

# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

INSTITUTO DE GEOLOGIA Y METALURGIA



**“ESTUDIO GEOLOGICO-GEOQUIMICO DEL AREA “MONTE REDONDO”  
MPIO. DE SARIC, SON.”**

## **TESIS PROFESIONAL**

Que para obtener el título de :

**I N G E N I E R O      G E O L O G O**

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

**RUBEN DE JESUS LEYVA DE ALBA**

EX LIBRIS



SISTEMA  
BIBLIOTECA 3  
CLASIF. 11213  
N.º DE RE. 457



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

ESCUELA DE INGENIERIA

AV. DE LOS POETAS 8

TELEFONO 2-11-26

SAN LUIS POTOSI, S. L. P. - MEXICO

18 de diciembre de 1979.

Al Pasante Sr. RUBEN DE JESUS LEYVA DE ALBA,  
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 Recepcional que deberá desarrollar en su Examen Profesional de Ingeniero Geólogo, al Sr. Ing. Eduardo Gómez Iglesias. -- Así como el Tema propuesto para el mismo es:

" ESTUDIO GEOLOGICO-GEOQUIMICO DEL AREA "MONTE REDONDO" - MPIO. DE SARIC, SON. ".

T E M A R I O:

- I.- INTRODUCCION.
- II.- GENERALIDADES.
- III.- MARCO GEOLOGICO REGIONAL.
- IV.- GEOLOGIA LOCAL.
- V.- GEOQUIMICA.
- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.
- BIBLIOGRAFIA.

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 FEROM MENSURAS AUDEBO "

EL DIRECTOR DE LA ESCUELA

ING. MARINO TORRES SILVA.

A MIS PADRES:

Que me vieron nacer y crecer y que mediante su esfuerzo diario y sus atinados consejos me guiarón hasta culminar esta etapa que es una de las más importantes en mi vida.

RUBEN LEIVA GARZA

OTILIA MUÑOS DE ALBA DE LEIVA

A MIS HERMANOS:

Esperando que algún día, remunerando sus esfuerzos, logren la misma meta.

CARLOS ARNOLDO LEIVA DE ALBA  
LUIS FERNANDO LEIVA DE ALBA

A MIS MAESTROS:

Que gracias a sus conocimientos transmitidos durante mi -  
carrera, llegué a la culminación de una de las etapas importantes  
en la vida.

Doy las más sinceras gracias a las autoridades del Consejo de Recursos Minerales, por las facilidades prestadas para la realización de este trabajo. Así como al Sr. Dr. José-Luis Lee Moreno, Gerente de Estudios Especiales.

Al Sr. Ing. Eduardo Gomez Iglesias por su valiosa colaboración y orientación en la realización de éste trabajo.

A mis amigos y demás personas que de una u otra manera me brindaron su ayuda.

# C O N T E N I D O

	PAGINA
I.-	INTRODUCCION..... 1
	I.1.- Antecedentes..... 1
	I.2.- Objeto del Estudio..... 4
	I.3.- Método de Trabajo..... 5
II.-	GENERALIDADES..... 6
	II.1.- Localización y Vías de Comunicación..... 6
	II.2.- Clima y Vegetación..... 8
III.-	MARCO GEOLOGICO REGIONAL..... 9
	III.1.- Fisiografía..... 9
	III.2.- Litología..... 10
	III.3.- Estructuras..... 14
	III.4.- Alteración Regional..... 15
	III.5.- Historia Geológica..... 15
IV.-	GEOLOGIA LOCAL..... 18
	IV.1.- Geomorfología..... 18
	IV.2.- Geología Estructural..... 18
	IV.3.- Litología..... 20
	IV.4.- Estudios Petrográficos..... 23
	IV.5.- Alteración y Mineralización..... 26
V.-	GEOQUIMICA..... 27
	V.1.- Introducción..... 27
	V.2.- Método de Trabajo..... 28
	V.3.- Valores Estadísticos..... 30
	V.4.- Interpretación..... 30
VI.-	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 32
VII.-	BIBLIOGRAFIA..... 34

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

	PLANOS	PAGINA
1)	Localización.....	6-7
2)	Provincias Fisiográficas.....	9-10
3)	Geológico Regional.....	17-18
4)	Geológico Local.....	APENDICE
5)	Geoquímico de Anomalías.....	APENDICE
6)	Sección Geológica por Interpolaciones.....	APENDICE
	GRAFICAS	
1)	Frecuencia-Concentración de Cobre.....	APENDICE
2)	Frecuencia-Concentración de Plomo.....	APENDICE
3)	Frecuencia-Concentración de Zinc.....	APENDICE
4)	Frecuencia-Concentración de Molibdeno.....	APENDICE
	TABLAS	
1)	Computo de Anomalías de Cobre.....	APENDICE
2)	Computo de Anomalías de Plomo.....	APENDICE
3)	Computo de Anomalías de Zinc.....	APENDICE
4)	Computo de Anomalías de Molibdeno.....	APENDICE

## I.- INTRODUCCION

### I.- ANTECEDENTES

Una de las características principales en el Estado de Sonora, es su riqueza mineral.

Primordialmente los grandes depósitos de cobre ya conocidos, como son el Distrito minero de Cananea y el de Nacozari; en el Estado se explota actualmente gran variedad de minerales, tanto metálicos como no metálicos. Se han realizado gran cantidad de estudios, puesto que la región de Santa Ana-Altar Caborca es característica de rocas precámbricas, punto que ha sido de interés para gran cantidad de autores.

Entre estos estudios se destaca el que realizó el Gobierno de México, representado por el Consejo de Recursos Minerales, en cooperación con el United States Geological Survey. Este trabajo consistió en hacer un reconocimiento geoquímico y prospección regional en el norte del estado de Sonora, para localizar anomalías económicas.

El resultado encontrado fué la determinación de seis provincias geoquímicas; la primera y más grande es una provincia cuprífera que se extiende desde la frontera con los E.U.A. y 15 Km. al oriente de Nogales, con rumbo S 30° E, hasta 40 Km. al sur de Cananea.

Esta provincia se ve súbitamente interrumpida por una provincia de bario y termina a la altura de Arizpe. Una segunda provincia cuprífera se inicia a la altura de Nacozari y --

tiene un rumbo similar a las dos anteriores, no definiéndose todavía su límite sur por proseguir con los estudios.

Otra de las principales provincias es la de tierras raras y elementos radioactivos ( La, Nb, Zr, Ti, Y, Sc, Th, V, U ), siguiendo un rumbo N  $60^{\circ}$  W, dividida en tres áreas: La primera localizada a 30 Km al W de Esqueda, la segunda 30 Km al sur de Nogales y la tercera 20 Km al sur de Sásabe.

Para metales base ( Pb, Ag, Zn, Cu ), se definió una provincia con una orientación N  $70^{\circ}$  E y está dividida en tres áreas: la primera a 35 Km al Oriente de Nogales y las otras dos a 20 y 35 Km al S  $45^{\circ}$  W de la población antes mencionada

Por último se definió un alineamiento E-W para tres áreas de metales asociados a rocas ultramáficas ( Cr, Ni, Co, Fe ), localizadas: la primera 15 Km al N  $45^{\circ}$  E de Cucurpe, la segunda 15 Km al sur de Arizpe y la tercera colindando al Oriente con la segunda provincia cuprífera.

A partir de estos resultados se detectaron 22 anomalías de significación económica para los resultados de los elementos prospectados.

Posteriormente se procedió a estudiar con más detalle cada una de estas anomalías, tanto en la exploración como en la investigación.

El estudio que corresponde al presente trabajo, es una de las 22 anomalías existentes.

Se tienen pocos informes geocronológicos en el área, por lo que las diferentes edades asignadas y las conclusio--

nes corresponden a relaciones de campo, estudios geológicos,  
geoquímicos y petrográficos.

## I.- 2.- OBJETO DEL ESTUDIO

Durante los trabajos de exploración geoquímica regional, el Consejo de Recursos Minerales, en convenio con el Servicio Geológico Norteamericano ( U.S.G.S. ), se destacaron 22 anomalías geoquímicas, las cuales están incluidas en la hoja El Correo, H12-A-49 de DENTAL, en la cual se hizo un muestreo de sedimentos de arroyo, analizándose dichas muestras, acusaron valores químicamente altos en metales base, siendo una de ellas la denominada Monte Redondo.

Por lo tanto, la anomalía encontrada en el área de estudio, es de importancia, ya que los resultados obtenidos son de significación económica, principalmente en plomo y zinc, además de observarse un halo de oxidación cuyo rumbo es de NW, en la cual se procedió a efectuar un estudio geológico y geoquímico en una área de  $.665 \text{ km}^2$ .

