad compuesta por cerros de flancos empinados, labrados en rocas volcánicas y sedimentarias. La elevación de estos cerros se incrementa rápidamente hacia el este.

El clima del área es típico de la costa peruana: cálido y húmedo en verano, con temperatura que oscilan durante el día entre 20° y 30° y medias con 75% de humedad relativa, Durante el invierno, la temperatura alcanza entre 13° y 18°C con humedad relativa máxima de 100% que, unida a la precipitación pluvial, favorece al desarrollo de las llamadas "lomas",

La figura 3 muestra la geología de superficie.

La geología de los principales niveles actuales de trabajo se muestran en las figuras 4,5,6 y 7.

#### b. Rasgos litoestratigráficos

En el área del depósito Raúl, afloran rocas volcánicas sedimentarias correlacionables con la formación Chilca, depositados en ambiente submarino.

/.

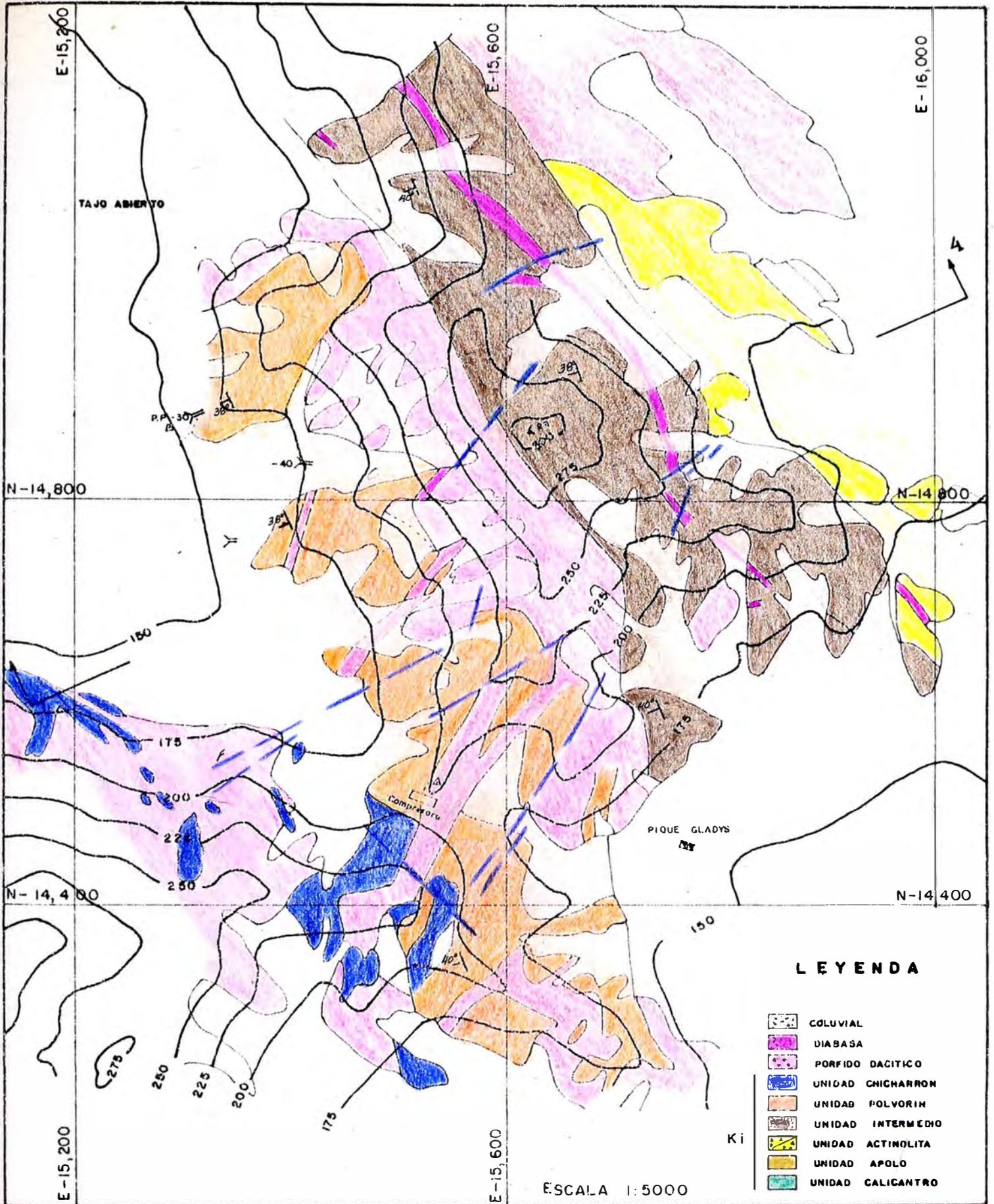


FIGURA 3 Geología Superficial - MINA RAUL

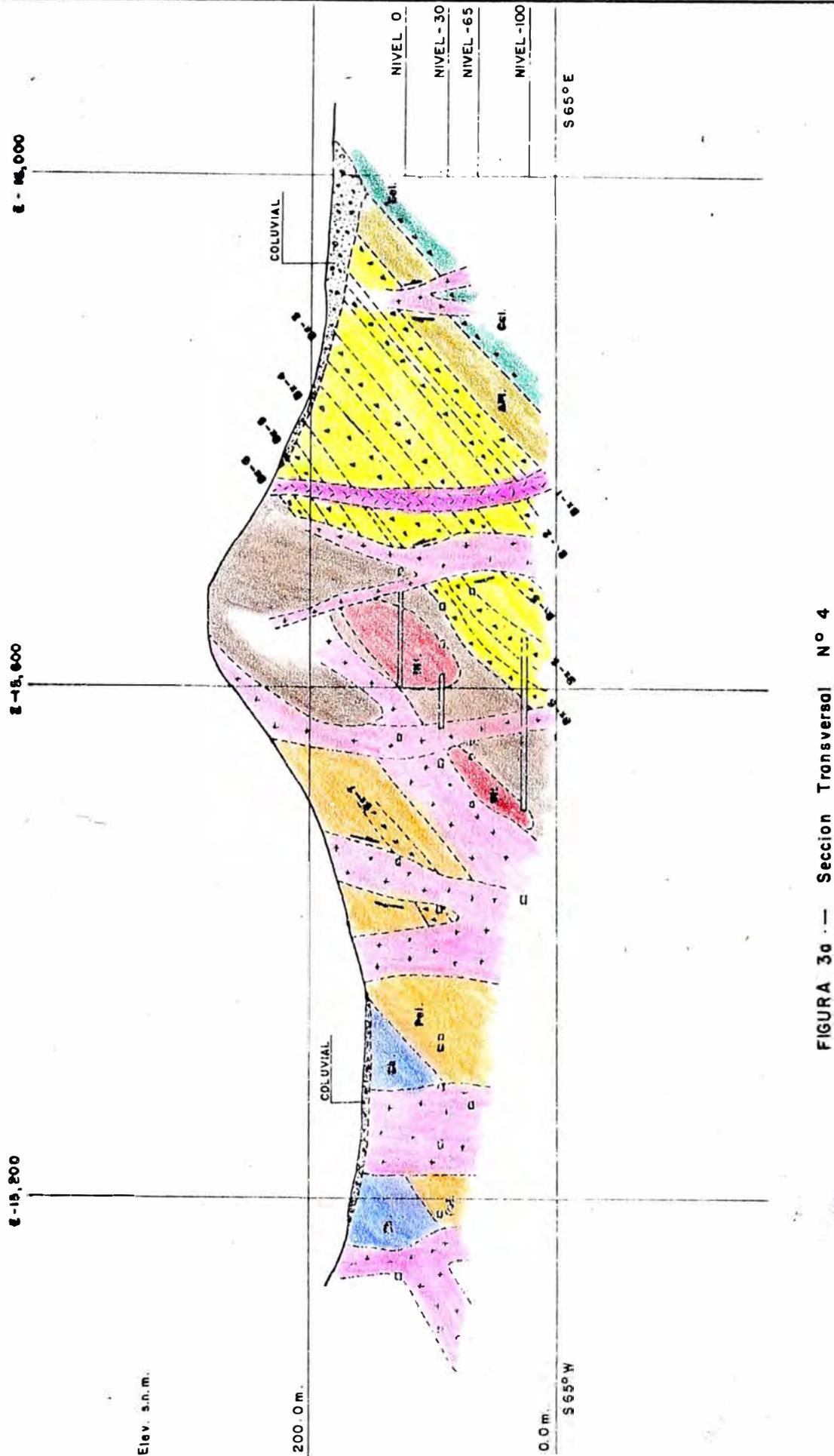


FIGURA 30 -- Seccion Transversal N° 4

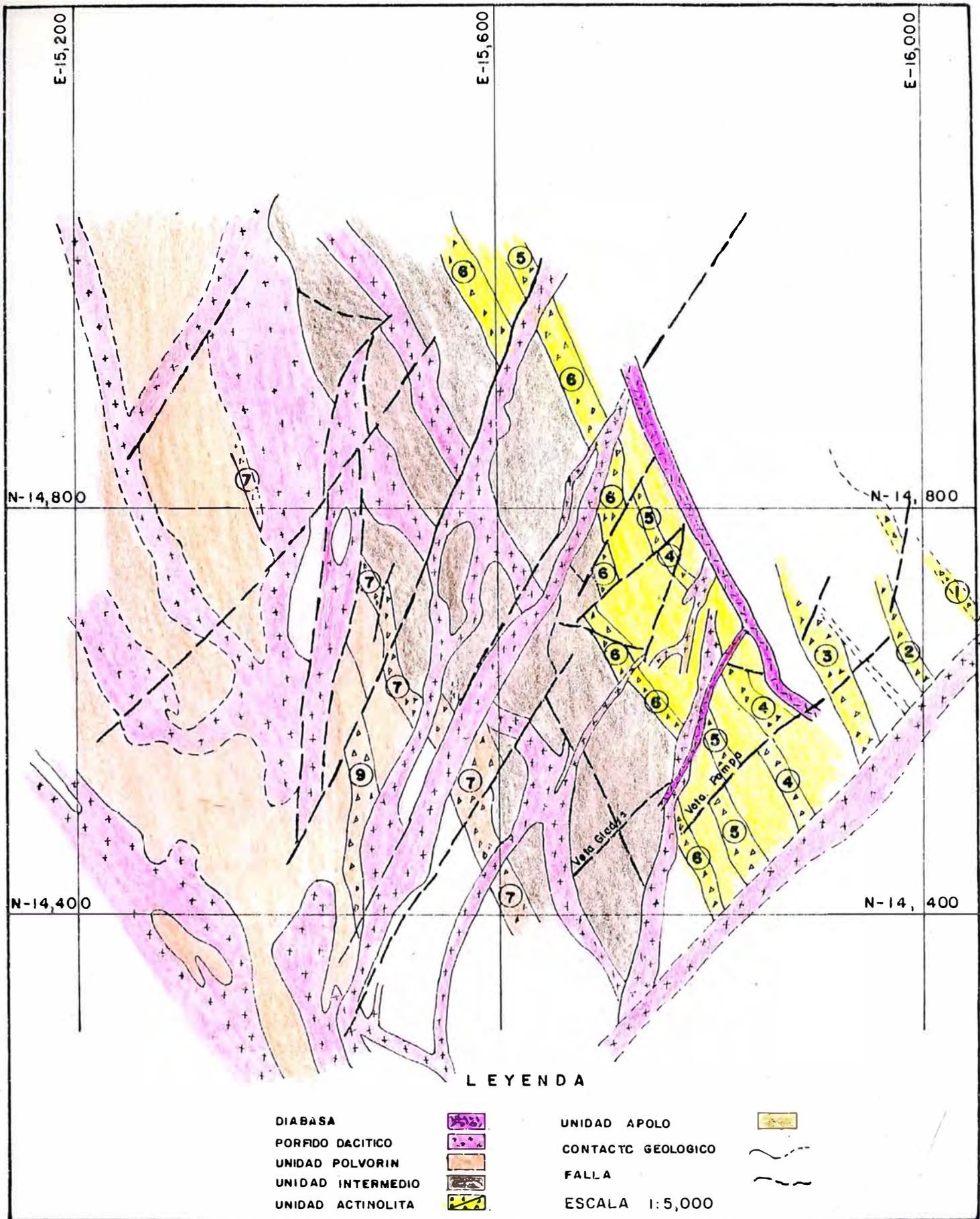


FIGURA 4 -- Geologia Nivel "0" MINA RAUL

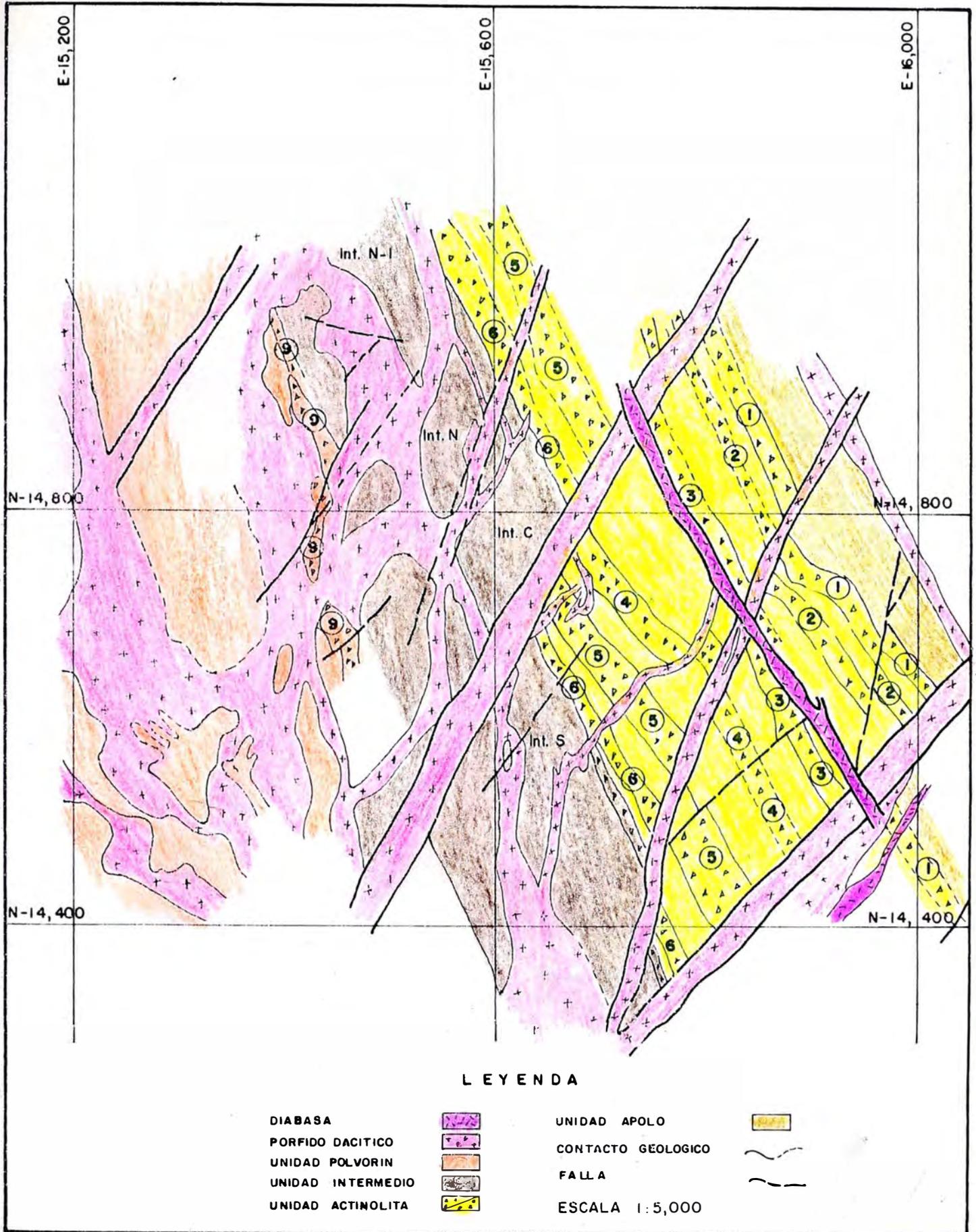


FIGURA 5 -- Geologia Nivel-30 MINA RAUL

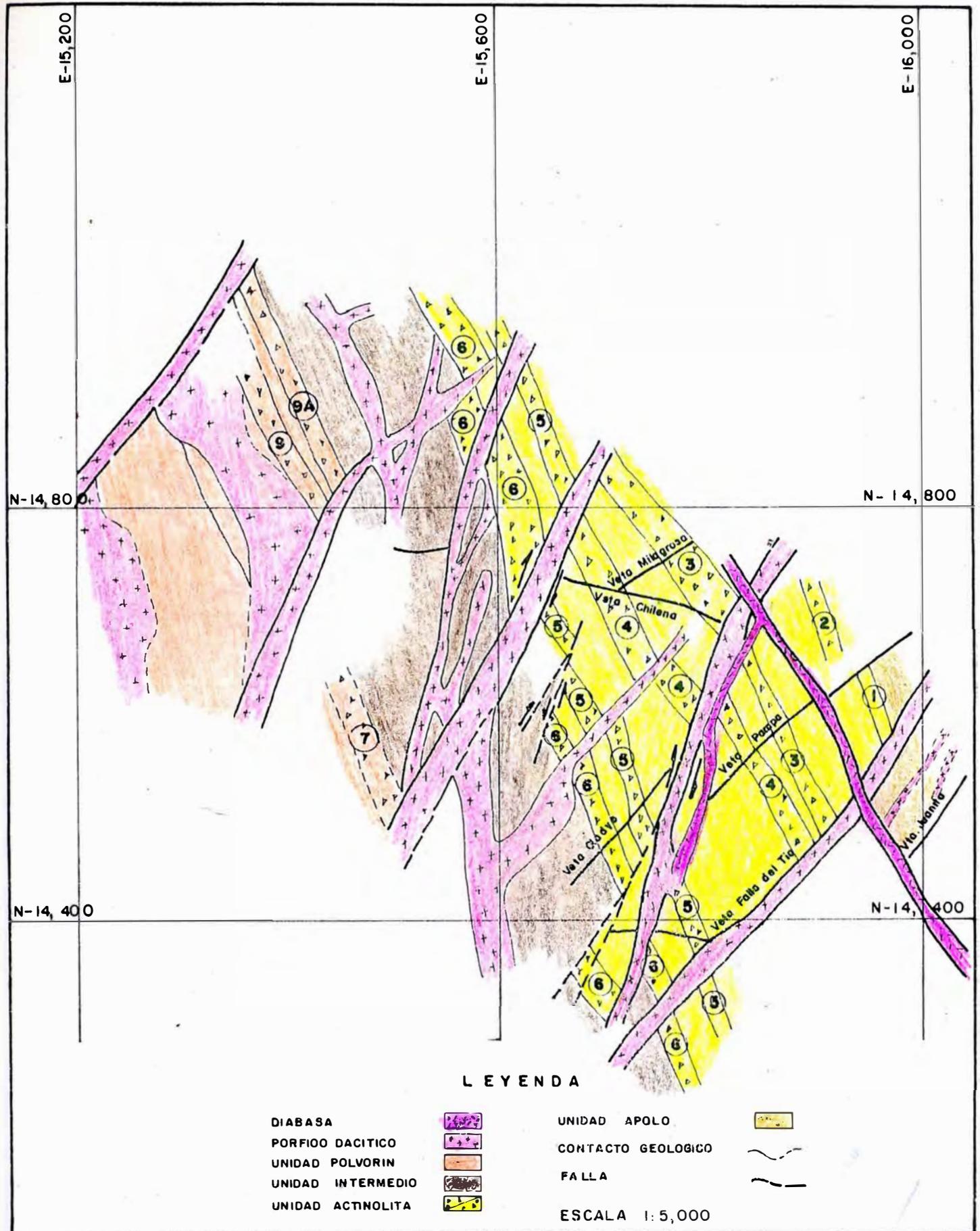


FIGURA 6 -- Geologia Nivel - 65. MINA RAUL

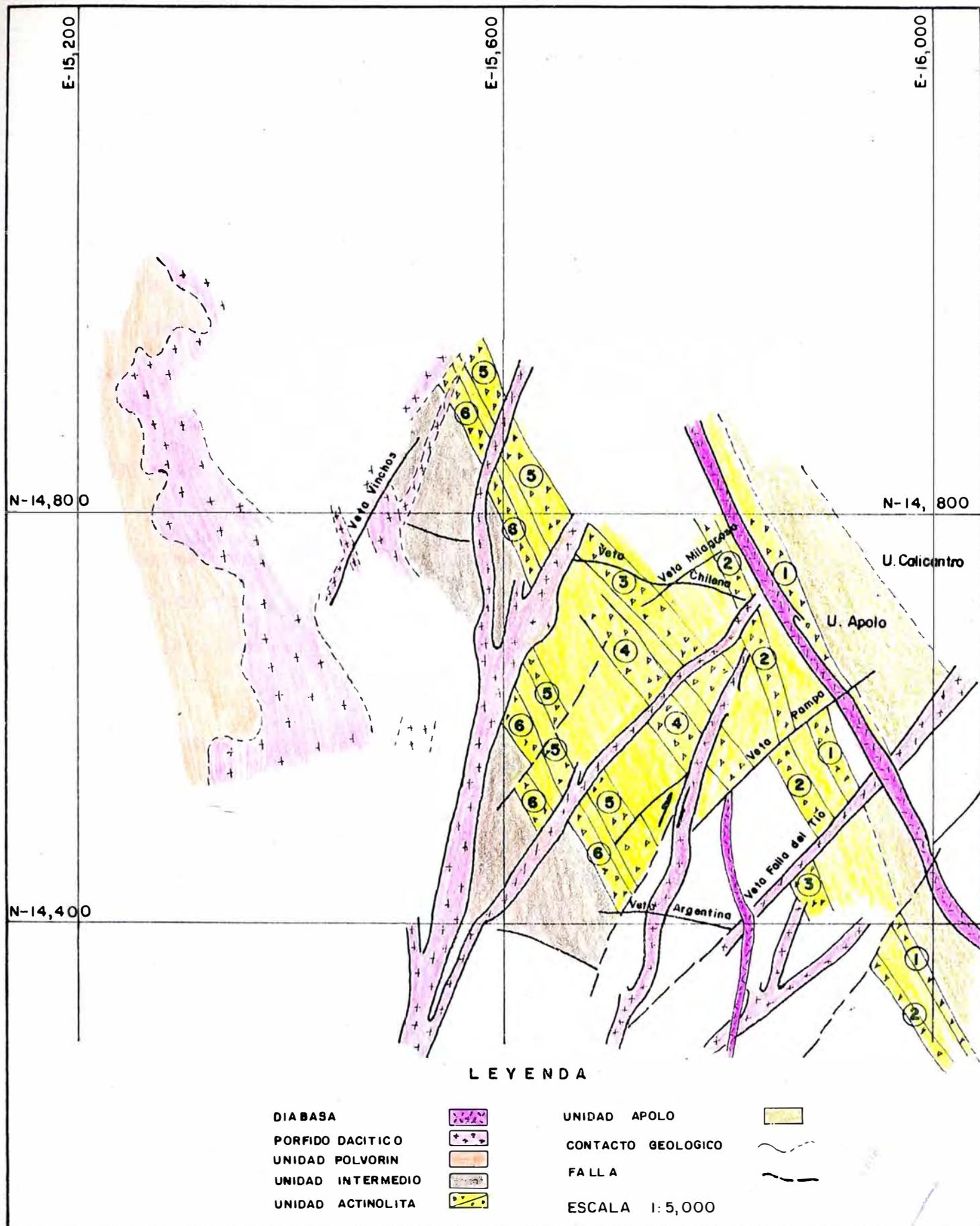


FIGURA 7 Geologia Nivel -100. MINA RAUL

Localmente la secuencia ha sido dividida en seis unidades litoestratigráficas (A.Cossío y R.Egoavil, 1981), que muestran cambios de facies laterales, todas ellas se presentan cortadas por diques de pórfido dacítico/andesítico y diques de diabasa. La figura 8 muestra la columna litológica en el depósito Raúl.

A continuación se describen las principales características de la litoestratigrafía local

UNIDAD CALICANTRO : constituye la parte más baja de la secuencia, consiste de "aglomerados" andesíticos masivos de color oscuro y matriz afanítica, con aisladas intercalaciones de rocas andesíticas porfiríticas con grosera estratificación. Se estima una potencia mayor a 150 m.

UNIDAD APQLO presenta predominio de sedimentos, calizas, margas, areniscas y grawacas, de estratificación delgada, con desarrollo de actinolita y ocasionales intercalaciones de piroclásticos en proporción que se incrementan hacia el norte.

En la parte más alta de la sección, predomina areniscas tufaceas en bancos gruesos. Potencia estimada 90 m.

UNIDAD ACTINOLITA constituida mayormente por andesitas de color gris verde oscuro, de textura porfirítica con fenocristales de plagioclasas (An 10-48) ,

/.

NOMBRES	COLUMNA	DESCRIPCION LITOLOGICA	DESCRIPCION DE LA MINERALIZACION
		30m. MATERIAL QUATERNARIO	
UNIDAD CHICHARRON		190m. SILSTON (Cbn1) FINAMENTE LAMINADO. SESEMENTOS TUFACIOS CON ABUNDANTE CLORITA Y CALIZAS EN LENTES ESPORADICAS CON ESPESOR MAXIMO DE 3m. Y LONGITUD MAXIMA DE 80-90cm.	MANTOS DEFORMADOS CON MINERALIZACION DE CPY-PY-MAGNETITA Y PIRROTITA EN BUNDAS MARCADA, LOCALMENTE EN BANDAS DE 1-2 cm. O LENTES ONDULADAS, ALTERNANDO CON CAPAS DE CLORITA, HORN BLENDA Y ANFIBOLITA.
UNIDAD POLVORIN		140m. FLUJOS ANDESITICOS DE GRANO FINO PORFIRITICOS CON ESCASAS INTERCALACIONES DE BRECHAS.	DISEMINACION FINA Y POCASAS CONCENTRACIONES MUYAS DE CPY-PY.
		25m. BRECHA 9 PIROCLASTOS ANDESITICOS DE COLOR VERDE CLARO	CON MINERALIZACION DE CPY-PY DISTRIBUIDOS EN LA MATRIZ DE LA BRECHA.
UNIDAD INTERMEDIO		19m. BRECHA 8	
		110m. PIROCLASTOS CON FRAGMENTOS LITICOS (HASTA 30cm. DE DIAMETRO) Y FLUJOS ANDESITICOS INTERCALADOS CON ANFIBOLITAS SENDO ESTRATIFICACION VISIBLE	CPY-PY FINAMENTE DISEMINADAS Y ESTRATIFICADA CPY-PY DISTRIBUIDAS PRINCIPALMENTE EN LA MATRIZ DE DE LAS BRECHAS LATERALMENTE DE ESTRATIFICACION Y DESAPARECE EN CENTROS DISTANCIAS.
UNIDAD ACTINOLITA		10m. BRECHA 7	
		18m. FLUJOS ANDESITICOS PORFIRITICOS DE COLOR VERDE OSC.	SIN MINERALIZACION
		20m. BRECHA 8 ANFIBOLITA (BRECHA 8)	FUERTE MINERALIZACION DE CPY-PY DISTRIBUIDAS EN LA MATRIZ DE LA BRECHA.
		12m. FLUJOS ANDESITICOS PORFIRITICOS DE COLOR VERDE OSC.	SIN MINERALIZACION
		18m. BRECHA 8 ANFIBOLITA (BRECHA 8)	FUERTE MINERALIZACION DE CPY-PY DISTRIBUIDAS EN LA MATRIZ DE LA BRECHA.
		23m. FLUJOS ANDESITICOS PORFIRITICOS DE COLOR VERDE OSCURO.	SIN MINERALIZACION.
		28m. BRECHA 4 PIROCLASTOS ANDESITICOS DE COLOR VERDE CLARO	MINERALIZACION DE CPY-PY DISTRIBUIDAS EN LA MATRIZ DE LA BRECHA.
		14m. FLUJOS ANDESITICOS PORFIRITICOS DE COLOR VERDE OSC.	SIN MINERALIZACION.
		12m. BRECHA 3 Piroclastos andesiticos de color verde claro	Mineralizaciones de opy-py distribuidas en la matriz de la brecha.
		14m. BRECHA 2 Piroclastos andesiticos de color verde claro	SIN MINERALIZACION.
UNIDAD APOLO		18m. FLUJOS ANDESITICOS PORFIRITICOS DE COLOR VERDE OSC.	SIN MINERALIZACION
		17m. BRECHA 1 Piroclastos andesiticos de color verde claro	Mineralizaciones de opy-py distribuidas en la matriz de la brecha.
UNIDAD APOLO		90m. GRAUVACAS SILICEAS DE GRANO FINO A MEDIO INTERCALADAS CON ANFIBOLITA Y DELGADAS CAPAS DE PIROCLASTOS QUE CAMBIAN LATERALMENTE DE FACES AL DE CON PREDOMINANCIA DE ANFIBOLITAS SIEN ESTRATIFICADAS Y PIROCLASTOS. ESPESOR MAXIMO DE UNOS 80m.	DISEMINACION FINA DE CPY-PY EN BANDAS DE 1-2cm. O IRREGULARES, BANDAS DISCONTINUAS Y LENTES DENTRO DE LA ANFIBOLITA, Y EN LAS GRAUVACAS RESPECTIVAMENTE OCURRENDO LENTICULAR DE MAGNETITA EN LA PARTE CENTRAL DE LA ANFIBOLITA Y CANTIDADES MENORES DE CPY.
UNIDAD CALCANTE		160m. PIROCLASTOS DE COMPOSICION ANDESITICA REPRESENTADOS POR TIPOS LITICOS, LAPILLI Y AGLOMERADOS (80%) CON ESPESORES VARIABLES HASTA DE 40m. E INTERCALACIONES DE FLUJOS ANDESITICOS (10%) CON ESPESORES DE 5-15m.	DISEMINACION POCAS DE CPY-PY, TANTO EN LA MATRIZ COMO EN LOS FRAGMENTOS LAS CONCENTRACIONES DE SULFURAS RARAMENTE ALMACENAN 1% DE Cu.

LEYENDA

-  QUATERNARIO
-  BRECHAS
-  PORFIDO
-  AGLOMERADOS
-  DIABASA
-  LAMINAS ANDESITICAS
-  PIROCLASTOS
- 

FIGURA 8 -- Columna Litologica

las cuales han sido parcialmente reemplazadas por clorita, epidota, clinozoisita y calcita, además desarrollo de cristales aciculares de actinolita. Presenta seis horizontes de brechas andesíticas. Potencia estimada 194m.

UNIDAD INTERMEDIO : representada por rocas andesíticas a faníticas, algunas veces con fenocristales de hornblenda e intercalaciones de piroclásticos andesíticos. En la base de la Unidad se localiza un horizonte de brecha andesítica con fenoclastos subredondeados. En la parte media se reconoce una alternancia de andesitas gris negruzco, chert crema, grawaca y tobas volcánicas en capas delgadas, utilizada como guía. Potencia estimada de 100 m.

UNIDAD POLVORIN compuesta por bancos potentes de rocas andesíticas, verde oscuro a negruzco y textura afanítica; las plagioclasas se presentan alteradas a clorita y calcita. Intercalaciones de piroclásticos y grawacas de tonos marrones se reconocen en su sección superior. Potencia estimada 110 m.

UNIDAD CHICHARRON presenta predominio de sedimentos: areniscas, lodolitas, tobas y lentes de calizas. El conjunto tiene coloración marrón. Potencia estimada 190 m.

/.

c. Petrografía

ROCAS VOLCANICAS

Volcánicos: andesitas porfiríticas, a veces hornbléndicas de colores gris verde a gris oscuro, entre 10-30% de fenocristales según los casos de 1 m.m.-8 m.m.

Entre los fenocristales se encuentran

- Plagioclasas: An 30 - An 50.
- Hornblenda : mineral en forma Euhedral a anhedral, generalmente reemplazadas por anfíbol secundario, su tamaño varía entre 750 u. a 1 m.m.
- Piroxeno : mineral euhedral, de tamaños pequeños hasta 300 u.

La matriz de la roca varía según los ejemplares cuya textura puede variar entre traquítica, afieltrada ó en ocasiones hialina. El principal mineral es la plagiocasa.

TOBAS

Son rocas de composición andesíticas, de color gris a veces con tonos lechosos, algo rosadas ó verdosas, en este último caso por la presencia de anfíbol secundario. Debido a recristalización muestra fractura concooidal a subconcooidal.

Las tobas se dividen en dos variedades

- Tobas Cristalinas : se componen de fragmentos de cristales /.

tales de plagioclasa de 75 u. á 300 u., angulosos con cuarzo y zircón accesorios y escasos fragmentos líticos. En ocasiones la plagioclasa y cuarzo muestra bordes de reacción. Estos fragmentos a veces se encuentran conformando un mosaico compacto xenoblástico con recristalización y otras veces en contacto con una matriz de fragmentos similares pero de tamaño más fino y con minerales secundarios deseminados, por lo general fuertemente recristalizado con textura también xenoblástica.

- Tobas líticas : se componen de fragmentos líticos de coladas y tobas andesíticas por lo general recristalizadas y en menor proporción de fragmentos de plagioclasa. En general los fragmentos están en medio de una matriz similar a la descrita antes. La recristalización ocasiona en las plagioclasas de formaciones de las maclas y bordes de contactos ondulantes. Los minerales secundarios presentes en estas rocas son : anfíbol, clorita, esfena, apatito, prehnita, albita, feldespato potásico, epidota, clinozoisita, cuarzo, calcita, zeolita y se encuentran mayormente en la matriz, en ocasiones reemplazándole totalmente. A la plagioclasa la afectan más anfíbol, prehnita y esfena diseminada y albita, feldespato potásico, epidota, clinozoisita, calcita en manchas.

/.

BRECHAS Y "AGLOMERADOS" son rocas que se distinguen más de otros por la angulosidad ó redondez de los fragmentos de roca que la componen. Predominan las brechas.

El color de estas rocas varía de verde a blanco según las afecte el anfíbol ó prehnita secundarios.

Estas rocas contienen fragmentos de volcánicos, tobas, chert y alcanzan de 0.5 cm. a 30 cm. como promedio.

Los fragmentos se encuentran englobados en una matriz clástica a veces xenoblástica por recristalización, compuesta de plagioclasa angulosa. Los minerales secundarios, en especial anfíbol, esfena y clorita reemplazan fuertemente a la matriz y en menor proporción a los fragmentos líticos. En ocasiones se encuentra prehnita reemplazando a los fragmentos.

#### ROCAS SEDIMENTARIAS

Areniscas, arcosas, grawacas líticas (Clasificación de Pettijohn 1970) y en menor proporción areniscas tobáceas. Las areniscas son de color gris con tonos lechosos, variando a verde, rosa, crema, blanco, lila y en general tienen fractura concooidal.

Las arcosas tienen como minerales dominantes plagioclasa y cuarzo, y el zircón como accesorio dentro de una matriz fina recristalizada reemplazada parcialmente por anfíbol, clorita, biotita.

Las grawacas líticas están compuestas principalmente

por fragmentos de cuarzo, chert, arenisca, rocas arcillosas y volcánicas.

La forma de los fragmentos es angulosa como redondeada indicando mezcla de materiales de diferentes fuentes. Las areniscas tobáceas contienen clastos angulosos y subangulosos de plagioclasas, cuarzo y fragmentos líticos volcánicos.

Limolita calcárea, rocas compuestas de cuarzo clástico (7.5 u.), zircón y otros clastos abundantes de menor tamaño, el cuarzo representa aproximadamente el 15% y los demás clastos el 45% dentro de una matriz calcárea, además se ha indicado la presencia de illita en rocas similares (Ripley y O. 1977)

#### ROCAS METAMORFICAS

Caliza marmolizada y ortocuarzitas.

Caliza marmolizada, rocas de color blanco con textura granoblástica compuesta de cristales de tamaños variados.

En algunos casos los cristales estan reemplazados parcialmente por anfíbol y mica diseminados en la roca.

Las ortocuarzitas tienen como principal mineral el cuarzo y accesorios zircón y plagioclasas en una matriz de cuarzo fino recristalizado con textura xenoblástica.

La alteración observada en las rocas del Yacimiento es en parte diagenética ó producto del metamorfismo regional de grado bajo (anfíbolita).

d.- Intrusiones y tectonismo

En el área del Yacimiento se encuentran rocas intrusivas a manera de sills y diques. Estos sills y diques son de alguna docenas a centenares de metros de longitud y de algunos metros a decenas de metros de potencia y se acuñan muchos de ellos hacia las partes altas y laterales.

Pórfido andesítico-dacítico se presenta a manera de sills y diques con contactos a veces muy bien definidos y otros sumamente alterados. Su color varía de blanco a gris según haya ó no haya clorita y/o anfíbol secundario. Este pórfido muestra variaciones texturales y composicionales,

Diabasa : diques de buzamiento vertical y contactos lineales. Su color es gris a gris verdoso. La roca muestra una textura subofítica notable a simple vista y muy raramente fenocristales. La plagioclasa constituye del 60% al 80% de roca, es anhedral a subhedral de composición Au30-Au50 y en general está fresca. El piroxeno es la hedenbergita (comproba-  
/.

do por Rx), subhedral y en general se altera a hornblenda, clorita, biotita, calcita, epidota, esfena y opacos; como minerales secundarios en venillas se tiene cuarzo, feldespatos potásico, apatito, albita.

e) Alteraciones y Metamorfismo

El metamorfismo de grado medio (facie anfibolítica) ha originado principalmente anfibolitas y corneanas cuyas características principales se resumen a continuación :

- Anfibolitas rocas no foliadas, muestra forma estratificada y aspecto masivo a terroso según el grado de intemperismo que las afecte. Su potencia varía entre 10-18 m. (capas actinolita). Se componen de anfíbol en un 90% y minerales intersticiales en un 10% entre ellos plagioclasa, andesina, clinozoisita, epidota, cuarzo. Los anfíboles principales son ferropargasita y hornblenda y se disponen en agregados subidioblásticos fibrosos, aciculares, plumosos a radiales, de tamaño homogéneo.

Corneanas rocas escasas, se han formado a expensas de las rocas volcánicas y muestran fractura irregular a córnea con aspecto manchado a descolorido, /.

El componente principal de estas rocas es diópsido que conforma agregados densos de tamaño homogéneo subidioblásticos a xenoblásticos ó disseminaciones en rocas de textura blastoporfirítica en la que el diópsido se disemina homogéneamente en toda la roca ó reemplaza preferentemente la matriz ó ha algunos clastos de rocas piroclásticas ó reemplaza a la pasta de los volcánicos.

### 2.1.3 Geología Estructural

Las rocas volcánicas sedimentarias del Yacimiento Raúl, se encuentran conformando un homoclinal con un rumbo promedio de N25W y buzamiento entre 35°S W y 40° SW.

Los pequeños cambios locales de dirección se deben a fallas de desplazamientos cortos relacionados al tectonismo del área que ha tenido una prolongada actividad con una resultante generalizada de desplazamientos verticales (fallamiento en bloques).

Se ha establecido tres sistemas de fallas cuyas características son

1er. Sistema con un rumbo (promedio) N25-45°E y buzamiento entre 74° y 90° SE.

2do. Sistema con un rumbo promedio N5-10° W y un buzamiento de 65° NE.

3er. Sistema con un rumbo promedio WNW-ESE a EW y buzamiento entre 90° NE, Este sistema desplaza a los dos anteriores.

#### **2.1.4 Los Cuerpos Mineralizados en General**

Estructuras y Geometría de los cuerpos mineralizados.

---

La mineralización metálica en el Yacimiento Raúl está ampliamente distribuída en toda la secuencia rocosa, siendo muy variable su densidad, encontrándose por esta razón horizontes intensamente mineralizados intercalados con horizontes débilmente mineralizados ó estériles.

La disposición geométrica de la mineralización metálica en el yacimiento ha permitido una clasificación (C.Canepa, E.Fodale, 1972), donde se usa diversas denominaciones. El presente trabajo considera esta clasificación con algunas variaciones.

A continuación presentamos los principales tipos geométricos de mineralización por orden de importancia y magnitud dentro del yacimiento.

a,- Diseminado : se presenta como finas diseminaciones de calcopirita y pirita, formando algunas veces grandes cuerpos de forma irregular.

Dentro de este tipo se encuentran los cuerpos de mayor dimensión ubicados en el Yacimiento cuyos tonelajes varían de 400,000 T.M. á 1'250,000 T.M., se presentan principalmente en las u /.

nidades Polvorín, Intermedio, Apolo. Ver fig. 9.  
Representa aproximadamente el 70% del total de la Mena.