El principal objetivo es el de observar si las anomalías encontradas en otras áreas, se continúan hacia ésta.

Además de apreciarse una intensidad de color que corresponde a dichas anomalías, y que atravieza el área de estudio con un rumbo NW. Por lo tanto dado las características geológicas y geoquímicas regionales, cabe la posibilidad de que tengamos un cuerpo tubular a profundidad, principalmente en minerales de plomo, zinc y cobre y a su vez podría estar indicando un zoneamiento de un posible pórfido cuprífero en las cercanías del área.

## I.- METODO DE TRABAJO

En base a los estudios obtenidos en la etapa de reconocimiento y contando con un plano topográfico de la Secretaría de Defensa Nacional en escala 1: 5000, se levantaron muestras en todos los arroyos de interés, obteniéndose y delimitándose las anomalías geoquímicas de este muestreo, siendo una de estas la del área Monte Redondo, en la cual se procedió a efectuar un muestreo sistemático de suelos en una área de 0.665 Km<sup>2</sup>, abarcando la anomalía dada en el muestreo anterior.

El levantamiento se realizó con brújula brunton y cinta, en donde se recolectaron muestras de suelo. En donde 15 líneas están orientadas N-S con una distancia de 950 m, tienen separación entre sí de 50 m y la muestra se tomó a 50 m, una de otra tomándose un total de 300 muestras para ser analizadas por Cu, Pb, Zn y Mo.

Simultáneamente se hizo el levantamiento geológico en detalle para relacionarlo con los resultados de geoquímica y dando las conclusiones y recomendaciones correspondientes.

## II.- GENERALIDADES

### II.- 1.- LOCALIZACION Y VIAS DE COMUNICACION

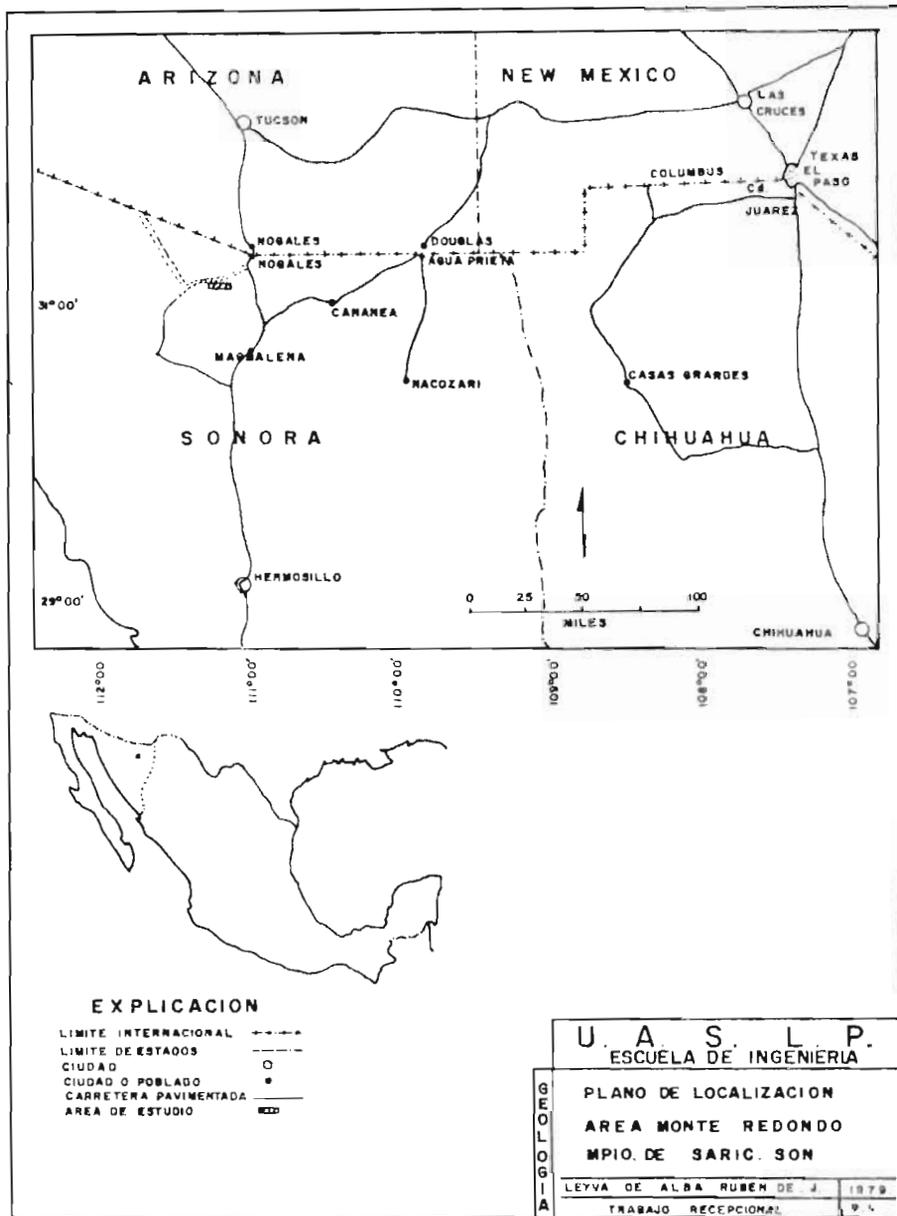
El área en estudio se encuentra localizada al NE del pueblo de Sáric, Sonora, Cabecera Municipal, con una población aproximada de 1,500 habitantes, cuya economía depende de pequeños sembradíos y poco ganado. Consta de servicio de correo, -- una escuela primaria y algunas canchas deportivas.

La localidad estudiada queda comprendida entre las coordenadas 75.00 y 75.85 de latitud N y 41.65 y 42.35 de longitud W en escala de mercator con una extensión de 0.665 km<sup>2</sup>.

Los cerros más importantes que se encuentran dentro del área son: Monte Redondo y el Venado.

Para llegar al área de estudio se cuenta con dos rutas -- principales: La primera es partiendo de la ciudad de Nogales -- por la carretera federal No.15 México-Nogales, hasta el kilómetro 17, donde se encuentra la Estación de Ferrocarril llamada Agua Zarca, en donde entroncan un camino de terracería hacia el oeste, que conduce a la población de Sáric, Sonora ( 53 km ), pasando por los ranchos Bellotoso, El Diamante, Las Avispas, El Correo y Agua Caliente; en el kilómetro 35 se toma una desviación hacia el SW pasando por el rancho El Rodeo hasta llegar al km 7 en donde se encuentra el área de estudio; esta ruta no es transitable en tiempo de lluvias. La duración -- desde Nogales el área de estudio es de 2: 30 aproximadamente.

La segunda ruta es partiendo del pueblo de Santa Ana, el-



cual está a 107 Km al sur de Nogales y a 170 Km al norte de --  
Hermosillo, Son. De aquí se sigue por la carretera federal No.  
2 que va a la ciudad de Tijuana, B.C. En el kilómetro 71 se enu  
cuentra la población de Altar, Son. de donde parte una carreter  
ra estatal en buenas condiciones que va al pueblo de Sáric, --  
Son., recorriendo 67 Km de donde se toma un camino de terracer  
ría que va a la ciudad de Nogales, Son. A la altura del kilómet  
ro 18 se encuentra la misma desviación que pasa por el rancho  
El Rodeo; la duración del recorrido hasta el área de trabajo -  
es de 2:30 horas aproximadamente.

## II.- 2.- CLIMA Y VEGETACION

Según la clasificación de Koppen ( adaptada a la República Mexicana por E. García ), el área de estudio cuenta con clima semidesértico.

Durante los meses de verano ( Julio y Agosto ), son cálidos con temperatura que oscila entre los 30° y 40° C, disminuyendo en invierno hasta 0° C.

La temperatura media anual es de 19° -22° C. Los meses de mayor precipitación pluvial coinciden con los de mayor temperatura que son en verano. La precipitación anual media es de --- 260 mm., varios de los principales ríos de la región tienen -- flujo de agua todo el año.

La vegetación es característica de regiones áridas, encontrándose principalmente ocotillo ( *Fouquieria Splenaria* ); biznaga ( *Echinocactus biznaga* ); mezquite ( *Prosopis Julifora* );- nopal ( *Nopalea coccinillifera* ), choya, etc.

Las especies animales que se distinguen en la región son: carnívoros, los coyotes; entre los roedores, conejos y liebres de las aves, las palomas; gallinaceas, codornices y correcaminos; aves de presas, aguilillas y halcones; de carroña, el zopilote; entre los ofidios se encuentra la víbora de cascabel y el coralillo.