- b. Brechas se presenta en forma de playas ó manchas de minerales metálicos dando la apariencia de cementar fragmentos de ganga ó viceversa. Ver fig.10.

Estos cuerpos ocupan el segundo lugar en magnitud, conociéndose hasta el presente siete horizontes de brechas cuyos promedios de % Cu superan el 2.5%. Se presenta principalmente en la Unidad Actinolita y al piso de Polvorín. Representa aproximadamente el 16% del total de la mena.

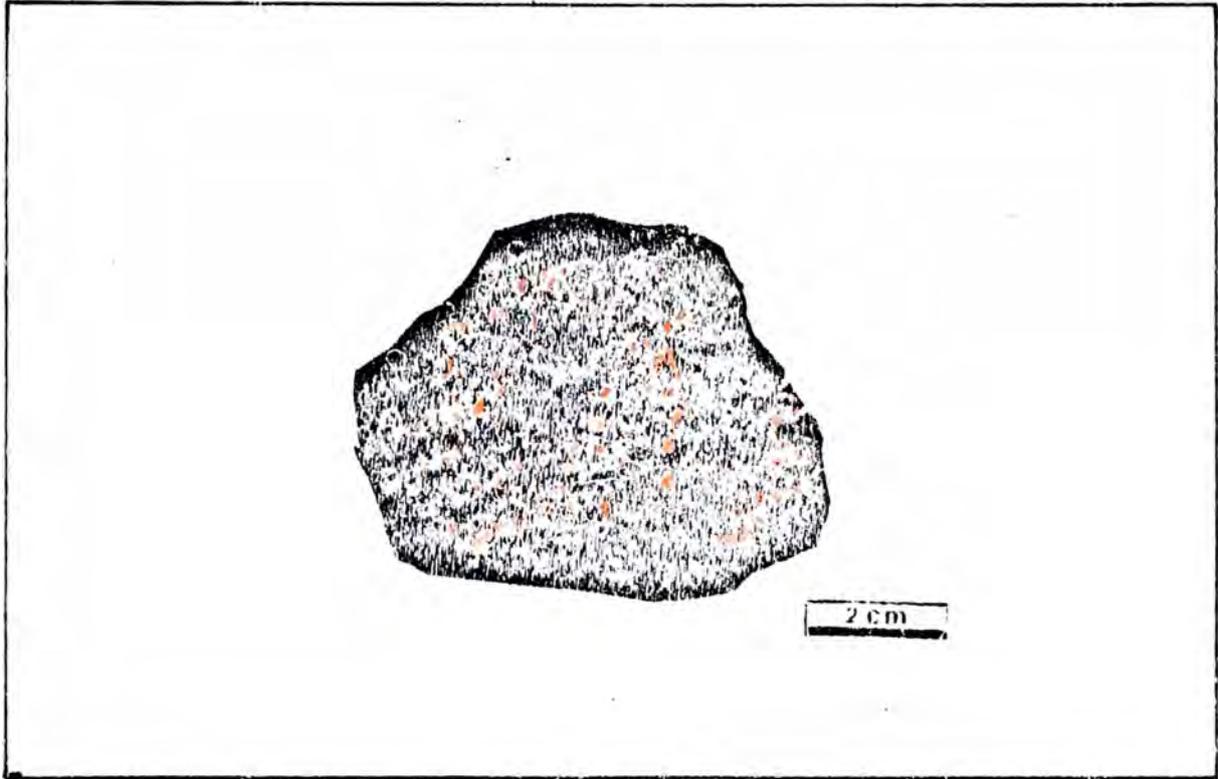
- c. Ritmitas se presentan como una alternancia de horizonte de sulfuros y horizontes de roca estéril, la potencia de los horizontes varían entre 5 cm. á 20 cm.

Este tipo de ocurrencia se presenta mayormente en la Unidad Intermedio (Fig. 11).

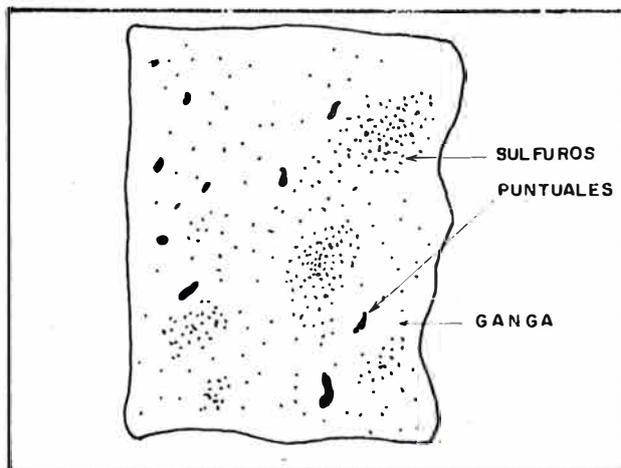
Representa el 4% del total (aproximadamente) de la Mena.

- d. Mantos masas más ó menos compactas de sulfuros con cordantes con la roca encajonante; su continuidad está limitada tanto longitudinal como transversalmente, por fallas e intrusiones de pórfido da-

/.

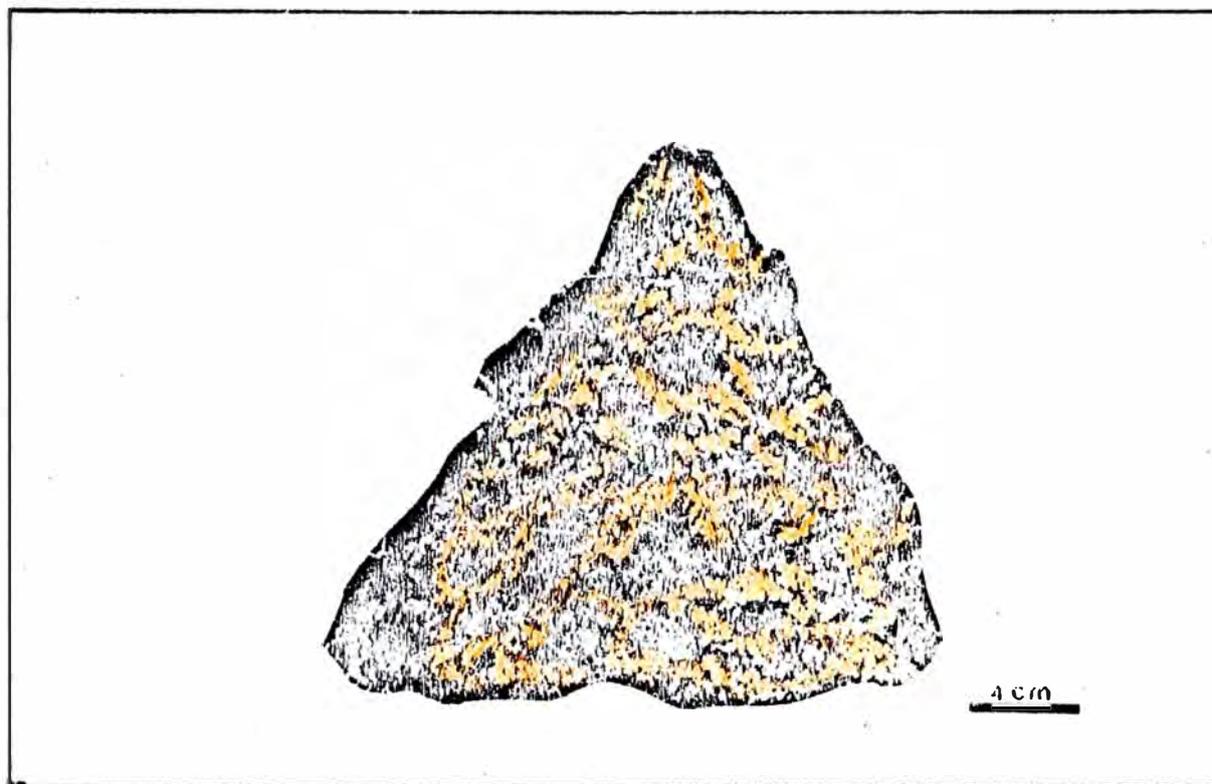


a) Fotografía de Diseminado — Unidad Intermedio y Polvorin

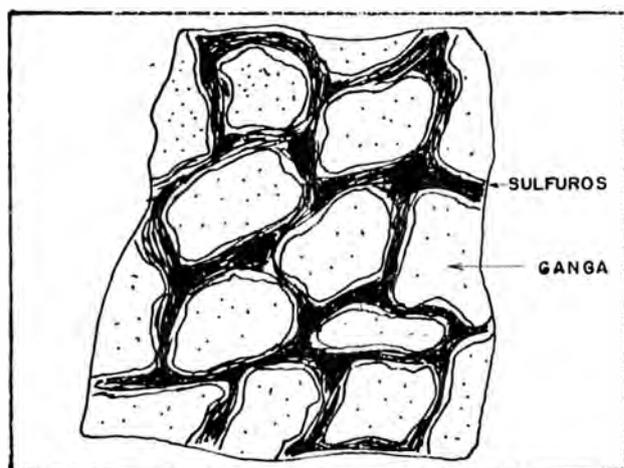


b) Representación esquemática

FIGURA 9 — DISEMINACIONES

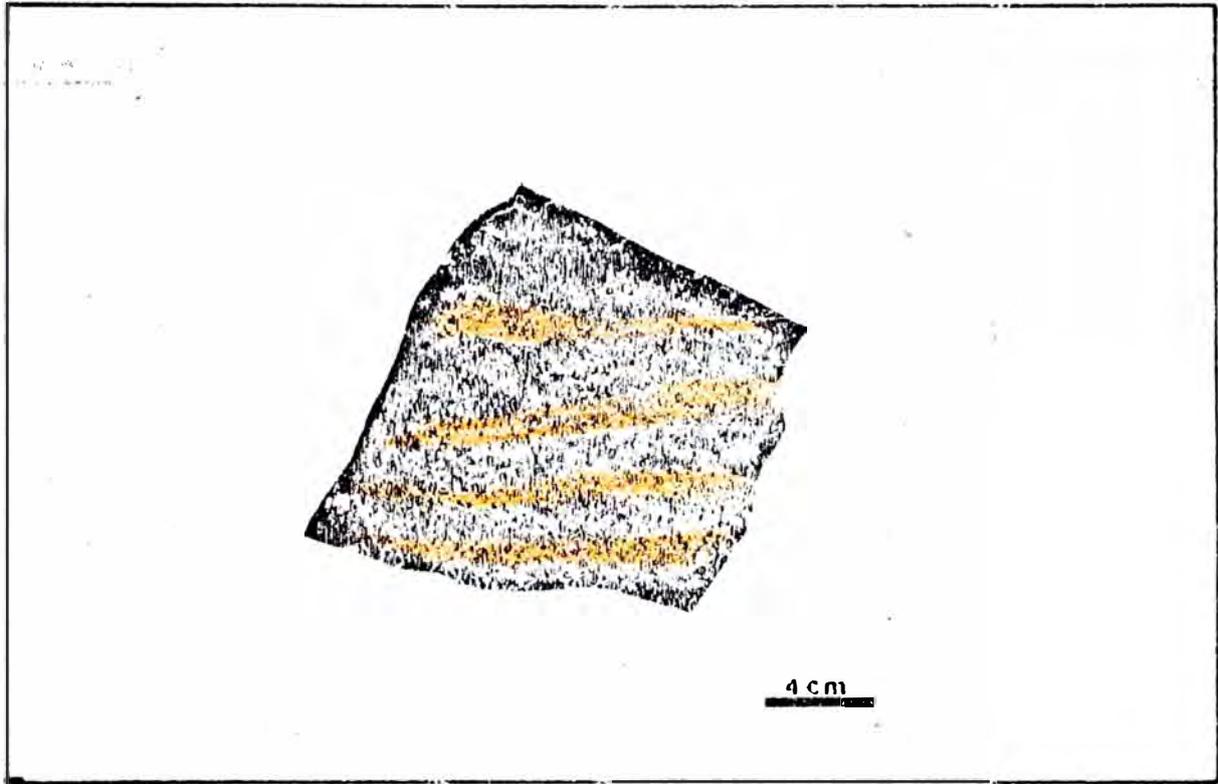


a) Fotografía de brechas — Unidad Actinolita

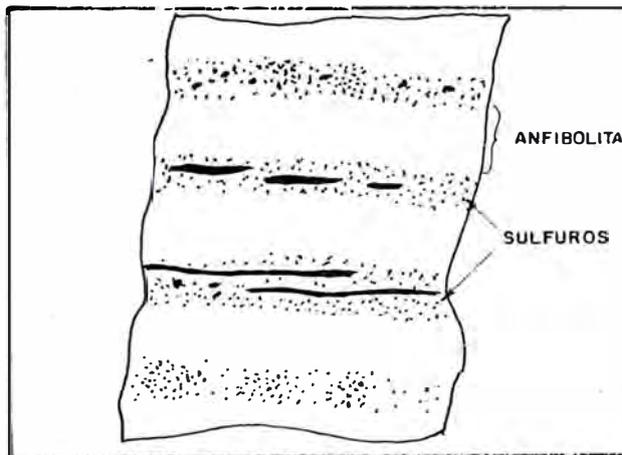


b) Representación esquemática

FIGURA 10.— BRECHAS.



a) Fotografía de Ritmitas .- Unidad Intermedio - Apolo



b) Representación esquemática

FIGURA II RITMITAS

cítico/andesítico y diabasa.

Su potencia varía de pocos cms. a 6 m.

Se presenta principalmente en las unidades Chicharrón y Apolo. Representa aproximadamente el 6% de la Mena. Ver fig. 12.

e. Vetas : son estructuras tabulares generalmente transversales a los mantos y de buzamiento sub-vertical.

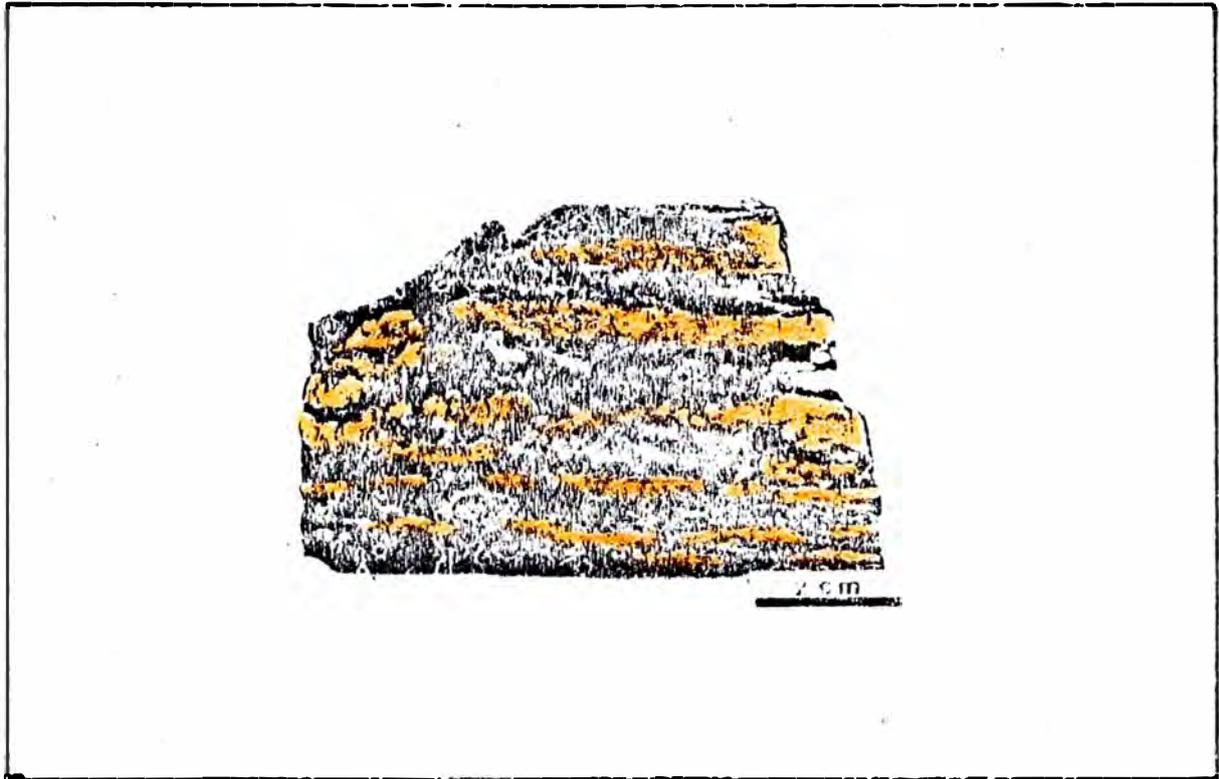
El mineral de las vetas está constituido por: calcopirita, pirita, pirrotita, galena, esfalerita, cuarzo, calcita, actinolita. Ver fig. 13.

Se ha establecido 3 sistemas de vetas :

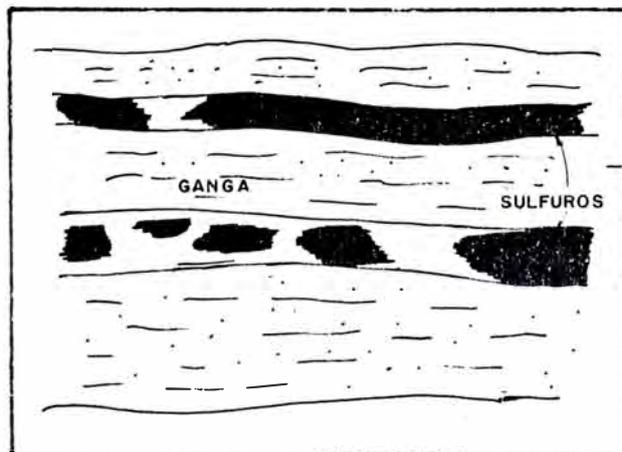
	<u>RUMBO</u>	<u>BUZAMIENTO</u>
1° N 58°	- 85° 0	50° - 75° NE
2° N 25°	- 50° E	70° - 85° NO
3° N 0°	- 12° 0	65° - 72° SO ó NE

En el Yacimiento Raúl para fines de explotación, las vetas no tienen mayor importancia por sus bajos tonelajes. Las vetas representan aproximadamente el 4% de las reservas de la Mina.

La distribución horizontal y en profundidad de la mineralización podría estar asegurada tanto por la naturaleza y continuidad en el área de las unidades litológicas que controlan su distribución, como por la continuidad de la /.



a) Fotografía de Mantos - Unidad Chicharron y Apolo



b) Representacion Esquemática

FIGURA 12.- MANTOS.

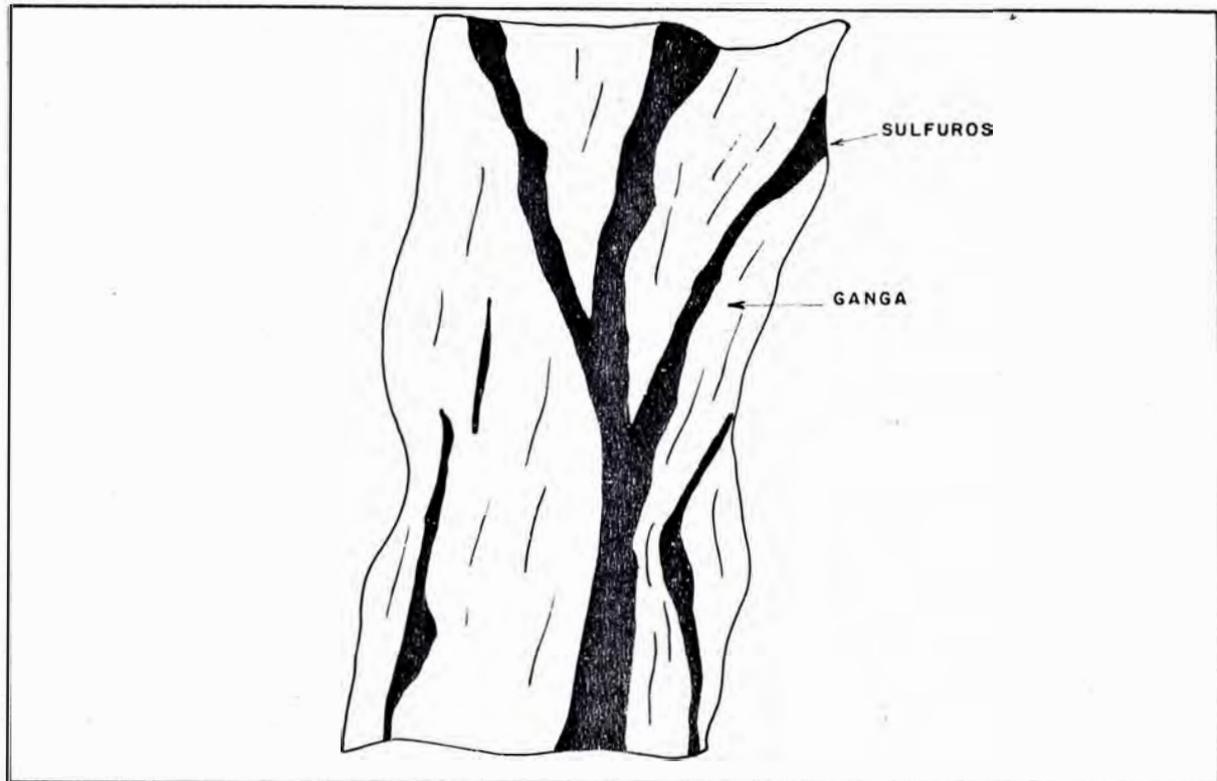


FIGURA 13.- VETAS. Representación Esquemática

estructura monoclinal cortada por fallas transversales que han producido blocks ligeramente desplazados. Asimismo es posible esperar la persistencia en profundidad de las diferentes vetas explotadas, según se ha podido establecer con algunos sondajes profundos.