### III.- MARCO GEOLOGICO REGIONAL

#### III.- 1.-FISIOGRAFIA

Basado en la clasificación de Manuel Alvarez Jr., el área de estudio se encuentra en la provincia fisiográfica Zona Desértica de Sonora, la cual está formada por llanuras que --descienden lentamente hacia la costa desde una altura de 700- a 100 m hasta el nivel del mar. En estas llanuras se elevan -bruscamente numerosas sierras con una orientación general de norte a sur y constituidas por rocas metamórficas precámbric--cas, lutitas mesozoicas, aglomerados, conglomerados, arenis--cas y rocas volcánicas terciarias; todas ellas, pero especial--mente las precámbricas y paleozoicas, sumamente intemperiza--das. Se encuentran además pórfidos y rocas graníticas posible--mente del Terciario.

Las sierras, muy próximas unas de otras en la parte e--riental, se van separando a medida que se acercan hacia la --costa del Oeste. Entre ellas destacan las siguientes: Cubabi, Guigas, Pajaritos, Otatal, Colorada, Buenavista, Alamos, Las-Avispas y Cibuta.

Cuatro importantes ríos drenan esta provincia; Concep---ción, Sonora, Yaqui y Mayo. El río Planchas de Plata, que es el más importante entre las cercanías del área de estudio (10 km al norte ), es afluente del río Altar, el cual a su vez es afluente del río Concepción, que desemboca en el Golfo de California.



### III.- 2.- LITOLOGIA

Para ayudar a la determinación de las unidades litológicas, se utilizó el levantamiento fotogeológico realizado por Lucano Lucarelli durante la realización del Proyecto de las Naciones Unidas.

Es necesario aclarar previamente que las edades asignadas a las unidades son tentativas y han sido establecidas de acuerdo con las relaciones de campo; meramente suponen una sucesión cronológica no determinada en el tiempo geológico absoluto.

#### ROCAS METAMORFICAS

Las rocas más antiguas en el área están constituidas por un paquete de rocas metamórficas, cuya edad supuesta abarca del Paleozoico al Mesozoico con una última deformación metamórfica de edad laramídica.

Esquisto de Hornblenda y Biotita.- Esencialmente un esquisto de las facies anfibolítica constituido por hornblenda, biotita, granate y en menor proporción cuarzo y plagioclasas; la roca es de color verde oscuro y esquistosa. Se supone que proviene de sedimentos pelíticos o areniscas derivadas de rocas volcánicas máficas.

Esquisto de Muscovita.- Roca perteneciente a la facies de los esquistos verdes, cuyos componentes principales son: muscovita, biotita, faldespato, cuarzo y como accesorios apatita y turmalina parda. En lugares restringidos se cree que

la biotita ha sido transformada de hidrotermalismo a muscovita con aporte de pirita.

Cuarcita.- Roca metamórfica constituida casi en su totalidad por cuarzo con reliquias texturales de origen clástico y pequeñas bandas de minerales pesados. Su color es blanco -- con lustre vitreo.

Brechas.- Con este termino se han agrupado todos los --- cuerpos Brechoides relacionados con actividades magmáticas. - Las de mayor importancia se localizan al NW del rancho Alcaparroso, megascópicamente está constituida por fragmentos angulosos de las rocas metamórficas fuertemente cementadas por sílice y en algunas partes por carbonatos de calcio se le supone origen de colapso.

#### ROCAS METAVOLCANICAS

Metariolita.- Perteneciente a la facies de esquistos verdes constituida de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasas-sódicas, muscovita y granate. En ejemplares frescos su color es gris claro y presenta textura blastoporfídica. Aunque esta roca ha sido motivo de muchas discusiones acerca de su génesis, las determinaciones petrográficas coinciden en asignarle origen volcánico.

Metaandesita.- Roca perteneciente a la facies de esquistos verdes, constituida por: plagioclasas, biotita, muscovita y cuarzo. Accesorios: minerales opacos. Su esquistosidad está mal definida y su color es gris oscuro. Su origen probable---

es una andesita.

#### ROCAS METASEDIMENTARIAS

Metaconglomerado.- Agrupado dentro de la facies de esquistos verdes, está constituido por fragmentos de composición basáltica y andesítica, trazas de cuarcita, cuarzo y feldespatos.

Metarkosa.- Roca constituida por cuarzo, feldespato secundario, sericita y turmalina de color gris y textura clásica. Parece provenir de una arenisca cuarzo feldespática de tipo arkósico, metamorfoseada.

#### ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS

Granito.- Roca constituida por cuarzo, feldespato potásico, muscovita y biotita, en cantidades pequeñas. Su color es claro, con intemperismo esferoidal típico. Aparentemente se trata de la roca intrusiva más antigua del área.

Granodiorita.- Se compone esencialmente por plagioclasas, cuarzo y en menor proporción ortoclasa. Sus minerales, accesorios son: biotita, magnetita y Epidota. Esta roca al igual que el granito es de origen plutónico y se deduce que esta sea un segregado del granito.

Diorita.- Roca constituida esencialmente por plagioclasas sódicas con hornblenda de accesorio, sericita y calcita secundarias afloran en casi toda el área.

Pórfido Feldespático.- Sus componentes son cuarzo y feldespatos alcalinos; plagioclasa en menor cantidad, biotita y

minerales opacos como accesorios y sericita secundaria. Su color es crema, con textura porfídica con fenocristales de ortoclasa.

Pegmatitas.- Sus componentes son: cuarzo, feldespato alcalino y micas, se encuentra en forma de diques intrusionando al granito de San Pedro y a la graniodorita en la cañada-Las Huertas.

#### ROCAS IGNEAS VOLCANICAS

Basalto.- Está constituido principalmente por plagioclasa cálcica, olivino, piroxenos y óxidos de fierro. Se encuentra en derrames y en forma de diques hipobasales que cortan a toda la secuencia. Representan la última etapa del magmatismo en el área y son considerados del cuaternario.

#### ROCAS SEDIMENTARIAS

Formación Báucarit.- Consiste de areniscas y conglomerados mal consolidados, con estratificación rudimentaria. Su composición es acorde con las rocas preexistentes que rodean a sus afloramientos. Se les ha asignado edad del Pleistoceno

Aluvión.- Constituido por depósitos recientes, cuyos afloramientos están restringidos a los cauces de los arroyos de mayor magnitud.

### III.- 3.- ESTRUCTURAS

La mayoría de los fracturamientos en la región representan zonas de fallamiento intenso de tipo normal y en algunos casos, de cizalla, pero es difícil determinar los desplazamientos de los bloques fallados.

Los fracturamientos de mayor intensidad son de rumbo NW, que son intercectados y desplazados por otros de rumbo NE, -- siendo estos de mayor abundancia, y a su vez sufren desplazamientos al ser atravezados por fracturamientos de rumbo EW.

La sucesión de eventos estructurales está determinada, en orden de antigüedad de la siguiente manera:

- 1.- Fracturamientos y fallamientos de rumbo NW
- 2.- Fracturamientos y fallamientos de rumbo NE
- 3.- Fracturamientos y fallamientos de rumbo EW
- 4.- Fallas casi horizontales.

Estas ultimas fueron ocasionadas por asentamientos de -- gravedad de las masas rocosas dislocadas por los esfuerzos de las tres primeras etapas de fracturamientos y fallamientos.

Existe relación intrínseca entre el emplazamiento de --- cuerpos intrusivos y los fracturamientos de rumbo NW. En algunas ocasiones, la amplitud del afloramiento intrusivo oculta totalmente la expresión morfológica de este tipo de fracturamiento.

### III.- 4.- ALTERACION REGIONAL

La alteración relacionada con eventos hidrotermales en el área está inmensamente enmascarada por el metamorfismo gradacional que presenta abundantes cantidades de biotita, muscovita, clorita e inclusión de calcita, por lo que solamente se han podido distinguir zonas de alteración como la oxidación.

### III.- 5.- HISTORIA GEOLOGICA

La geología del Estado de Sonora está caracterizada por una historia compleja, intimamente ligada a la de los estados vecinos, Chihuahua y Baja California. Varios ciclos orogénicos con sus características propias pueden ser reconocidas.

Los terrenos del ciclo Precámbrico-Paléozoico, que constituyen el basamento de la cadena montañosa sonorense, están caracterizados esencialmente por terrenos carbonatados y detríticos del Precámbrico Tardío-Paleozoico, descansando a su vez sobre un Proterozoico Temprano Metamórfico.

La historia mesozoica-terciaria se divide en varios períodos mayores:

#### Período Sonorense:

El Triásico Terminal está caracterizado por el depósito de areniscas y lutitas rojas ( Grupo Barranca ), en la parte central y norte occidental del Estado.

El Jurásico Temprano-Medio, corresponde a la edificación de un importante complejo volcánico-plutónico que aflora desde Sonoyta, Son, Norte-Occidental hasta el Novillo, Sonora Cen-

tral, al cual parecen pertenecer las lutitas, así como las andesitas y riolitas que dieron lugar a la formación del esquistos de biotita y de muscovita respectivamente y que afloran en los alrededores del área de estudio. Este arco magmático está ligado al primer episodio de subducción registrado en la margen continental de Baja California. Los terrenos de este cinturón orogénico fueron localmente deformados durante el Jurásico Terminal ( Fase Nevadiana ).

El Cretácico Temprano ( Aptiano-Albiano ) está marcado por la transgresión del este hacia el oeste, sobre este arco en curso de erosión, de la cuenca chihuahuense.

En el Cretácico Medio, se registra una potente fase tectónica que destruye la cuenca chihuahuense Cretácica transgresiva y que podría ser la cuenca del emplazamiento de los cuerpos intrusivos, félsico y pegmatítico, así como la formación de los cuerpos brechoides cuyo origen parece ser de colapso que afloran al suroeste del área de estudio.

#### Período Sonorense Tardío:

Durante el Cretácico Terminal-Paleoceno, potentes secuencias detríticas continentales se depositaron en la parte norte-oriental y centro-oriental del Estado ( Grupo Cabullona ).

Durante el Paleoceno, corrimientos de poca amplitud están registrados en la parte norte-oriental y centro-oriental del Estado ( Agua Prieta-Sahuaripa ).

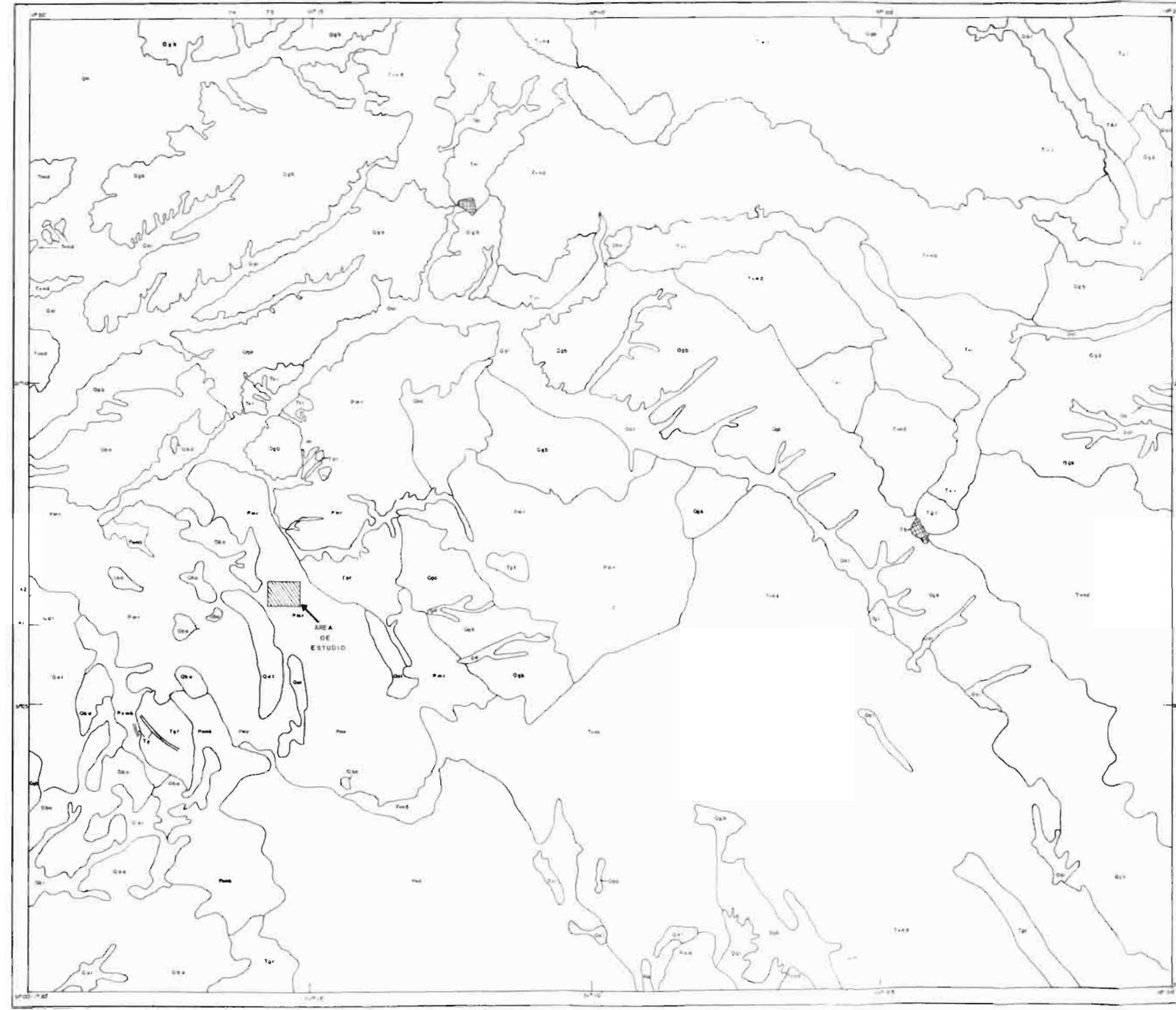
#### Período Post-Sonorense:

Durante el Eoceno una importante franja volcánico-plutónica, responsable de la mayor concentración de pórfidos cupríferos del Estado, se desarrolló de Cananea a Nacozari.

Durante el Oligoceno-Mioceno, extenso volcanismo andesítico se efectuó en la mayor parte del Estado y constituye las estribaciones actuales de la Sierra Madre Occidental.

El Plioceno es una época de intensa erosión, en la cual los valles se rellenan de arenas y gravas, las cuales originan la formación Báucarit.

Durante el Terciario Tardío, la apertura del Golfo de California se manifiesta por su tectónica en extensión, responsable de la morfología actual del país en sierras y valles paralelos y posteriormente a esta fase, tiene lugar el emplazamiento de los cuerpos basálticos que aparecen en las cimas de los cerros más altos que rodean el área de estudio siendo esta la última etapa de magmatismo en la región.



COLUMNA LITOLOGICA

ROCAS SEDIMENTARIAS

- Qel ALUVION
- Qgs SAUCARIT
- TKI LIMOLITAS

ROCAS IGNEAS VOLCANICAS

- Qsa BASALTO
- Tvi ANDESITAS Y LATITAS
- Ter RIOLITAS

ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS

- Tp PEGMATITAS
- Tps PORFIDO FELDSPATICO
- Ts DIQRITA
- B BRECHAS
- Tg GRANITO

ROCAS METAMORFICAS

- Pmv META RIOLITA
- Pmb ESQUISTO DE MUSCOVITA BIOTITA
- Pnd METAMORFICO NO DIFERENCIADO
- Tvd VOLCANICO NO DIFERENCIADO



ESCALA: 1 : 50 000

U. A. S. L. P.	
ESCUELA DE INGENIERIA	
GEOLOGIA	PLANO GEOLOGICO REGIONAL
	AREA MONTE REDONDO
	MPIO. DE SARIC, SONORA
	LEYVA DE ALBA RUBEN DE JESUS 1980
	TRABAJO RECEPCIONAL P. 3

#### IV.- GEOLOGIA LOCAL

##### IV.- 1.- GEOMORFOLOGIA

El área Monte Redondo, situado en el extremo occidental de la sierra Cibuta, fue afectada como en toda la región, -- por movimientos orogénicos y por un metamorfismo regional débil.

El relieve topográfico es de pendientes suaves exceptuando algunas partes altas.

La erosión ha actuado en una forma más o menos intensa, lo que nos da por resultado lomerios en su parte central. El tipo de drenaje que se observa en el área es dendrítico, los arroyos forman muy bien su cauce como por ejemplo los del Aguaje, Tinaja y Monte Redondo que desembocan en el arroyo Peñasquito, el que a su vez confluye en el río Planchas de Plata. Todos los arroyos son intermitentes exceptuando este último que es afluente del río Altar y que a su vez desemboca en el río Sonora.

##### IV.- 2.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL

En el área se observa lineación y Foliación que son estructuras comunes en las rocas metamórficas; la primera está representada por alargamiento de cuarzo y en algunas partes de hornblenda.

La dirección de la Foliación es de NW principalmente -- con echados que varían entre los  $25^{\circ}$  y  $60^{\circ}$  hacia el SW.