Las figuras 14, 15, 16 y 17 que a continuación se presentan, muestran en forma gráfica la distribución de los cuerpos minerales del Yacimiento Raúl tanto en los principales niveles de trabajo como en las unidades litológicas.

Se podrá notar que los cuerpos de mayor tamaño se ubican en las unidades Polvorín e Intermedio, aún cuando los promedios de leyes varían entre 1.5% - 1.8%, por su magnitud permiten diseños de métodos de explotación cuyo costo es relativamente bajo.

Por los motivos expuestos se hace necesario orientar nuestra explotación a la ubicación y posterior dimensionamiento de este tipo de cuerpos.

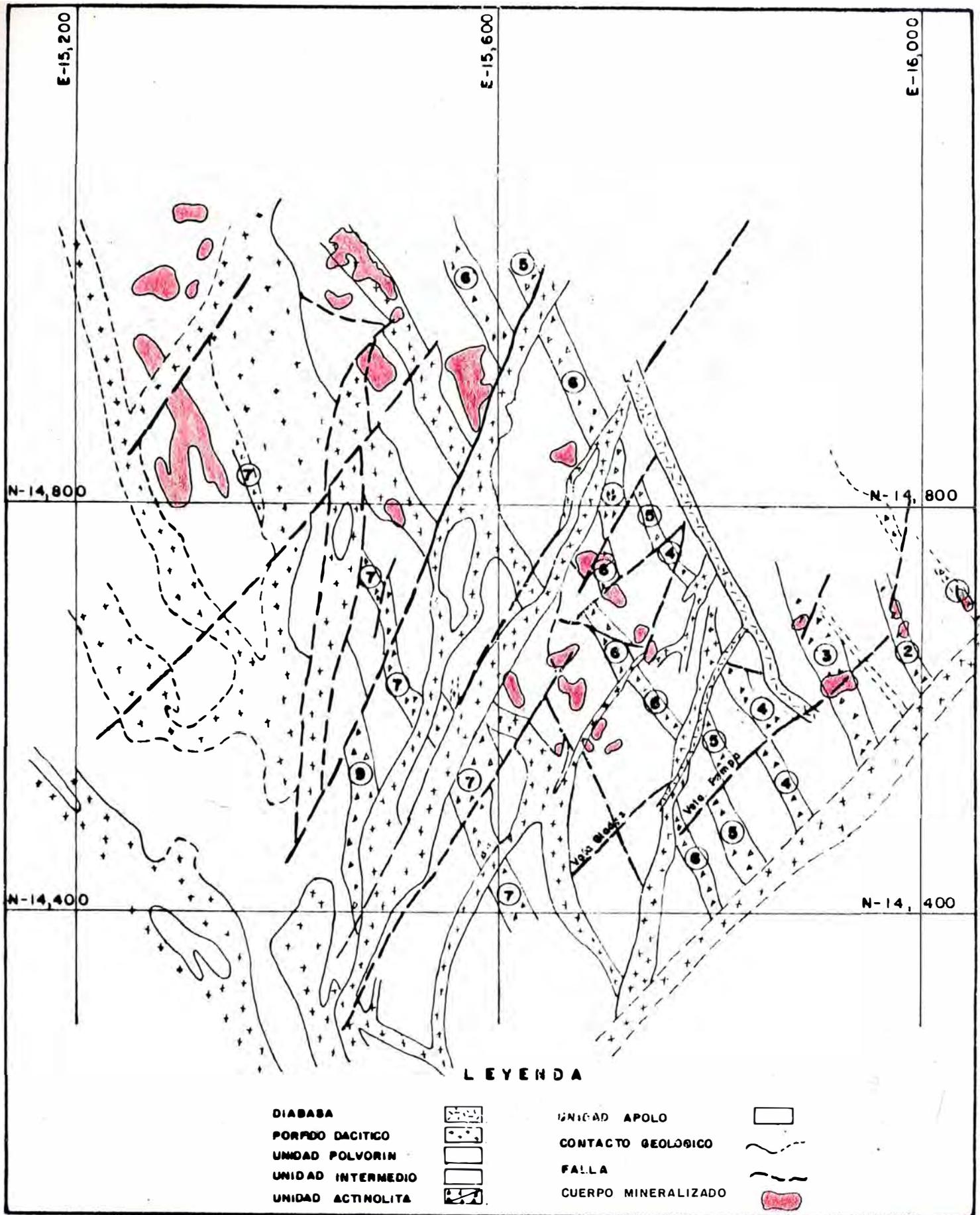


FIGURA 14.- UBICACION DE CUERPOS MINERALIZADOS - Nivel "0"

ESCALA 1:5,000

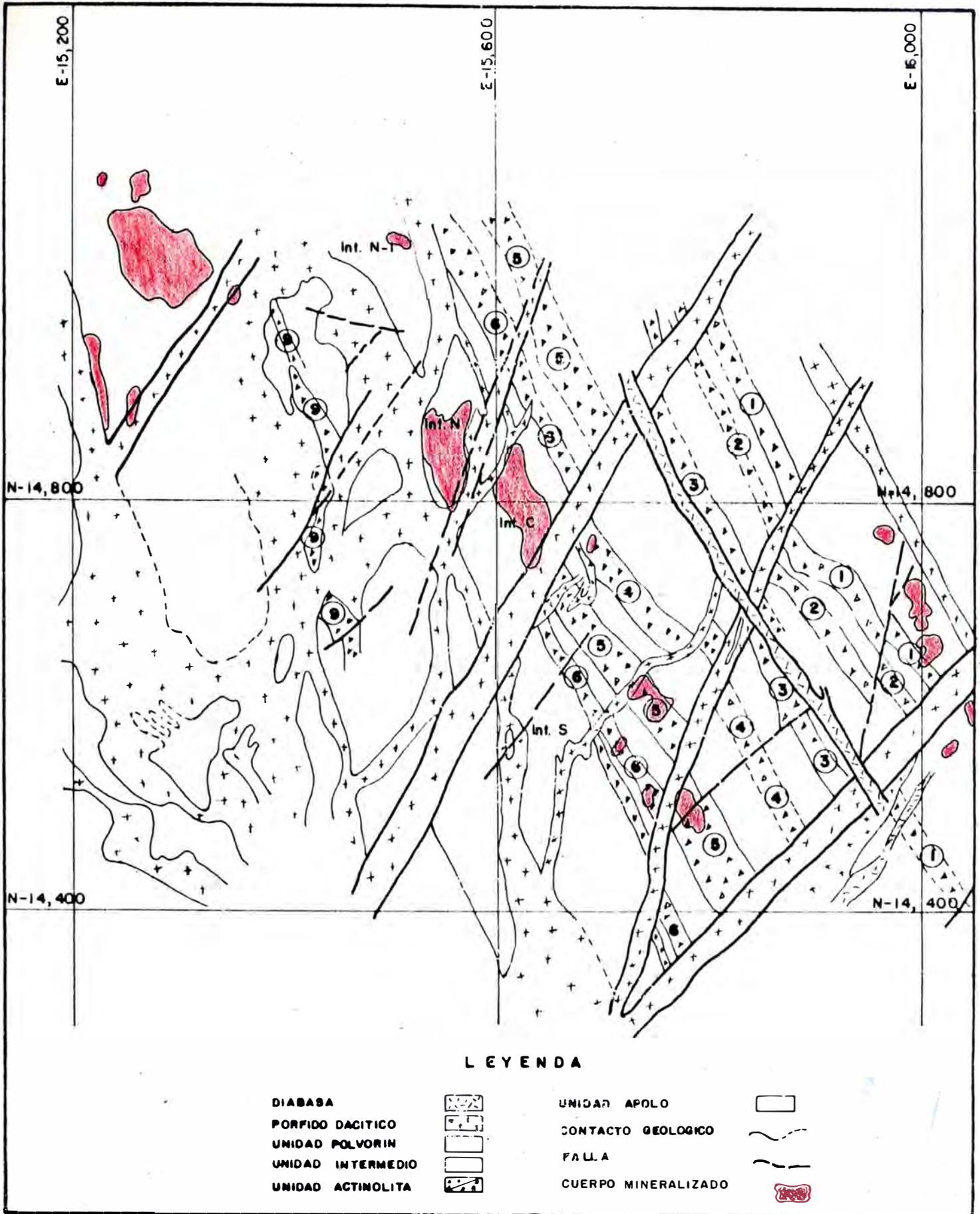


FIGURA 15.- UBICACION DE CUERPOS MINERALIZADOS

Nivel -30

ESCALA 1:5,000

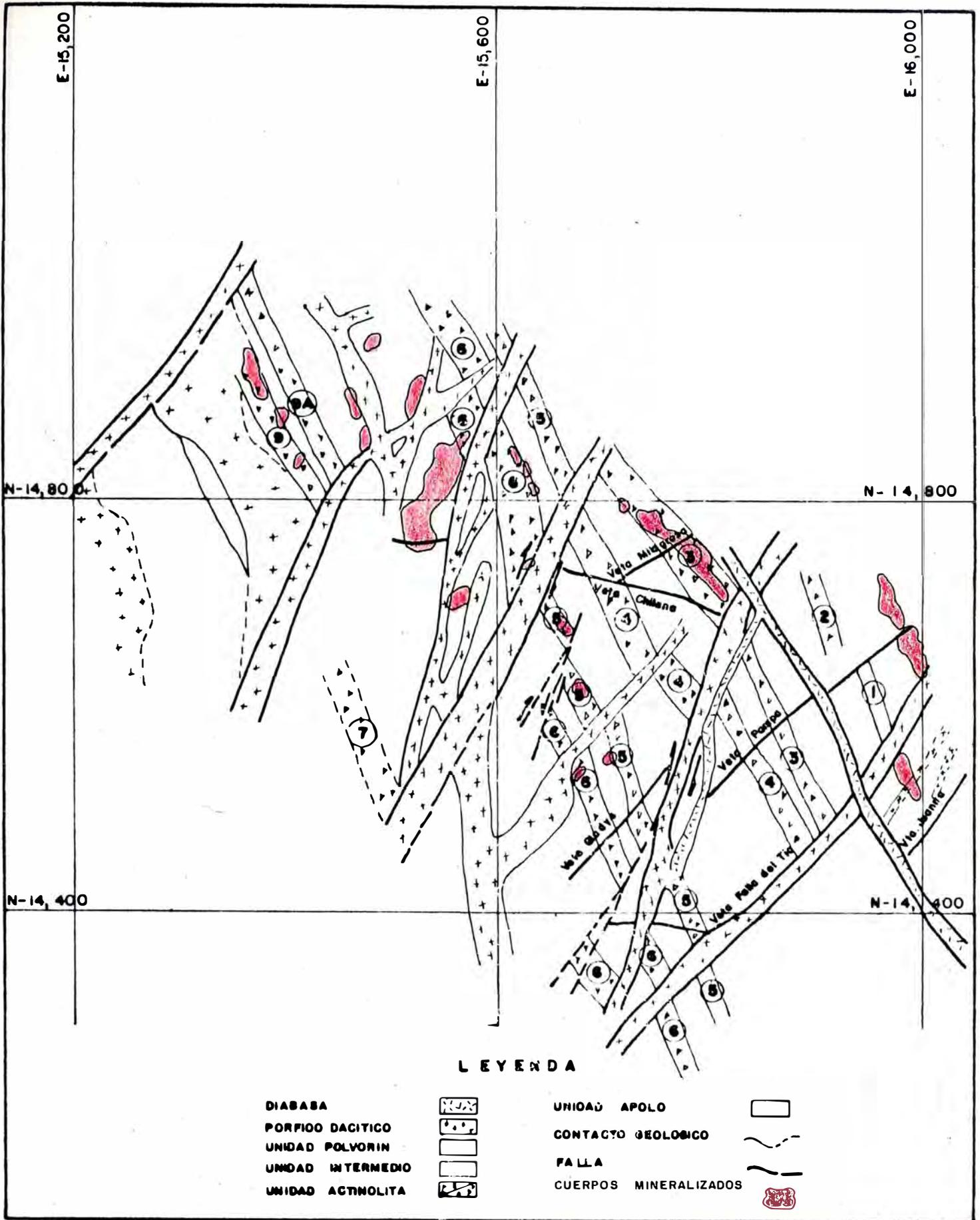


FIGURA 16.- UBICACION DE CUERPOS MINERALIZADOS Nivel -65  
 ESCALA 1:5,000

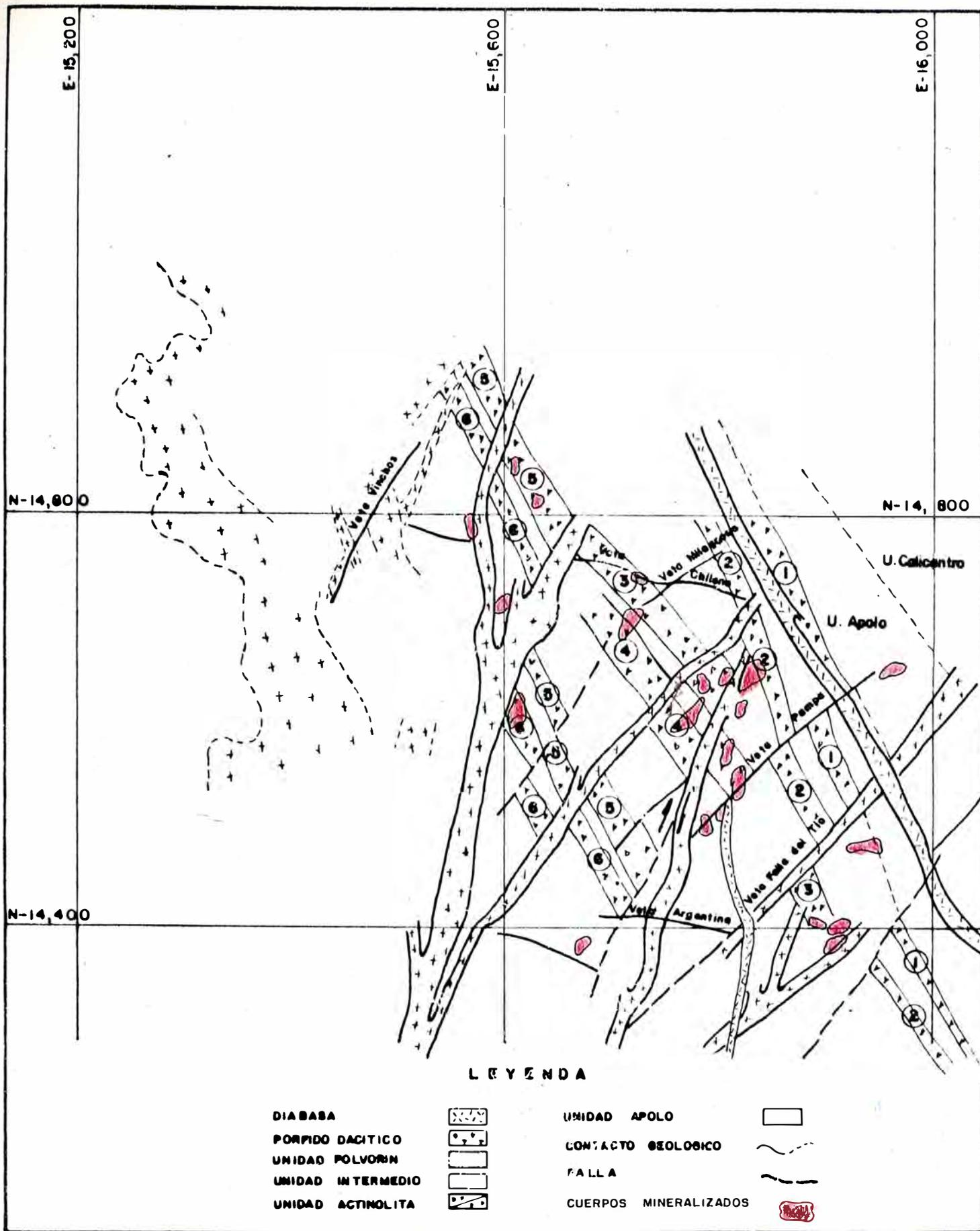


FIGURA 17.- UBICACION DE CUERPOS MINERALIZADOS - Nivel -100  
 ESCALA 1: 5,000

**TERCERA PARTE**

**LA UNIDAD LITOLÓGICA POLVORIN**

**POSIBILIDADES DE DESARROLLO**

## CAPITULO III

### LA UNIDAD POLVORIN

#### 3.1 LA UNIDAD POLVORIN

##### 3.1.1 PETROGRAFIA Y ALTERACIONES

Esta Unidad está representada por bancos gruesos de andesitas porfiríticas, a veces hornbléndica de colores gris, gris verde a gris verde oscuro, entre 10-30% de fenocristales según los casos, de 1 mm. - 8 mm.

Los principales fenocristales que se encuentran en la roca son

Plagioclasas An28 a 40, andesina, llegando en algunas hasta a An60 labradorita y en otras por albitización a An10 albita-oligoclasa, son euhedrales y en ocasiones subhedrales, maclados. Por recristalización y corrosión por minerales secundarios, la superficie de este mineral se presenta turbia (por presencia de minerales submicroscópicos diseminados)

/.

ó la macla deformada ó parcialmente borrada.

Hornblenda mineral en forma euhedral a anhedral en algunos casos con bordes de reacción, maclados, y por lo general reemplazados por anfíbol secundario y a veces esfena, clorita y prehnita, tamaño entre 750 u á 1mm.

Piroxeno : mineral euhedral a anhedral, con bordes de reacción, uralitizadas, de tamaños pequeños hasta de 300 u.

Estos minerales se alteran generalmente a anfíboles (Tremolita/Actinolita).

La pasta de estas rocas varían según los ejemplares, habiendo por lo general textura traquítica, afieltrada, pilotáctica, microlítica y en ocasiones hialina. El mineral dominante en la pasta es plagioclasa en microlitos de 75u. á 150u, ó mas finos, y también minerales secundarios diseminados, intersticiales, en cúmulos y venillas siendo los más comunes anfíbol, esfena, clorita, albita, epidota, clinozoisita, calcita, prehnita, cuarzo y minerales opacos y en ocasiones feldespato potásico. En ocasiones raras se observan amígdalas con clorita, clinozoisita, prehnita.

Como accesorios se encuentran zircón y fragmentos líticos.

### 3.1.2 LOS CUERPOS MINERALES

#### a. Mineralogía

Los minerales primarios y las gangas formados durante la mineralización metálica son pirita, magnetita, pirrotita, chalcopirita, bornita, esfalerita, galena, cuarzo y calcita.

Los minerales secundarios incluyen gohetita, limonita, hematita, covelita, digenita y marcasita.

Paragénesis : diversos estudios realizados en secciones pulidas por algunos autores (L. de Montreuil, 1971; C. Cánepa, E. Fodale 1972, H. Ohmoto, E. Ripley, 1974, M. Cardozo, 1975) han presentado cuadros paragenéticos cuyos datos sumados a algunas observaciones realizadas por el autor, nos permite presentar en la figura 18, un cuadro paragenético generalizado.