Se observan dos sistemas de fallas y fracturas bien definidas que presentan direcciones NW-SE y NE-SW predominando

las primeras y mostrando echados hacia el SW.

Existen otras fracturas pero no tienen un rumbo definido, ya que se encuentran en todas direcciones, debido a los movimientos orogénicos y las últimas instrucciones dioríticas en forma de diques o apofisis.

En el área se observan unas vetas de cuarzo lechoso estéril, algunas ocasiones se observa turmalina y óxidos de Fe y Mn. Estas vetas están ampliamente distribuidas en el área de estudio y sus alrededores, por lo general, ocupan las partes altas.

La dimensión de estas estructuras va desde unos cuantos centímetros a un metro de espesor con una longitud muy variada, por lo común la orientación de estas vetas también es muy variable no pudiéndose apreciar con claridad, ya que están rodeados de fragmentos arrancados de ellas mismas por el intemperismo. Al parecer tiene un rumbo general al NW, con echados entre  $60^{\circ}$  y  $85^{\circ}$  al NE.

La presentación de este tipo de cuarzo, nos hace suponer que se deba a segregaciones ocasionadas por el metamorfismo o se trate de pegmatitas, es decir, ya se hayan formado en las últimas etapas de enfriamiento del magma, formando así masas residuales enriquecidas en sílice y componentes volátiles, lo que probablemente tengamos en el área.

Los diques que se observan son de tipo diorítico, algunos presentan alteraciones debido a efectos de hidrotermalismo interperismo, el rumbo de estas estructuras es en dos di-

recciones una NW y otra NE, predominando las de NW, la cual - está cortando a la metarriolita.

En una parte del área se observó, siguiendo los pequeños afloramientos, un dique cuya forma es anular y el cual es característico de zonas de vulcanismo.

Tanto los diques de cuarzo como los diques hipabisales, - presentan boudinage, debido a que son más competentes que la roca encajonante afectada tal vez por las diversas épocas de tectonismo que han sufrido desde su emplazamiento hasta la actualidad dándonos este tipo de estructuras. Por lo tanto, es difícil seguirlas por más de 10 m y tener sobre el plano dos afloramientos seguidos en una misma dirección. No puede pensarse en un contacto inferido, ya que no existe continuidad - en las estructuras.

#### IV.- 3.- LITOLOGIA

La primera base geológica con que se contó para los trabajos en el área, la constituyó el mapeo fotogeológico realizado por Lucano Lucarelli durante la realización del proyecto de Naciones Unidas, pero dado que dicho mapeo fue realizado - con fines de la determinación de unidades regionales, su utilización para los fines de trabajo a realizar era poco útil, - se obtuvo una cartografía geológica más confiable y precisa - para los fines perseguidos. Las rocas predominantes en el área son metamórficas seguidas por las ígneas.

Metarriolita y esquisto de muscovita.- Estas rocas ocu--

pan casi la totalidad del área de estudio, se les describe como una sola unidad, ya que los cambios de metarriolita a esquisto de muscovita son transicionales.

Es probable que el paso gradual entre la esquistosidad y no esquistosidad, sea debido a un metamorfismo débil, ya que los agentes del metamorfismo no lograron formar una esquistosidad uniforme.

En base a observaciones de campo y apreciación mehascópica, se adoptó el término metarriolita a causa de su composición riolítica, la cual fue afectada por metamorfismo; pero en los estudios petrográficos indican que esta roca se deriva de una antigua toba riodacítica. Debido a la diversidad de opiniones, se le reconocerá como metarriolita.

En superficie fresca es de color gris y su textura es blasto porfídica. Se observan cristales de cuarzo desde 2 mm hasta 4 mm, en algunas ocasiones se le nota alargamiento con una orientación igual a la de la foliación. El contenido de cuarzo es generalmente mayor del 40%. Se ven algunos feldespatos alterados y convertidos a muscovita y sericita. El estudio petrográfico, reporta la presencia de cuarzo, sericita y pocos feldespatos, así como bandas lentiformes, granulares microcristalinas de grano más grueso consistiendo en feldespatos, cuarzo y sericita, señalando la esquistosidad de la roca.

Se observan óxidos de fierro y manganeso ( WAD ), tanto

en fracturas como en los planos de foliación.

Esquisto de biotita.- Esta roca se presenta como un dique, observándose esquistosidad mal definida. Su color es gris oscuro a verdoso, con textura microcristalina. Por observaciones de campo, parece proceder de un dique de composición andesítica que intrusionó a la riolita antigua, y que al ser afectada por el metamorfismo, nos dió como resultado el esquisto de biotita.

Esquisto de hornblenda.- Escencialmente un esquisto de facie anfibolita constituido por hornblenda, biotita, epidota y en mayor proporción cuarzo y plagioclasas. La roca es de color verde oscuro y esquistosa. Se supone provenir de sedimentos o areniscas derivadas de rocas volcánicas.

Diorita.- Esta roca se presenta en forma de diques, cortando a la metarriolita, algunas ocasiones presenta lateración, debido a los efectos del hidrotermalismo y el intemperismo. Presenta color verde oscuro, abundancia de hornblenda con plagioclasa sódica, tiene textura fanerítica; como accesorios, la sericita, clorita y calcita secundarios.

Basalto.- Está constituido principalmente por plagioclasas, calcita, olivino, piroxenos y óxidos de Fe. Su fuente original es a través de diques hipabisales, cortan a la metarriolita, representan la última etapa del magmatismo en el área y son considerados pertenecer al cuaternario.

Aluvión.- Depósitos recientes están únicamente restringidos a los cauces de los arroyos.

IV.- 4.- ESTUDIOS PETROGRAFICOS

MUESTRA - RL-1

TIPO DE ROCA: METAMORFICA

NOMBRE DE LA ROCA: METARRIOLITA

I.- DESCRIPCION MACROSCOPICA

- 1.- Color: gris claro
- 2.- Textura: blastoporfídica
- 3.- Minerales: cuarzo y feldespatos

II.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

- 1.- Textura de la roca: blastoporfídica

- 2.- Minerales:

Cuarzo-52%

Plagioclasa ( Na )-25%

Feldespato ( K ) Microcristalino-5%

Muscovita-15%

Apatita

Granate

Zircon-3%

Magnetita

- 3.- Clasificación ; Roca metamórfica de la facie de los esquistos verdes, derivada de una roca ígnea de composición riodacítica.

NOTA: Estudios Petrográficos realizados por el Dr.  
Ariel Echavarri. (1977)

MUESTRA RL-3

TIPO DE ROCA: IGNEA

NOMBRE DE LA ROCA: DIORITA

I.- DESCRIPCION MACROSCOPICA

- 1.- Color: gris verdoso
- 2.- Textura: porfídica, compacta
- 3.- Minerales: plagioclasa y ferromagnesianos

II.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

- 1.- Textura de la roca: fenerítica, heterogranular
- 2.- Minerales:  
Plagioclasa Sódica  
Hornblenda  
Sericita, Calcita
- 3.- Clasificación: Roca de origen plutónico

MUESTRA L-79-684

TIPO DE ROCA: IGNEA

NOMBRE DE LA ROCA: BASALTO DE OLIVINO

I.- DESCRIPCION MACROSCOPICA

- 1.- Color: gris oscuro
- 2.- Textura: afanítica
- 3.- Minerales: óxidos

II.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

- 1.- Textura de la roca: holocristalina porfídica
- 2.- Minerales
  - Labradorita
  - Augita
  - Pigeonita
  - Magnetita
  - Hematita
  - Limonita
- 3.- Clasificación: Roca ígnea extrusiva, representan la última etapa del magmatismo en el área.

#### IV.- 5.- ALTERACION Y MINERALIZACION

La alteración se relaciona en mayor proporción a eventos de hidrotermalismo y en parte a efectos de intemperismo.

Existe en el área principalmente oxidación de minerales de fierro y manganeso, ocurrida casi totalmente en la metarriolita y algo de vetas de cuarzo lechoso, aparece en los sistemas de fracturamiento; se produjo tal vez, al ser atacados los minerales por aguas meteóricas.

Todas las unidades han sido sometidas a metamorfismo, como lo indican las texturas esquistosas.

La alteración argilítica aparece en gran parte, debido a la erosión que ha actuado en una forma más o menos intensa.

En algunas zonas pequeñas se aprecia algo de cristalización con silicificación principalmente al oeste del área donde acusan valores altos en plomo y zinc, pero solamente con microdetalle se podría distinguir.

Hacia la parte occidental del área, existe un halo rojizo, la cual lleva una orientación NW, lo que hace suponer se trate de la cercanía de un depósito mineral.

Otro tipo de mineralización que se observó, fue carbonatos y silicatos de cobre hacia los margenes del arroyo poñasquito, presentándose como impregnaciones en la metarriolita; también se observa turmalina negra, principalmente en vetas de cuarzo lechoso.

Superficialmente no se aprecia otro tipo de mineralización.

## V.- GEOQUIMICA

### V.- 1.- INTRODUCCION

La zona de estudio fue elegida después de haberse efectuado un muestreo de tipo regional, acusando valores anómalos de plomo y zinc principalmente, debido a esto se inició el estudio Geológico-Geoquímico en el área.

Se eligió para este trabajo la geoquímica de exploración por ser uno de los métodos más útiles en la exploración Geológica-Minera debido a su rapidez, bajo costo e información suministrada.

La geoquímica se define como una ciencia que estudia en el espacio y en el tiempo los elementos químicos existentes en la corteza terrestre, incluye la determinación de su abundancia absoluta y relativa, distribución y migración.

Su principal objetivo es la búsqueda de cuerpos minerales por medio de análisis químicos, ya que un cuerpo mineralizado produce una dispersión o migración de elementos al ser atacados por agentes físicos, químicos y mecánicos. Esta dispersión constituye una anomalía.

Se considera como anomalía geoquímica a la desviación del espectro de distribución geoquímica normal, para una región determinada.

También se le denomina anomalía a la existencia de elementos metálicos en cantidades superiores al contenido de fondo de la roca encajonante del yacimiento, causa por la que la a

nomalía orienta la prospección minera geoquímica.

Las anomalías geoquímicas originadas por yacimientos minerales se reflejan en halos de dispersión alrededor de los cuerpos mineralizados reflejando así una alteración hidrotermal.

Los halos de dispersión primaria son singenéticos o sea los que fueron formados contemporáneamente entre soluciones mineralizantes y el emplazamiento de la roca.

Los halos de dispersión epigenéticos de los que trata este estudio son formados después que la roca fué cristalizada y resultan cuando las soluciones mineralizantes fueron introducidas a lo largo de fracturas o fallas de la roca encajonante.

Los factores que determinan los halos de dispersión son: Movilidad característica de cada uno de los elementos existentes en la solución, microfacturas en las rocas, porosidad, -- permeabilidad, volatilidad de los elementos y fallas.

#### V.- 2.- METODO DE TRABAJO

La exploración geoquímica en la minería, se basa en los siguientes métodos de muestreo geoquímicos que son: Litogeoquímico, Atmogeoquímico, Biogeoquímico e Hidrogeoquímico.

El método utilizado en este estudio fue Litogeoquímico por ser el más apropiado, debido a que se relaciona directamente con el estudio de los componentes de la corteza terrestre.

El muestreo geoquímico, se realiza en sedimentos de arroyo, suelo, roca, vegetación y agua.

Primeramente se realizó un muestreo de sedimentos de arroyo para obtener un reconocimiento regional de la hoja El Co<sup>o</sup>rrero, H-12-A-49 DETENAL, en la cual se obtuvieron varias zonas anómalas una de las cuales corresponde a este trabajo.

Las características y parámetros usados en el sistema de muestreo fueron:

- a) En base a los resultados obtenidos en el regional, se procedió a efectuar un muestreo sistemático abarcando la anomalía.
- b) Se marcó una área de 950 m por 700 m, en donde 15 líneas están orientadas E-W con una separación entre líneas de 50m, recolectándose un total de 300 muestras para ser analizadas por cobre, plomo, zinc y molibdeno
- c) El método de muestreo que se utilizó fue de suelos, tomándose la muestra cada 50 m de 100 a 500 gr.
- d) Las muestras tomadas se colocaron en bolsas de polietileno numerandolas y sellandolas con cinta adhesiva para evitar una posible contaminación.
- e) El siguiente paso fue analizar las muestras lo más pronto posible, para eso se contó con un laboratorio móvil instalado en las cercanías del área.
- f) Simultáneamente con la geoquímica, se levantó la geología a detalle, a fin de correlacionarla con los resultados e intentar la definición de la mineralización.

### V.- 3.- VALORES ESTADISTICOS

Para la realización del análisis estadístico se construyeron gráficas de concentración contra frecuencia para cada uno de los elementos, en la cual estos valores forman parte de una sola población (gráfica 1,2,3 y 4).

El siguiente paso consistió en hacer el compuesto estadístico, calculandose la media y la desviación normal del conjunto de valores obtenidos para cada elemento de acuerdo con los resultados de laboratorio, considerandose la media más dos veces la desviación normal para una anomalía posible y la media más tres veces la desviación normal para una anomalía probable ( tablas 1,2,3, y 4 ).

Las gráficas de concentración contra frecuencia y el cómputo estadístico, permitieron determinar los siguientes resultados obtenidos del cálculo de anomalías:

		CU	PB	ZN	MO
ANOMALIA POSIBLE	PPM	77	1418	611	12
ANOMALIA PROBABLE	PPM	98	1902	784	15

### V.- 4.- INTERPRETACION

La interpretación de los datos geoquímicos generales implica una consideración de poblaciones múltiples, en las que un yacimiento mineral representa solo uno de varios factores genéticos, los que integran al patrón geoquímico general o panorama geoquímico. Estos factores producen irregularidades tanto en las áreas de contenido de fondo como en las consideradas

anomalías. Por lo anterior, se patentiza la necesidad de asociar el aspecto meramente estadístico de las poblaciones con la posición que estas guardan en el medio ambiente geológico, por lo que debe contarse con un plano de localización de muestras con base tanto topográfica como geológica y composición-litológica de las rocas, para estar en posibilidad de efectuar una interpretación acorde con la realidad.

Los resultados de la interpretación geoquímica fueron -- los siguientes:

La distribución de concentración tanto de cobre, plomo, zinc y molibdeno es alta, se determinaron dos anomalías interesantes en donde predominan los valores altos tanto en Cu, - Pb y Zn.

La primera está localizada en la parte central del área donde se encuentran valores altos de Cu, Pb, Zn y Mo, además se puede observar la intensidad y amplitud de la anomalía de color, por lo tanto es de gran interés a juzgar por los resultados obtenidos que hacen que esta anomalía sea considerada con mayor atención.

La segunda y última anomalía de interés, se localiza al SW del área. Aquí se encuentran valores de Pb y Zn, lo que -- nos hace conducirnos a tomar con interés esta anomalía, además de que se observa una zona de oxidación que tiene un rumbo NW.

## VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES.- Evidentemente el área de Monte Redondo - presenta interés a juzgar por los resultados obtenidos de la investigación geoquímica realizada hasta la fecha principalmente en cobre, plomo y zinc los cuales prevalecieron en el muestreo de arroyos, así como las características geológicas y geoquímicas regionales.

Existen dos anomalías de interés, en las cuales muestra un alineamiento, además de observarse una intencidad y amplitud de anomalía de color cuyo rumbo es NW, que a su vez se relaciona con otras áreas, por lo tanto es factible que se trate de un cuerpo tubular a profundidad o tal vez no está - indicando un zoneamiento lateral de un posible pórfido cuprífero en las cercanías tanto de esta área como las otras que se encuentran en estudio.

Dado el alineamiento de anomalías geoquímicas de esta área con las otras áreas es necesario seguir estudiando con mayor detalle geoquímico y microdetalle geológico, principalmente donde se encuentran las anomalías.

Iniciar las investigaciones geofísicas, con objeto de obtener información sobre las propiedades físicas de la roca en el subsuelo en relación con la posible presencia de un cuerpo mineralizado.

RECOMENDACIONES.- Realizar una serie de zanjas cortando las anomalías encontradas así como geología a microdetalle.

Efectuar un levantamiento geofísico por el método de polarización inducida y Turam, con el objeto de obtener una información más directa que a su vez contribuyera a dilucidar un posible cuerpo mineralizado.

VII.- BIOGRAFIA

BENITEZ M.J.A.

Exploración plurimineral por métodos multidisciplinarios en el área el Correo, Sonora; memorias del VII seminario interno sobre exploración Geológico-Mineral; - Consejo de Recursos Minerales. - (1978)

ECHAVARRI P,A

Estudios petrográficos.

CHAVEZ MARTINEZ, M.L.

Estudio Geológico-Geoquímico de semidetalle en el parca Rancho - el Rodeo municipio de Saric, Sonora.

Trabajo recepcional, UASLP.

HUANG, WALTER T

Petrología, unión Tipográfica, Editorial Hispano Americana, 1968

INSTITUTO DE GEOLOGIA  
DE LA UNAM

Potencial minero del Estado de Sonora. (1978).

LONGWELL; CH.R.;  
FLINT, R.F.