En la Unidad Polvorín la calcopirita y pirita corresponden esencialmente a las fases metálicas y su concentración raras veces excede el 5% del volumen total de la roca.

La secuencia de formación de los minerales metálicos (E. Ripley) puede ser generalizada de la siguiente manera

(Ver pag. 52).

/.

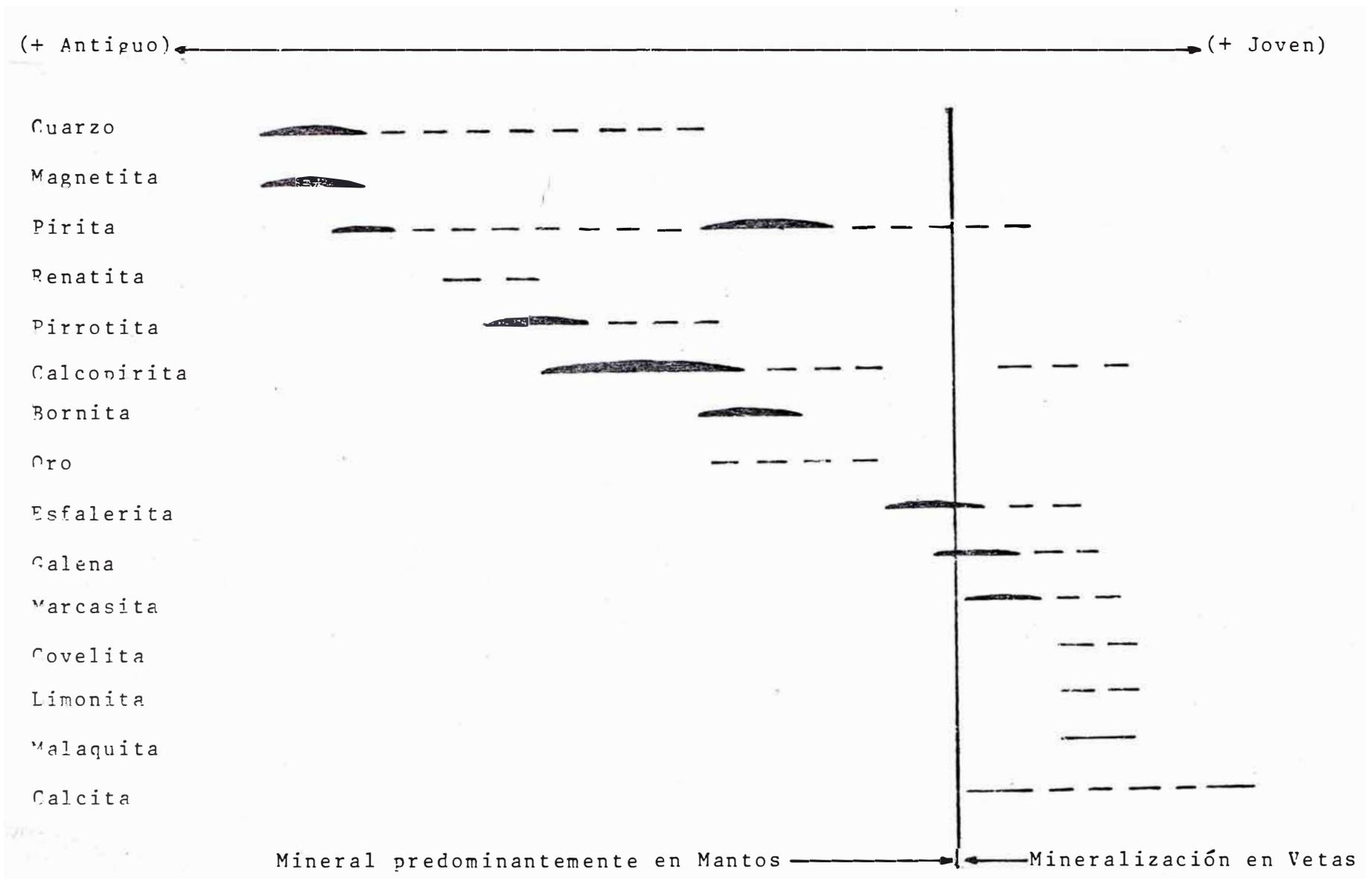
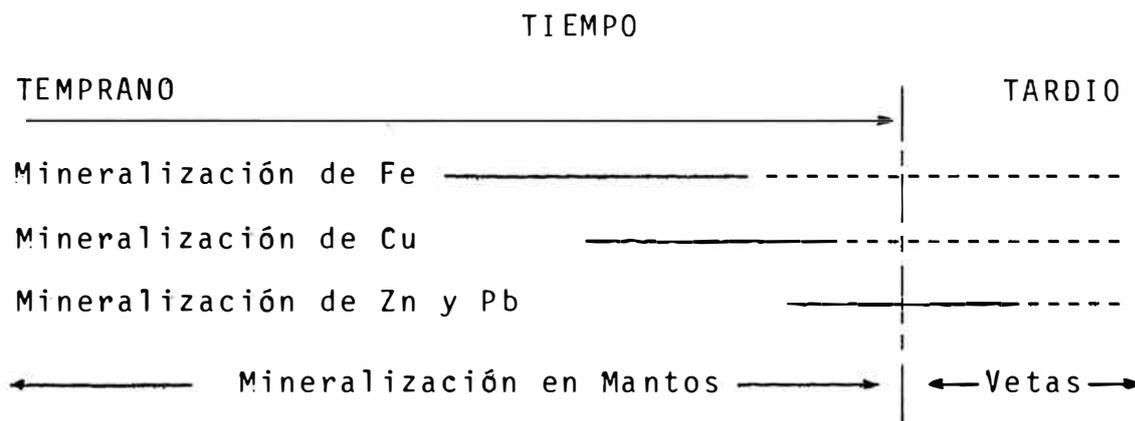


Fig. 18 CUADRO PARAGENETICO GENERALIZADO-MINA RAUL



Esta secuencia es típica de muchos Yacimientos Hidrotermales, y frecuentemente representa el cambio de temperatura de alto (temprano) a bajo (tardío).

b. Geometría de los Cuerpos Mineralizados

La mineralización metálica en la Unidad Polvorín tiene una distribución muy amplia e irregular, su densidad es variable por lo que puede encontrarse zonas intensamente mineralizadas y zonas con muy escasa mineralización.

En esta Unidad la mineralización metálica se halla casi exclusivamente en forma de diseminado formando cuerpos de tamaño variado tanto en concentraciones de pirita, calcopirita y ambos.

Estos cuerpos mineralizados generalmente son localizados con sondajes diamantinos que permiten contornear y dimensionar con valores económicos.

El tamaño y la geometría de los cuerpos se muestran

/.



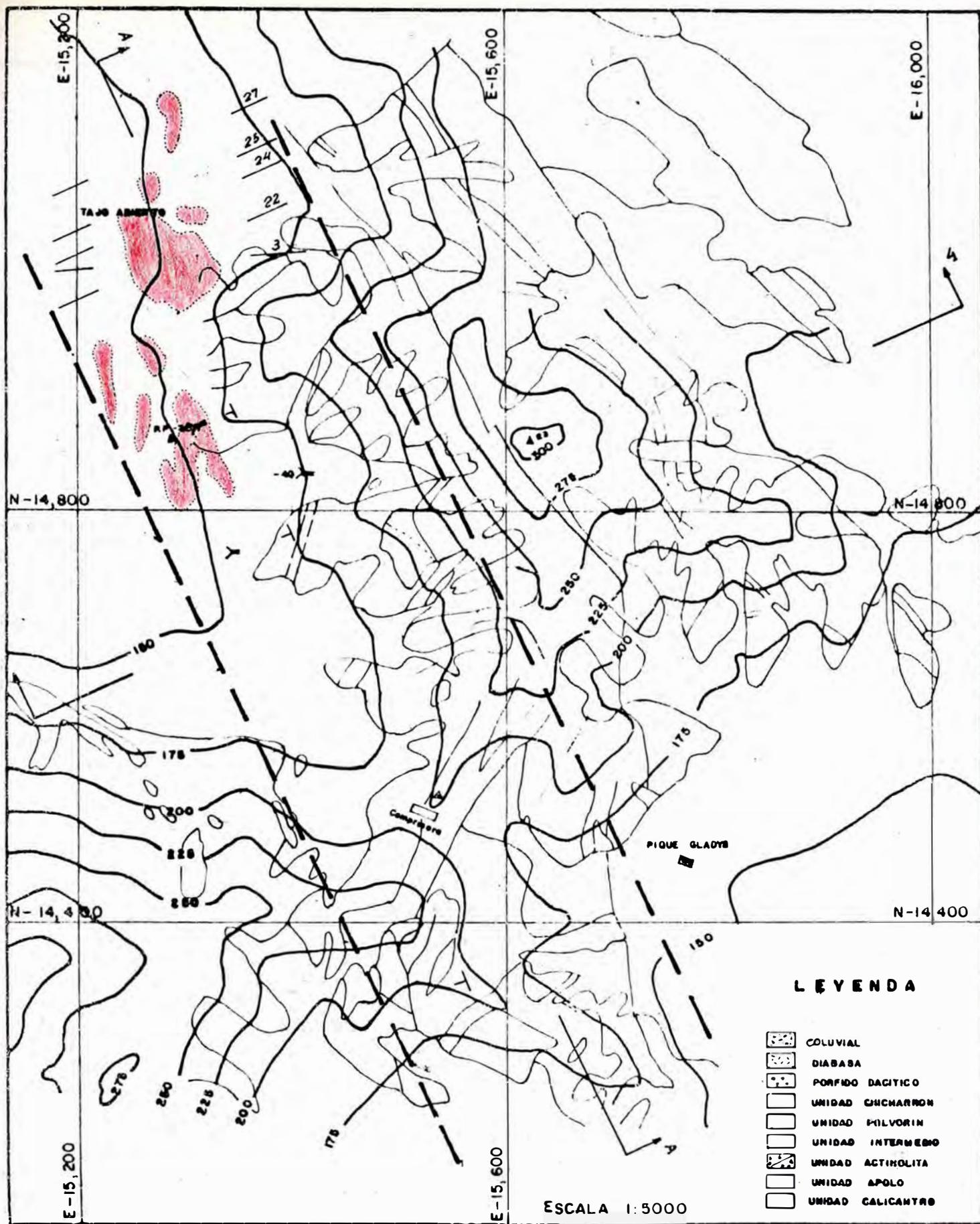


FIGURA 19.- UNIDAD POLVORIN - Ubicación de cuerpos mineralizados

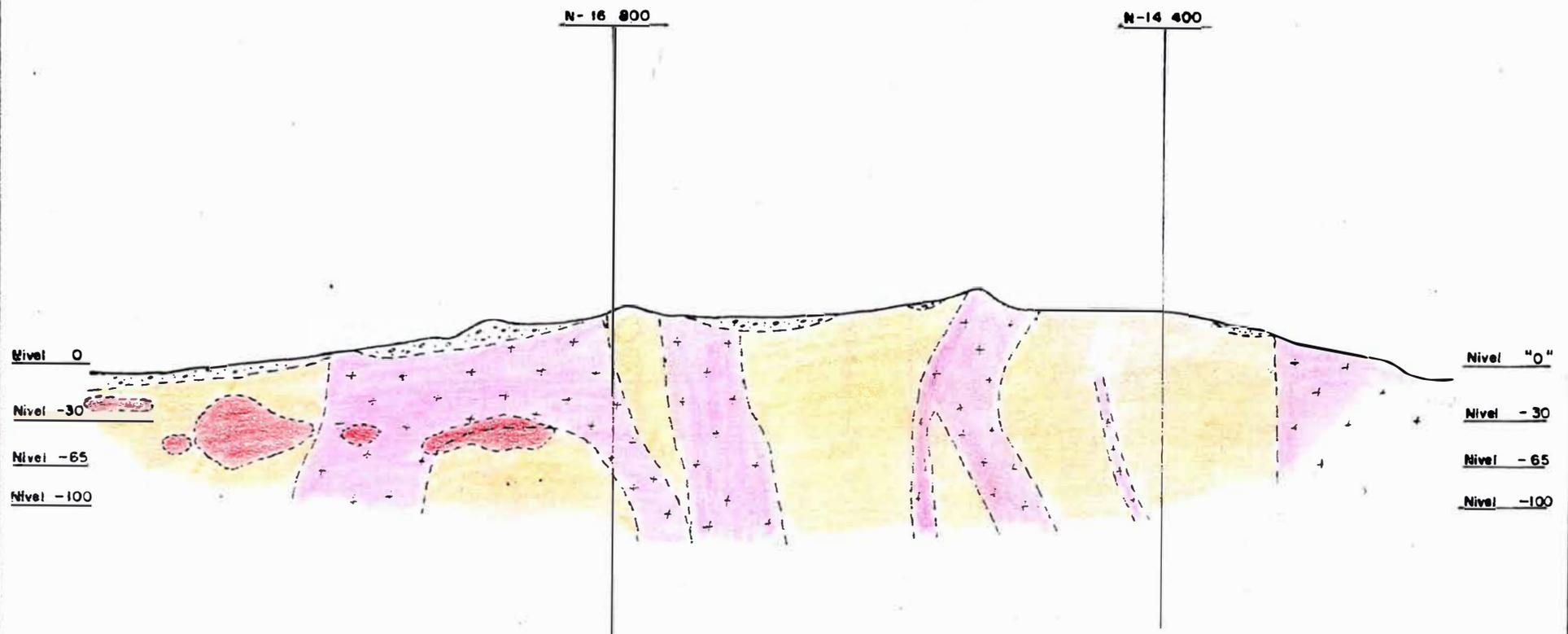


FIG. 20.- UNIDAD POLVORIN — SECCION LONGITUDINAL "A"

- LEYENDA:
-  COLUVIAL
  -  PORFIDO DACITICO
  -  UNIDAD POLVORIN
  - 
  -  CUERPO MINERAL

ESCALA: 1/5 000

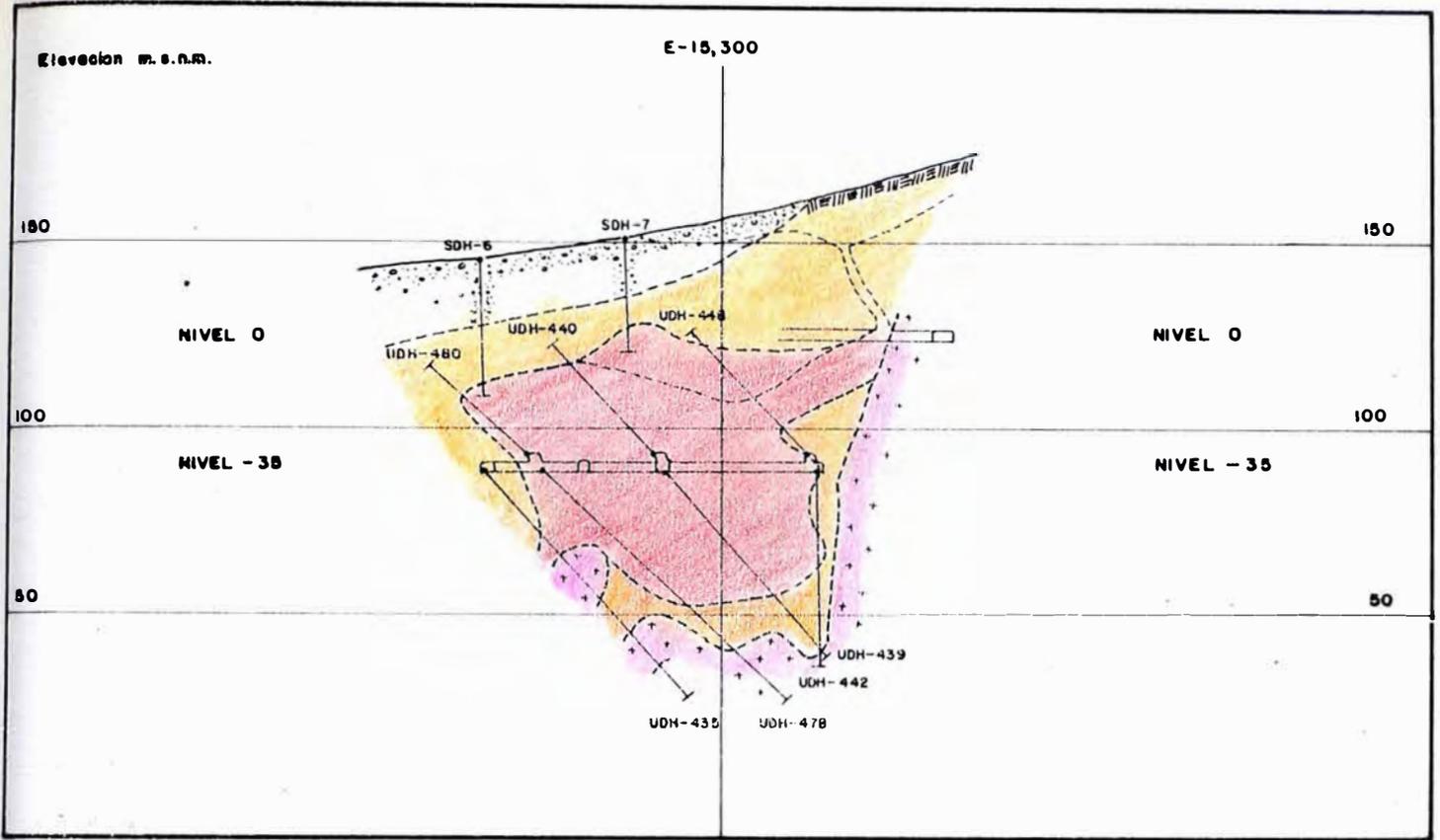


FIGURA 21.- SECCION TRANSVERSAL N° 3  
( Tajo Abierto )

ESCALA 1:2,000

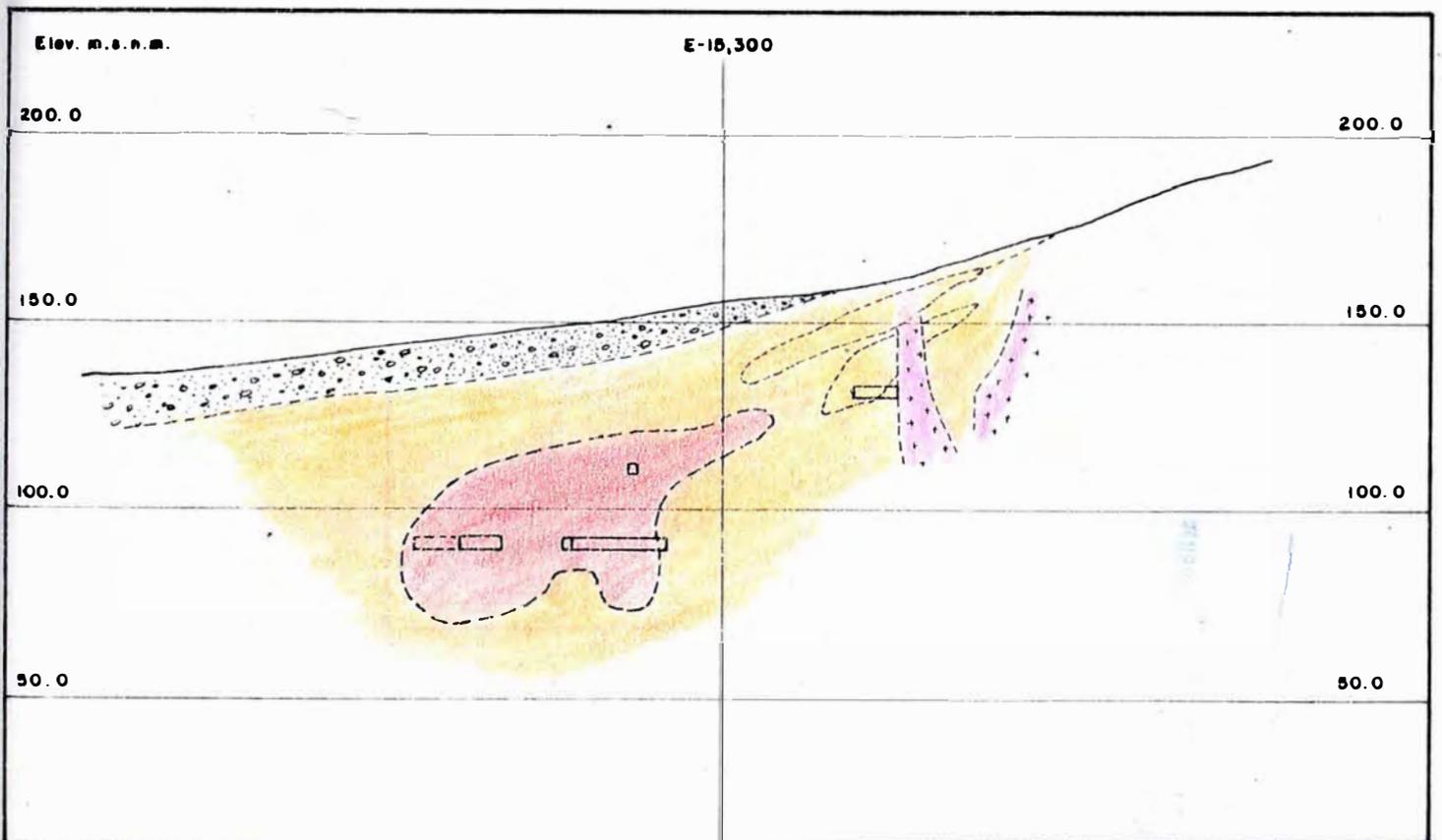
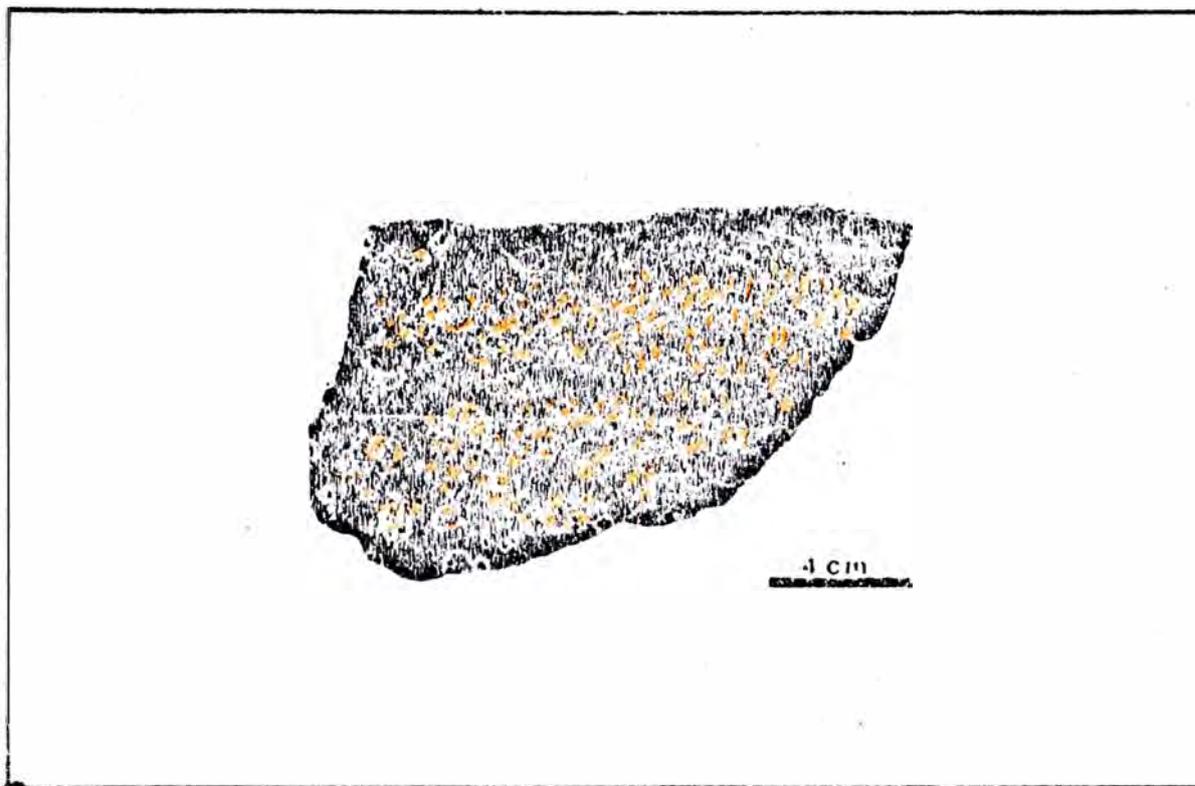
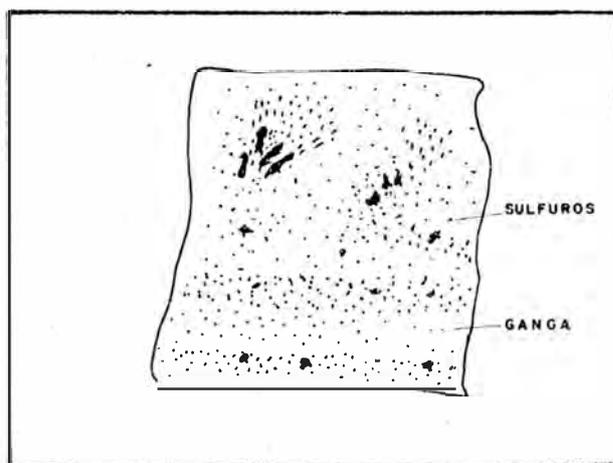


FIGURA 22 SECCION TRANSVERSAL N° 25  
( Polvorin Norte )

ESCALA 1:2,000



a) Muestras de mano de la Unidad Polvorín



b) Esquema de textura

FIGURA 23.- MUESTRA DE MANO - UNIDAD POLVORIN

a) Fotografía

b) Esquema de textura

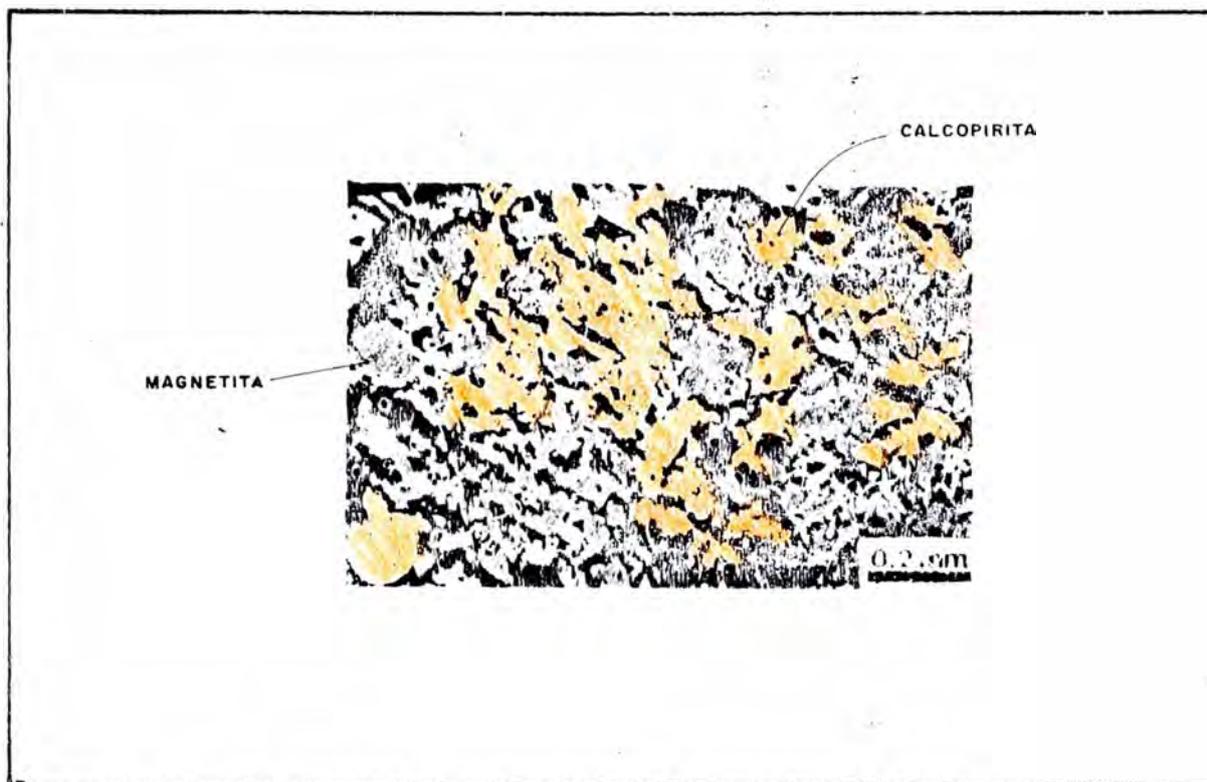


FIGURA 24.- TEXTURA MICROSCOPICA DE UN ESPECIMEN DE LA UNIDAD POLVORIN

c. Distribución de Leyes de Cu

Los valores de Cu proporcionados en un 70% por sondajes diamantinos, han sido trasladados a los perfiles donde se ha tratado de encontrar algún patrón de distribución, observándose a primera vista que los valores de Cu económico se encuentran concentrados en áreas de forma irregular. Fuera del área, los valores inmediatos son tan bajos (0.3-0.1) que no permiten hacer evaluaciones con diferentes leyes de corte y si fuera posible, son muy limitados.

Dentro de las áreas económicas, se ha tratado de zonificar áreas con valores entre 0.5% Cu - 1.0% Cu; 1.1% Cu-1.9% Cu y áreas con valores mayores de 2.0% Cu.

Se observará que las figuras 25, 26, 27 y 28, muestran un bandeamiento que resulta concordante con la pseudostatificación de la Unidad y lo notable es que se observa en distintos cuerpos mineralizados por lo que algunos autores lo consideran como argumento relacionado a la génesis sin genética.

Además, la fig. 29 muestra un perfil siguiendo el buzamiento de la Unidad (Cuerpo Polvorín Norte). En este perfil también se ha zonificado el mismo tipo de distribución, encontrándose los valores agrupados semejando lagunas dentro del estrato rocoso.

/.