Geología física, 1a. Edición, --  
2a. Reimpresión; Editorial Limu-

sa, S.A. México (1974).

MALDONADO LEE, J.M.

Estudio Geológico-Geoquímico del  
área Alcaparroso, municipio de -  
Magdalena, Son.

Trabajo recepcional, UASLP. ----  
(1979).

PARK JR., CH.F. Y  
MACDIARMID, R.F.

Ore Deposits; 3a. Edición; W.H.-  
Freeman And Company; U.S.A. ----  
(1975).

RODRIGUEZ MORENO, F.

Estudio Geoquímico-Geológico del  
área Los Guarda, municipio de --  
Magdalena, Son.

Trabajo recepcional, UASLP. ----  
(1979).

SALAS, G.A. ECHAVARRI P,A  
Y ALUMNOS DE LA UNISON.

Estudio Geológico de la región -  
de Sáric, Son. (1978).

S. DANA EDWARD; E. FORD  
WILLIAM.

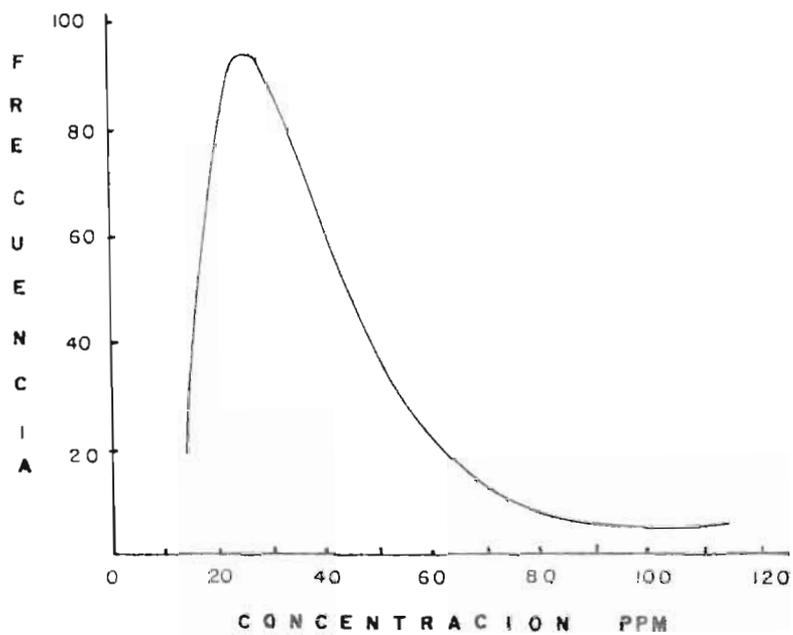
Tratado de Mineralogía 4a. Edi--  
ción, Compañía Editorial Conti--  
nental, S.A. Mex. (CECSA).

APENDICE

# GRAFICA No 1

MUESTRA DE SUELO

COBRE

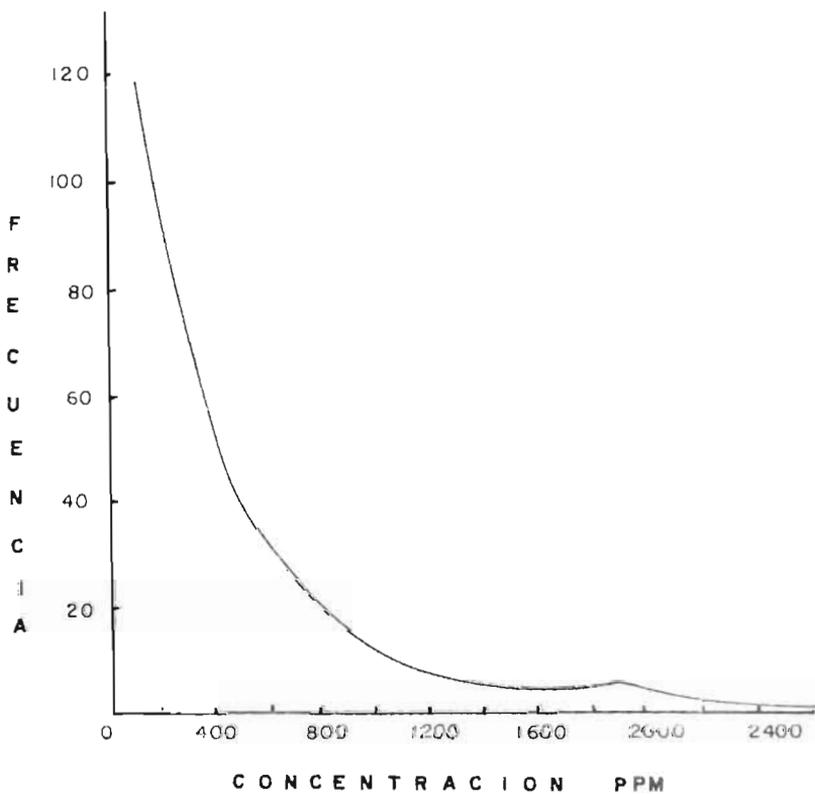


AREA MONTE REDONDO

# GRAFICA No 2

MUESTRA DE SUELO

PLOMO

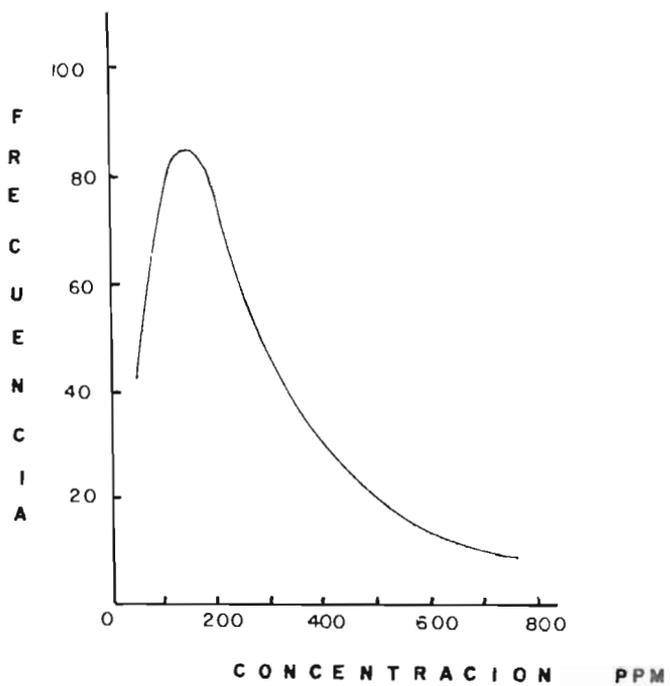


AREA MONTE REDONDO

# GRAFICA N° 3

MUESTRA DE SUELO

ZINC

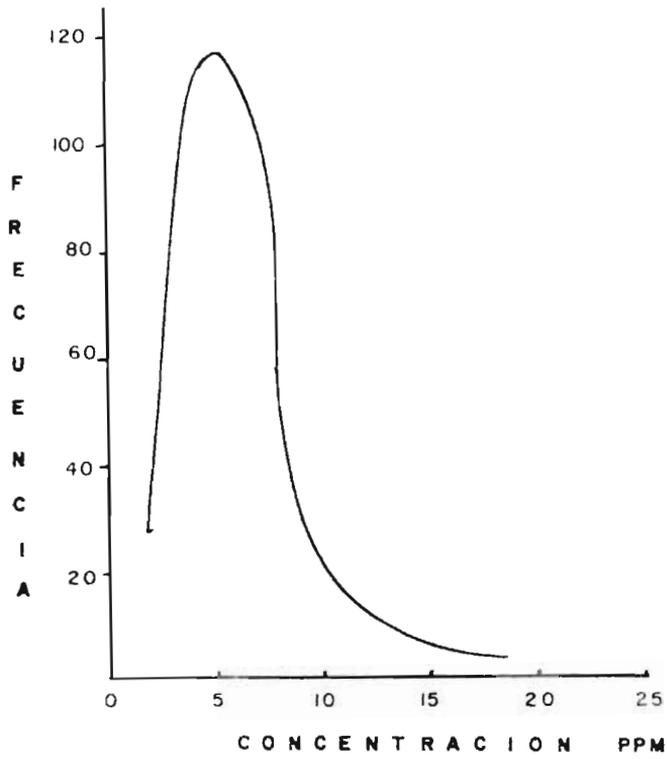


AREA MONTE REDONDO

# GRAFICA No 4

MUESTRA DE SUELO

MOLIBDENO



AREA MONTE REDONDO

TABLA No. 1  
"COBRE"