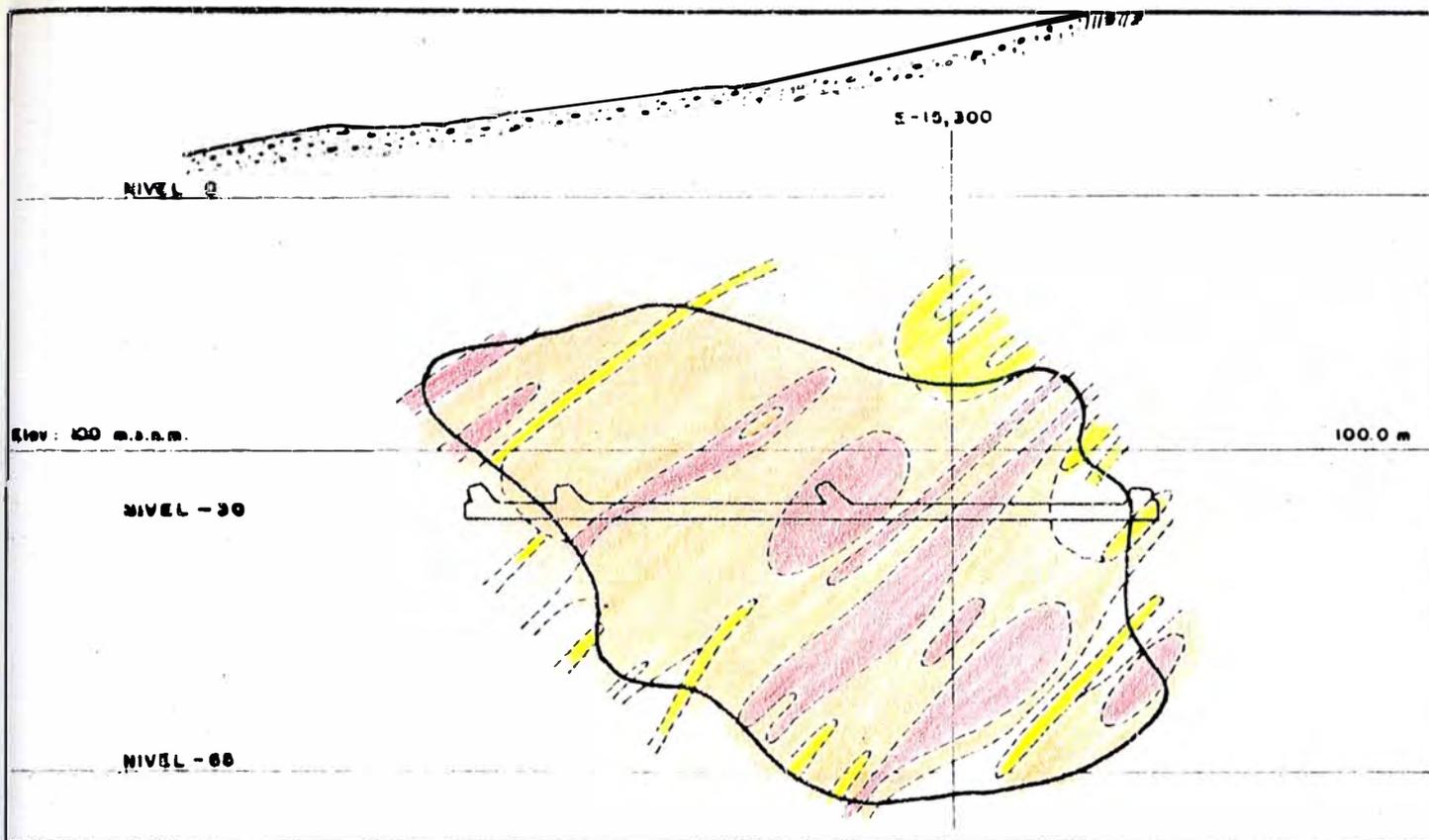


FIGURA 25.- DISTRIBUCION DE LEYES - Seccion Transversal N° 22

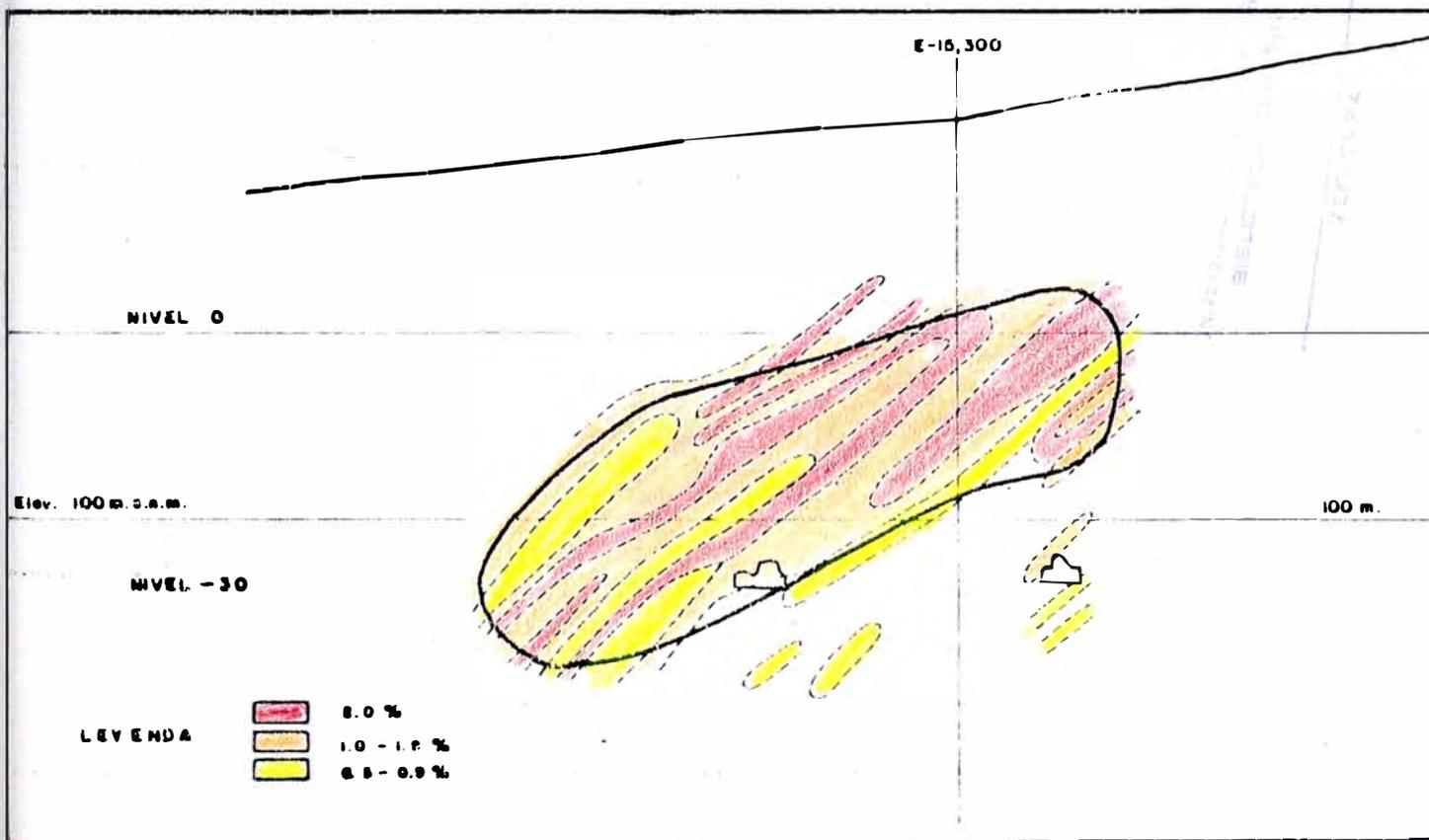


FIGURA 26.- DISTRIBUCION DE LEYES Seccion Transversal N° 24

ESCALA 1:1,000

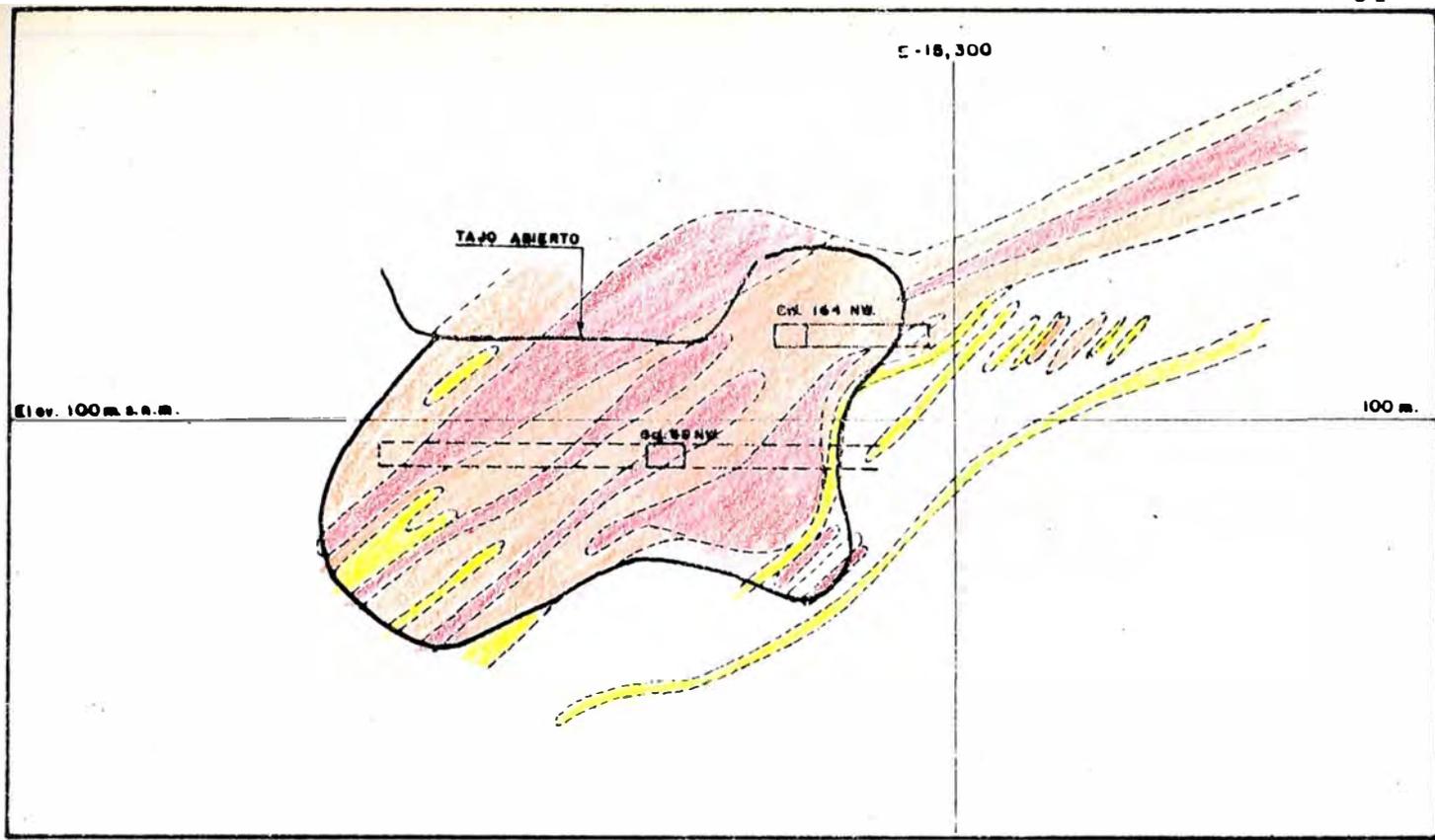


FIGURA 27.- DISTRIBUCCION DE LEYES — Seccion Transversal N° 25

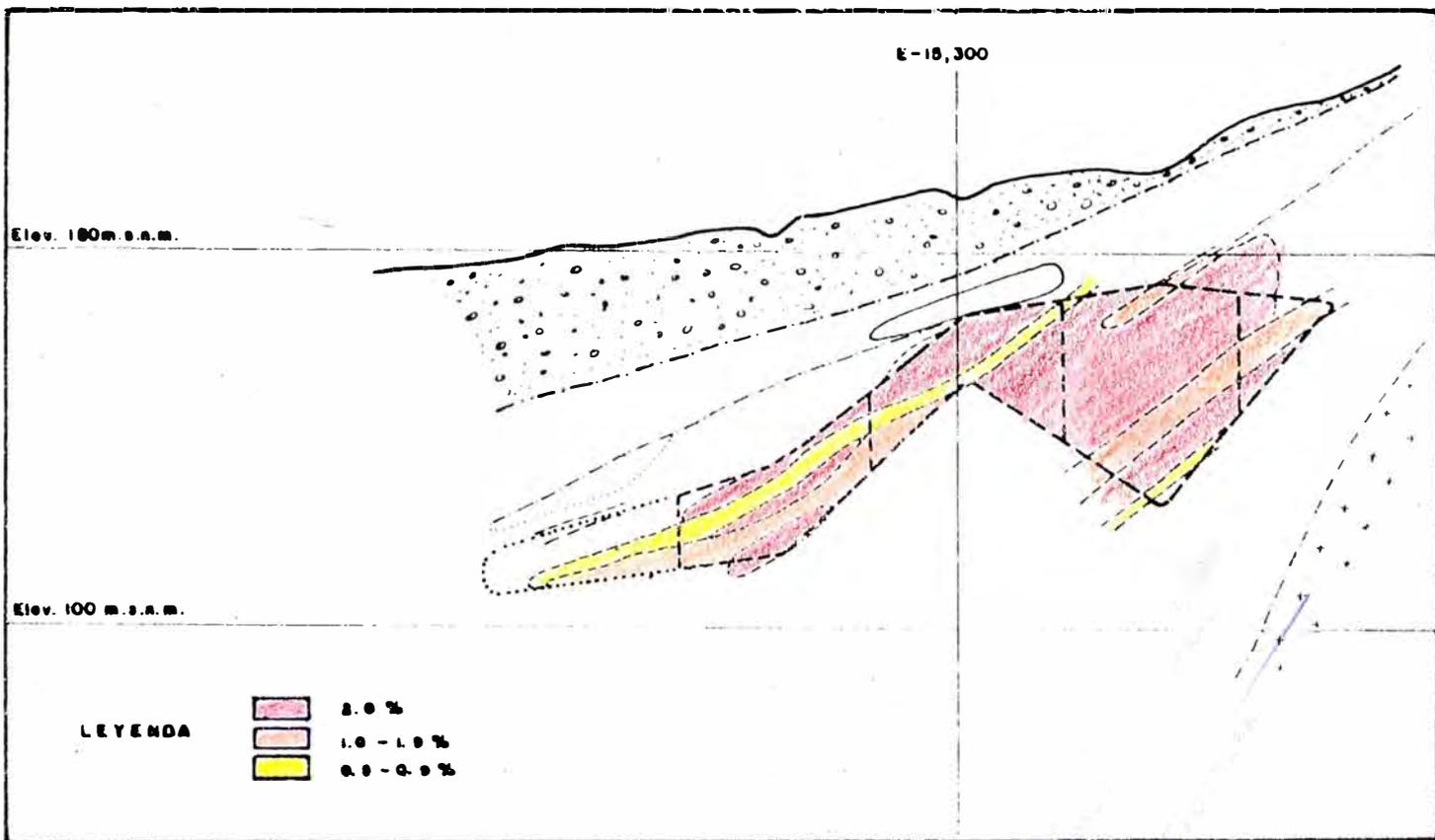


FIGURA 28.- DISTRIBUCCION DE LEYES Seccion Transversal N° 27

ESCALA 1:1,000

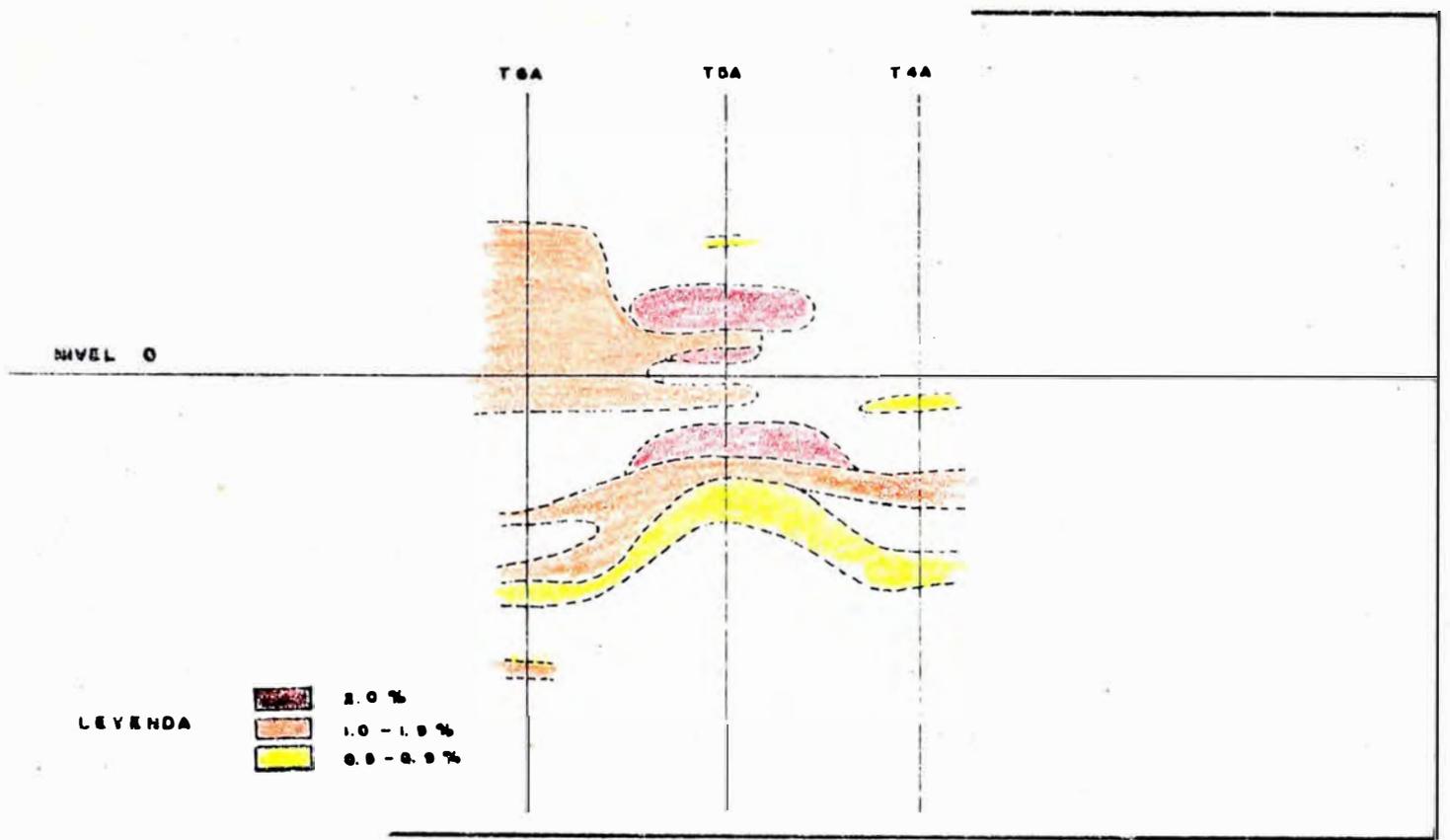


FIGURA 29- DISTRIBUCION DE LEYES Buzamiento de la Unidad  
(Cuerpo polvorin norte)

d. Controles de mineralización

La distribución de la mineralización está controlada por :

- Control litológico : por horizontes de calizas, tobas, brechas andesíticas y algunos derrames de igual composición.
- Control estructural : relacionado a los sistemas de fallamiento pre-mineral, a los que se asocian las vetas : chilena, argentina, Gladys, etc.

e. Persistencia de la Mineralización

La distribución horizontal y en profundidad de la mineralización podría estar asegurada tanto por la naturaleza y continuidad en el área de la Unidad Litológica que controla su distribución, como por la continuidad de la estructura monoclinal cortada por fallas transversales que han producido blocks ligeramente desplazados.

Así mismo es posible esperar la persistencia en profundidad (hasta el nivel -180) de las diferentes vetas explotadas, según se ha podido apreciar en algunos sondeos profundos.

### 3.1.3 RESERVAS DE LA MINA RAUL

#### a) Metodología

La evaluación de reservas del yacimiento y la posterior elaboración de proyectos de exploración, se obtiene mediante la siguiente secuencia:

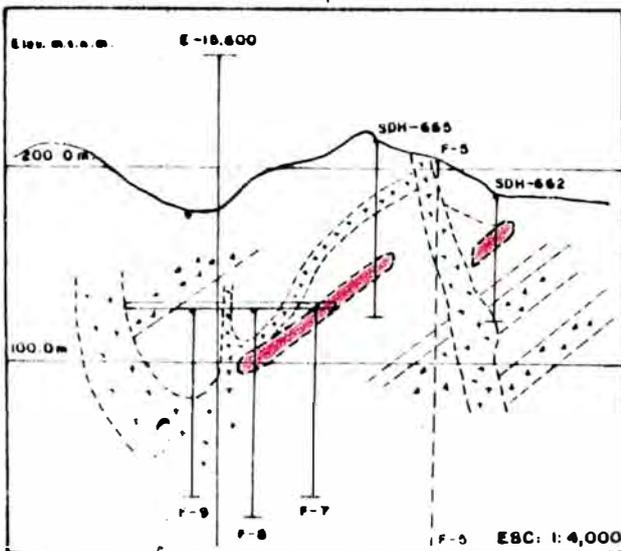
- Estudio de cuerpos cubicados y cuerpos explotados
- Relacionamiento de cuerpos estudiados.

Apartir de estos resultados, se obtiene el modelo de exploración que será utilizado con el objeto de incrementar nuestras reservas.

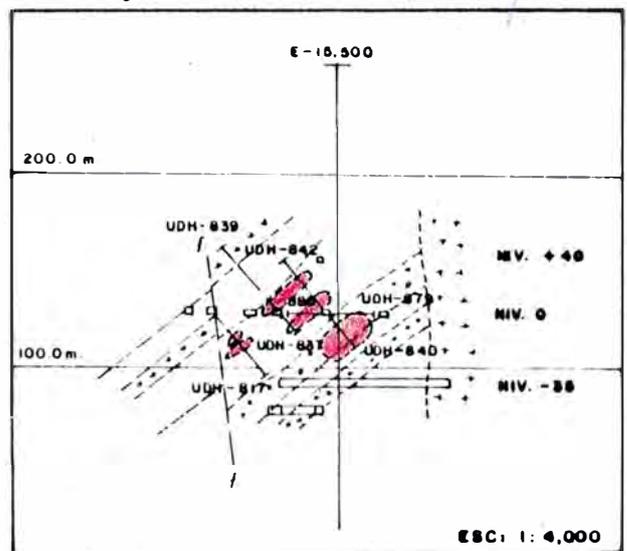
#### Estudio de cuerpos cubicados y cuerpos explotados

Los cuerpos mineralizados cubicados y explotados representados en las secciones transversales, longitudinales y planos en planta, presentan las siguientes características generales:

Geometría de los cuerpos: son redondeados y elipsoidales, hallándose muy próximos a los diques y sills de pórfido dacítico. Ver Fig. 30.



a) UNIDAD INTERMEDIO



b) UNIDAD POLVORIN

FIGURA Nº 30 GEOMETRIA DE LOS CUERPOS

Tamaño: Los redondeados varían desde 10 m. hasta 30 m. de diámetro. Los elipsoidales varían desde 20-30 m. de diámetro menor hasta 50-120 m. de diámetro mayor.

Variación de leyes: Los cuerpos emplazados en estructuras del tipo diseminado y brechas, generalmente tienen una distribución muy irregular de valores. Para la Unidad Polvorín (Diseminado), ver Fig. N°25, 26, 27, 28 y 29.

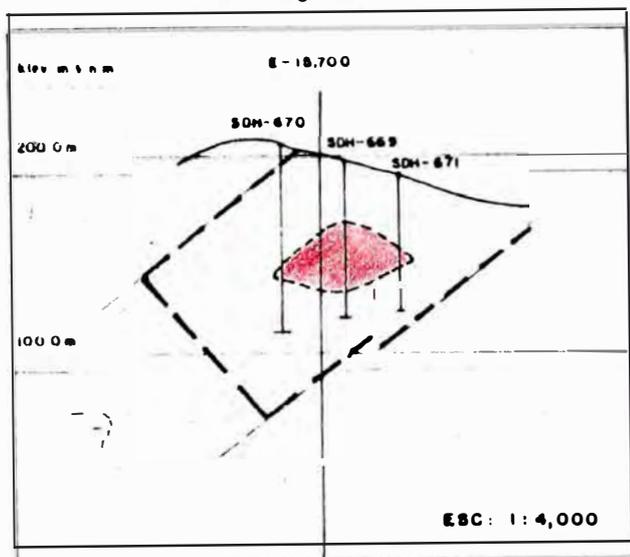
Los diseminados presentan leyes entre 1.1 - 1.7% de Cu. y las brechas entre 1.8 - 4.5% de Cu.

#### Relacionamiento de cuerpos estudiados

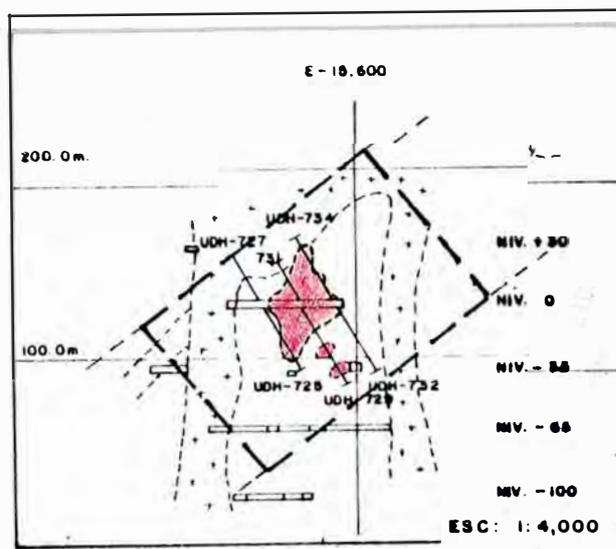
A nivel del yacimiento Raúl, del análisis de 30 secciones transversales correspondientes a 12 cuerpos mineralizados, se obtiene como representación general la siguiente relación:

$$\frac{\text{Area mineral extraído y/o cubicado}}{\text{Area estéril}} = \frac{1}{12}$$

Ver figura N°31.



a) UNIDAD POLVORIN



b) UNIDAD INTERMEDIO

FIGURA N° 31 RELACION: AREA MINERAL / AREA ESTERIL

Esta relación se hace extensiva para futuras exploraciones utilizando:

$$\frac{\text{Area mineral prospectivo}}{\text{Area estéril}} = \frac{1}{12}$$

donde el área de mineral prospectivo se encuentra conociendo las dimensiones del estéril y correlacionando con la presencia de cuerpos adyacentes probados, según se muestra en la figura N°32.

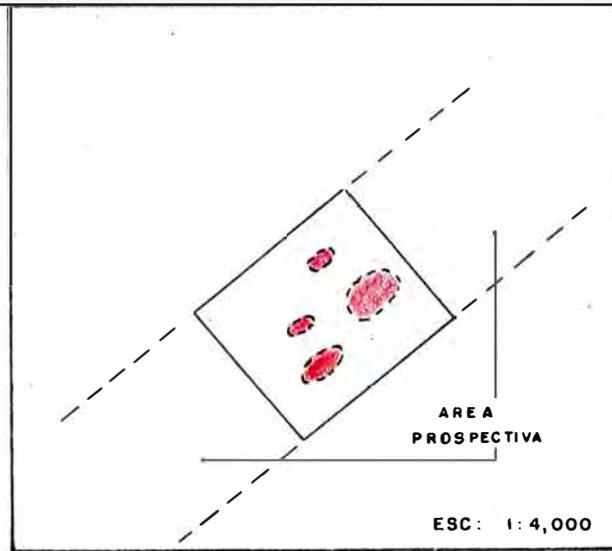


FIGURA N° 32. AREA PROSPECTIVA

Al momento de preparar este trabajo, la relación anterior ya viene utilizándose en la elaboración de programas de exploración de algunas de las unidades litológicas del yacimiento.

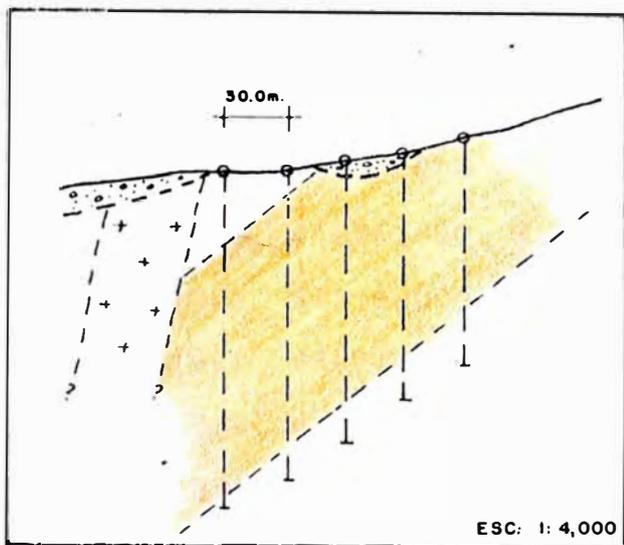
Por las características singulares del yacimiento según el estudio de los cuerpos explotados antes de 1981 y después de 1982, se establece el siguiente

te modelo de exploración:

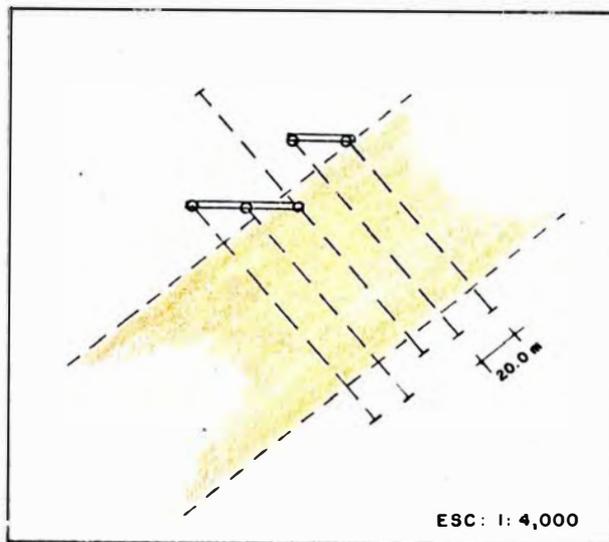
- Análisis de las secciones transversales, longitudinales y planos en planta.
- Diseño de mallas de perforación diamantina dividiendo el yacimiento en secciones transversales a 20 m. una de otra, donde podrán ubicarse los taladros desde superficie ó interior mina.

Los taladros desde superficie son verticales y están ubicados cada 30 m. y los de interior mina generalmente son perpendiculares al buzamiento de las unidades y a 20 m. de distancia entre cada línea de taladros. Ver figura N°33.

La longitud de los taladros abarcará como mínimo la potencia de la unidad litológica.



a) EXPLORACION SUPERFICIE



b) EXPLORACION SUBTERRANEA

FIGURA N° 33. MALLAS DE PERFORACION  
SECCIONES TRANSVERSALES

- Galerías de exploración, cuando el cuerpo es ex  
cesivamente irregular y posteriormente servirá  
como acceso a producción.

Esta metodología ha permitido encontrar desde el  
año 1982, 1'308,000 T.M. mediante la perforación  
de 10643 m. , obteniéndose una relación de 123 TM/m.  
Los requerimientos actuales son del orden de  
1'000,000 T.M./año, con el propósito de reemplazar  
el mineral extraído y proyectar futura ampliación  
de la Planta Concentradora.

b) Cuadro Estadístico de Reservas de la Mina Raúl

	<u>RESERVAS</u>		<u>PRODUCCION</u>	
	T.M.S.	%Cu.	T.M.S.	%Cu.
1978	3'270,000	2.00	262,000	2.00
1979	3'323,000	2.04	310,000	1.78
1980	4'075,000	2.11	308,000	1.68
1981	4'115,000	2.15	302,000	1.76
1982	4'077,000	2.08	354,000	1.72 *
1983	4'282,000	2.09	356,000	1.73
1984	4'364,000	2.06	349,000	1.75

\* A partir del año 1982 se viene aplicando el mo-  
delo de exploración con resultados satisfactorios.

c) Reservas de la Unidad Polvorín.

Los criterios establecidos anteriormente permitirán ubicar reservas en la Unidad Polvorín utilizando la relación mineral/desmante = 1/12.

La Unidad Polvorín ha sido dividida en 6 sectores para exploración. Ver Fig. N°34.

Mediante la aplicación de nuestro modelo esperamos ubicar reservas según el siguiente cuadro:

RESERVAS UNIDAD POLVORIN

Sector	N° Secciones	Probado (T.M.)	Probable (T.M.)	Prospectivo (T.M.)
1	8	1'250,000	340,000*	350,000
2	5	-	120,000*	210,000
3	6	-	-	260,000
4	2	-	-	90,000
5	3	-	-	130,000
6	5	-	-	220,000
		<u>1'250,000</u>	<u>460,000</u>	<u>1'260,000</u>

\* Mineral descubierto con modelo de exploración.

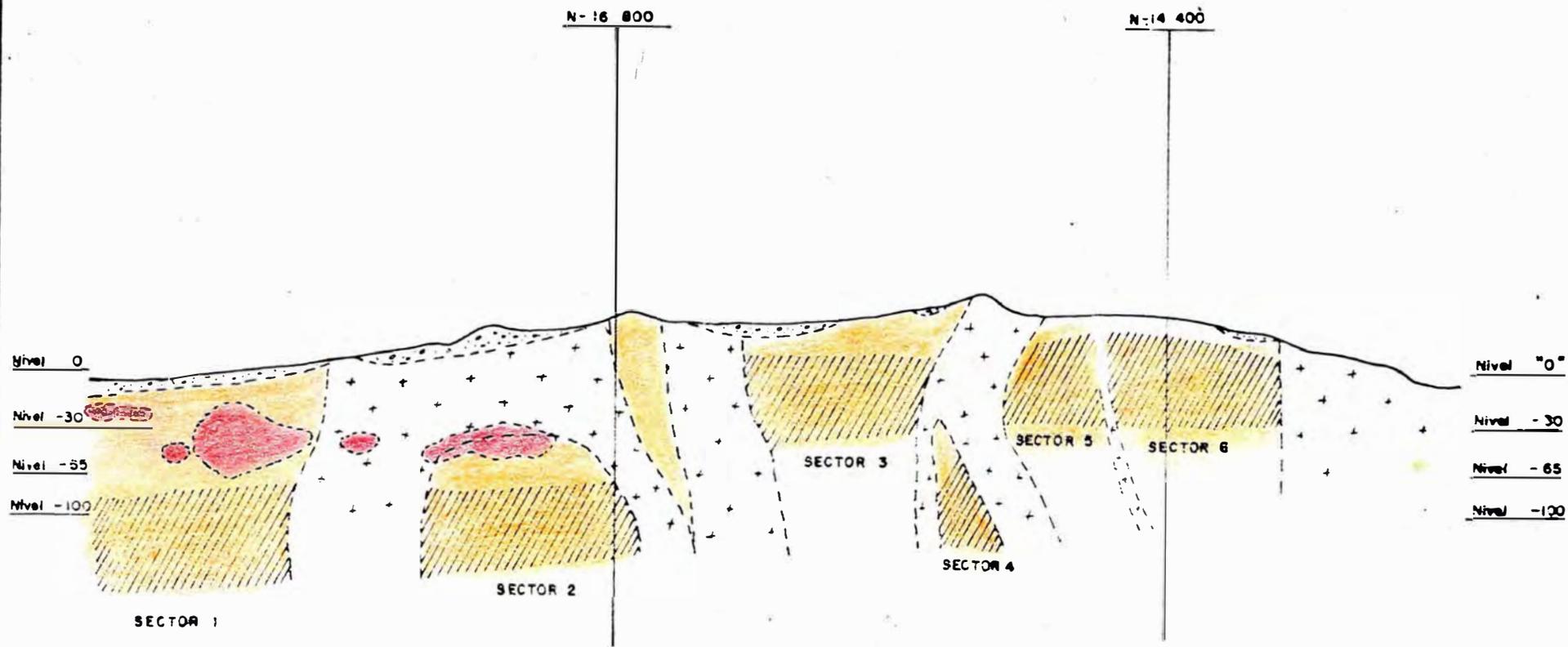


FIG. 34 UNIDAD POLVORIM - SECCION LONGITUDINAL "A"

LEYENDA:

-  COLUYAL
-  PORFIDO DACTICO
-  UNIDAD POLVORIM
- 
-  CUERPO MINERAL
-  AREA PROSPECTIVA

ESCALA: 1/5 000

## **3.2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **3.2.1 CONCLUSIONES**

- Superficialmente no se observa alteraciones que puedan utilizarse como evidencia de mineralización.
- La Unidad Polvorín, tiene una extensión considerable tanto en rumbo como en buzamiento por lo que las posibilidades de desarrollo son enormes.
- Los cuerpos mineralizados generalmente se encuentran próximos a los diques y sills de pórfido dacítico.
- Existen concentraciones con valores elevados de Cu en las intersecciones de vetas con la Unidad,
- La presencia de pirita y pirrotita magnética son indicios de la existencia de valores económicos de Cu.

### **3.2.2 RECOMENDACIONES**

Por la carencia de evidencias exteriores de mineralización, es recomendable en el área de la Mina Raúl :

- Utilizar sondajes de Polarización inducida, para determinar anomalías que podrían indi -  
/.

car la presencia de concentraciones de sulfuros.

- Utilizar la perforación diamantina como la principal herramienta para la exploración, tanto en Superficie como desde el interior de la Mina Subterránea.
- La Unidad Polvorín servirá como referencia para continuar con la exploración de las otras Unidades teniendo en cuenta que el control litológico es más importante.
- En las labores subterráneas se buscará la pirrotita magnética como guía para la exploración.

### 3.3 BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS

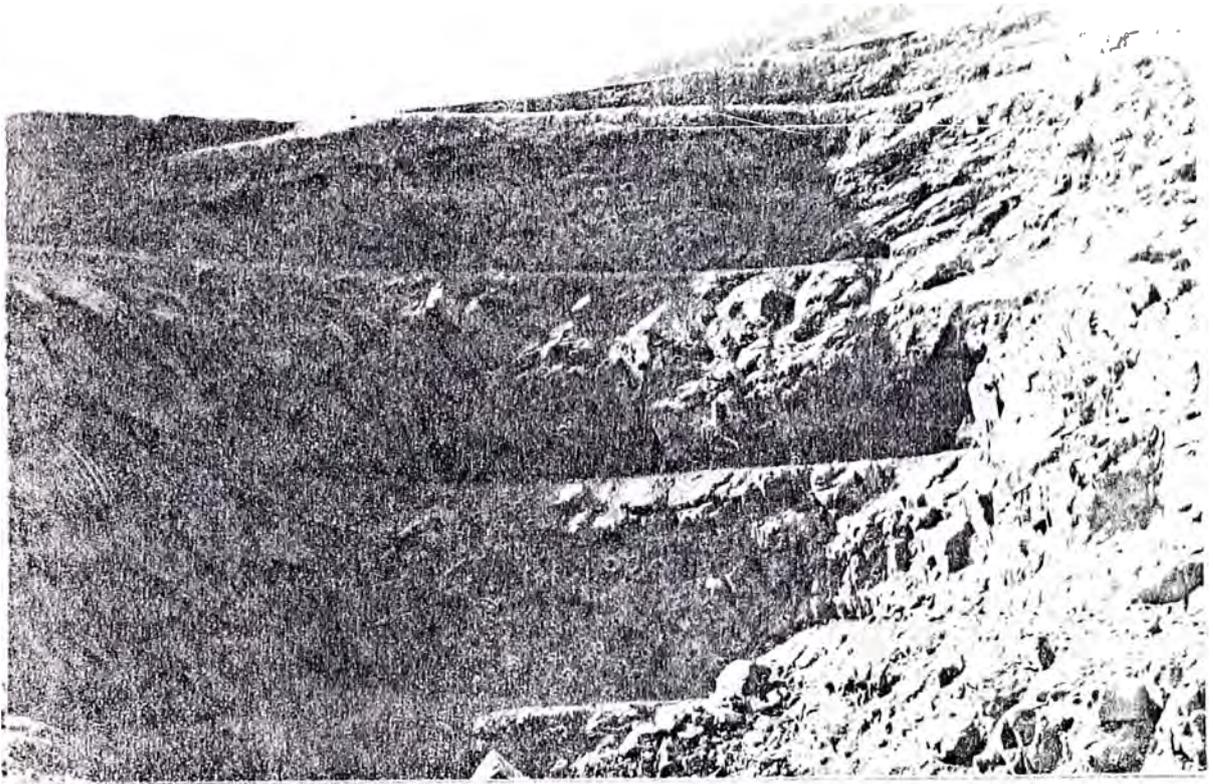
- Bellido E. y De Montreuil L. (1972) - Aspectos Generales de la Metalogenia del Perú - Bol. Serv. Geol. Min. Perú. Serv. Gen. Econ. 1.
- Bernuy O. (1982) Geoestadística del Cuerpo Intermedio Central - Informe Privado - Cía. Minera Pativilca S.A.
- Canepa C. y Fodale E. (1972) Mineralogía Comparada de los Yacimientos de Río Seco, Raúl y Condestable - XII Conv. de Minería - Lima.
- Cardozo M. (1981) Metallogenetic aspects of the schist-hosted copper deposit Raúl, Central Peru. Diplomarbeit, Univ. Heidelberg.
- Cardozo M. (1981) Geologie und Petrographie der schichtgebundenen Cu - Lagerstätte Raúl, Lima - Peru.
- Cardozo M. y Cedillo E. (1980) sobre la presencia de dipiro-(escapolita) en la Mina Raúl (Lima) - Anales del IV Congreso Peruano de Geología Lima, 1978. Bol. Soc. Geol. Perú, 65.
- Cobbing E.J. y Pitcher W.S. (1972) The Coastal Batholith of Central Peru - J. Geol. Soc. London. 128.
- Injoque J. (et al 1982) Petrología y Mineralogía del Yacimiento Raúl-Condestable y reinterpretación de su génesis.
- Megard F. (1978) Etude Géologique des andes du Perou Central. Mem. Orstom 86. Paris.

- Ohnsmann M. (1978) Petrographic, Mineralogic und Geochemie der diskordanten Erzfuhrungen in der sulfidlagerstätte Raúl-Perú Diplomarb, Univ. Heidelberg (unpubl).
- Ohmoto H. y Ripley E. (1974) Génesis of the cuprifero<sup>s</sup> sulfide deposits at the Raúl, Condestable and E<sup>l</sup>liana mines of Central Perú - Cía. Minera Pativilca. Priv.rep. (unpubl.).
- Petersen U. (1972) Metodos Modernos aplicados a la investigación de Yacimientos Peruanos. Bol.Soc.Geol.Perú 42.  
Prutek W. (1979) Versuch einer Korrelation der lagers<sup>t</sup>atteu Raúl und Condestable mit hilfe geologischer, mineralogischer und gefugekundelicher untersuchung smethoder. Diplomarb Univ. Heidelberg 94 p.(Unpubl.).
- Ripley E. y Ohmoto H. (1977-1979) Mineralogic Sulfur Isotope and fluid inclusion studies of the stratabound copper deposit at the Raúl Mine. Econ.Geol. Vol.72, Paq. 1017-1041.
- Wauschkuhn A. (1978-1979) Geology, mineralogy and geochemistey of the stratabound Cu, deposits in the mesozoic belt of Perú, Bol. Soc. Geol. Perú 62.
- Wauschkuhu A. Ohnsmann M. (1980) Geologie, Mineralogie und Geochemie der sulfidlagerstätte Raúl, Perú, Munster. Forsch. Geol. Palaont, 51.

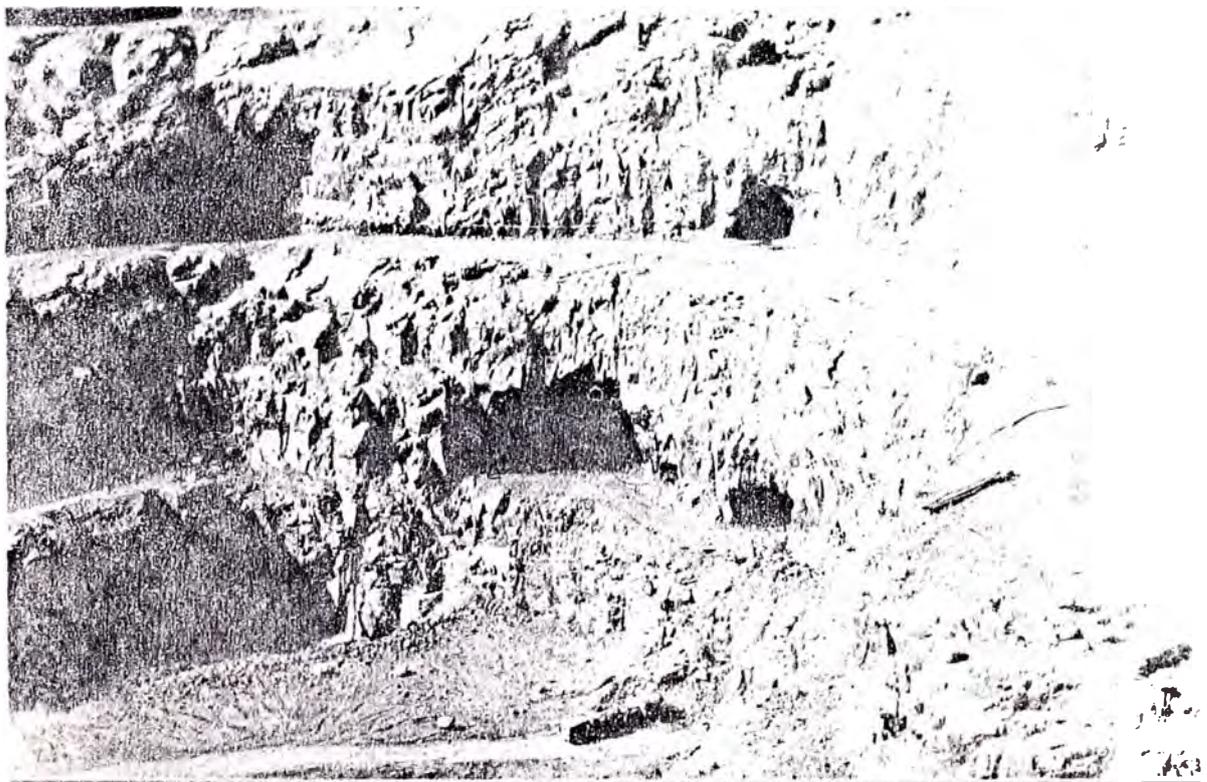
I L U S T R A C I O N E S

- Fig. 1 - Mapa de Ubicación - Accesos.
- Fig. 2 - Geología Regional.
- Fig. 3 - Geología Superficial - Mina Raúl.
- Fig. 3a. - Sección transversal N° 4.
- Fig. 4 - Geología del Nivel "0".
- Fig. 5 - Geología del Nivel -30.
- Fig. 6 - Geología del Nivel -65.
- Fig. 7 - Geología del Nivel -100.
- Fig. 8 - Columna Litológica.
- Fig. 9 - Fotografía de Diseminado y representación esquemática.
- Fig.10 - Fotografía de Brecha y representación esquemática.
- Fig.11 - Fotografía de Ritmita y representación esquemática.
- Fig.12 - Fotografía de Mantos y representación esquemática.
- Fig.13 - Vetas. Representación esquemática.
- Fig.14 - Ubicación de Cuerpos mineralizados.Nivel "0".
- Fig.15 - Ubicación de cuerpos mineralizados.Nivel -30.
- Fig.16 - Ubicación de cuerpos mineralizados.Nivel -65.
- Fig.17 - Ubicación de Cuerpos Mineralizados.Nivel -100.

- Fig.18 - Cuadro Paragenético generalizado.
- Fig.19 - Unidad Polvorín. Ubicación de Cuerpos Mineralizados.
- Fig.20 - Unidad Polvorín. Sección Longitudinal "A".
- Fig.21 - Sección Transversal N° 3.
- Fig.22 - Sección Transversal N° 25.
- Fig.23 - Fotografía de Muestra de Mano. Unidad Polvorín.
- Fig.24 - Fotografía microscópica de diseminado. Unidad Polvorín.
- Fig.25 - Distribución de Leyes. Sección Transversal N° 22.
- Fig.26 - Distribución de Leyes. Sección Transversal N° 24.
- Fig.27 - Distribución de Leyes. Sección Transversal N° 25.
- Fig.28 - Distribución de Leyes. Sección Transversal N° 27.
- Fig.29 - Distribución de Leyes. Buzamiento de la Unidad.
- Fig.30 - Geometría de los cuerpos.
- Fig.31 - Relación: Area mineral/Area estéril.
- Fig.32 - Area prospectiva.
- Fig.33 - Mallas de perforación-Secciones.
- Fig.34 - Unidad Polvorín- Areas prospectivas.



- TAJO ABIERTO LADO NORTE



TAJO ABIERTO LADO ESTE

## A N E X O 1

### 1.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Los levantamientos geológicos realizados en años anteriores, han determinado la existencia de 3 sistemas de fallas cuyas características se mencionan en la página 33, sin embargo actualmente con el asesoramiento de una empresa canadiense, se está realizando un estudio de Mecánica de Rocas, que incluye un levantamiento estructural detallado cuya primera evaluación identifica igualmente los 3 sistemas de fallamiento, pero con características (rumbo y buzamiento) apreciablemente distintos a los mencionados anteriormente.

Al término del estudio, se espera disponer de mayores conocimientos sobre nuestra geología estructural.

### 2.- PROSPECCION GEOQUIMICA

Al momento de escribir la presente nota, el Departamento de Geología de la Empresa, ha sugerido el empleo de esta importante rama, considerando los costos relativamente bajos y cuyos resultados podrían conocerse a muy corto plazo.

Anteriormente no se había considerado esta posibilidad por la poca experiencia nuestra en este campo.

La decisión que adopte la empresa en caso de ser po-

sitiva, permitirá la contratación de profesionales idóneos.

### 3.- PERFORACION DIAMANTINA - PROSPECCION GEOFISICA

La perforación diamantina que se lleva a cabo actualmente en la mina Raúl, está dirigida exclusivamente a zonas aledañas al yacimiento, cuyas características geológicas son similares y donde existen posibilidades de encontrar mineral con valores económicos, como se ha comprobado con algunos sondajes. El costo de estos taladros (\$27.00/m.) permite a la empresa desarrollar programas de exploración con un total de 6,000 m. por año.

El mineral encontrado supera ligeramente al mineral producido anualmente.

La prospección geofísica deberá utilizarse con más intensidad en áreas alejadas del yacimiento, sin embargo el costo (\$25.00/Ha.) podría ser una limitación por la gran extensión a explorarse (5,000 Ha.).