TABLA	DE	COMPUTO	DE	ANOMALIA	
RANGO	F	X	FX	$X-\bar{X}$	$F(X-\bar{X})^2$
10-20	26	15	300	-20	10400
21-30	94	25	2350	-10	9400
31-40	70	35	2450	0	0
41-50	34	45	1530	10	3400
51-60	20	55	1100	20	8000
61-70	18	65	1170	30	16200
71-80	11	75	825	40	17600
81-90	7	85	595	50	17500
91-100	5	95	475	60	18000
101-110	1	105	105	70	4900
111-120	3	115	345	80	19200
	289		10165		124600

$$\bar{X} = \frac{\sum FX}{N} = 35$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum F(X-\bar{X})^2}{N}} = 21$$

-EXPLICACION-

F= Frecuencia  
X= Media del Rango  
 $\bar{X}$ = Media del Total  
N= Número de Observaciones= 289  
S= Desviación Normal= 21

ANOMALIA POSIBLE  $\bar{X}+2S=77$

ANOMALIA PROBABLE  $\bar{X}+3S=98$

TABLA No. 2  
"PLOMO"

TABLA	DE	COMPUTO	DE	ANOMALIA
RANGO	F	X	FX	$X-\bar{X}$
0-200	119	100	11900	-350
201-400	75	300	22500	-150
401-600	28	500	14000	50
601-800	21	700	14700	250
801-1000	17	900	15300	450
1001-1200	13	1100	14300	650
1201-1400	5	1300	6500	850
1401-1600	4	1500	6000	1050
1601-1800	4	1700	6800	1250
1801-2000	5	1900	9500	1450
2001-2200	2	2100	4200	1650
2201-2400	1	2300	2300	1850
2401-2600	1	2500	2500	2050
2601-2800	1	2700	2700	2250
	296		133200	
				69500000

$$\bar{X} = \frac{\sum FX}{N} = 450$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum F(X-\bar{X})^2}{N}} = 484$$

-EXPLICACION-

- F= Frecuencia  
X= Media del Rango  
 $\bar{X}$ = Media del Total=450  
N= Número de Observaciones=296  
S= Desviación Normal=484

ANOMALIA POSIBLE  $\bar{X}+2S=1418$

ANOMALIA PROBABLE  $\bar{X}+3S=1902$

TABLA No. 3

"ZINC"

TABLA		DE COMPUTO		DE ANOMALIA	
RANGO	F	X	FX	X- $\bar{X}$	F(X- $\bar{X}$ ) <sup>2</sup>
0-100	41	50	2050	-215	1895225
101-200	86	150	12900	-115	1137350
201-300	58	250	14500	-15	13050
301-400	39	350	13650	85	281775
401-500	28	450	12600	185	958300
501-600	16	550	8800	285	1299600
601-700	7	650	4550	385	1037575
701-800	8	750	6000	485	1881800
	283		75050		8504675

$$\bar{X} = \frac{\sum FX}{N} = 265$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum F(X-\bar{X})^2}{N}} = 173$$

-EXPLICACION-

- F= Frecuencia  
 X= Media del Rango  
 $\bar{X}$ = Media del Total  
 N= Número de Observaciones= 283  
 S= Desviación Normal= 173

ANOMALIA POSIBLE  $\bar{X} + 2S = 611$

ANOMALIA PROBABLE  $\bar{X} + 3S = 784$

TABLA No. 4  
"MOLIBDENO"

TABLA DE COMPUTO DE ANOMALIA					
RANGO	F	X	FX	X- $\bar{X}$	F(X- $\bar{X}$ ) <sup>2</sup>
0-2	27	1	27	-5	675
3-5	117	4	468	-2	468
6-8	88	7	616	1	88
9-11	29	10	290	4	464
12-14	18	13	234	7	126
15-17	4	16	64	10	400
18-20	5	19	95	13	845
	288		1794		3066

$$\bar{X} = \frac{\sum FX}{N} = 6$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum F(X-\bar{X})^2}{N}} = 3$$

- EXPLICACION-

- F= Frecuencia
- X= Media del Range
- $\bar{X}$ = Media del Total
- N= Número de Observaciones= 288
- S= Desviación Normal= 3

ANOMALIA POSIBLE  $\bar{X}+2S=12$

ANOMALIA PROBABLE  $\bar{X}+3S=15$



**EXPLICACION**

- Rocas Metamórficas
- METAROLITA
- △ ESQUISTO DE BIOTITA
- ESQUISTO DE MORBLENDA
- Rocas Igneas
- DIORITA
- △ BASALTA
- Rocas Sedimentarias
- ALUVION
- Simbolos Geológicos
- CONTACTO
- FALLA
- DIQUE DIORITICO
- RUMBO Y ECHADO DE FOLIACION
- CUARZO Y VETA DE CUARZO
- OXIDACION
- ARROYO SECUNDARIO
- ARROYO PRINCIPAL
- CAMINO

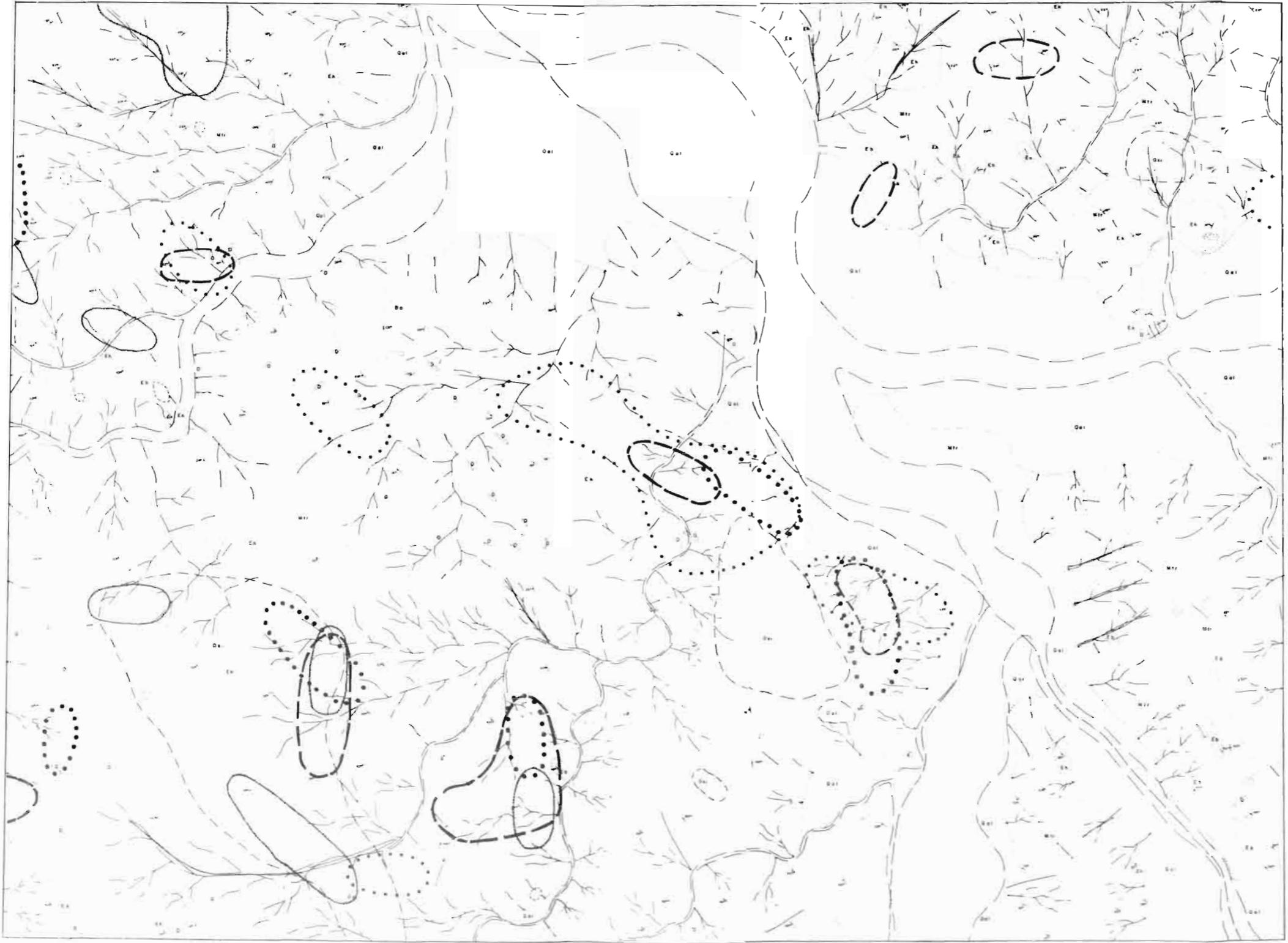
ESCALA 1:1000



**NOTA**

LEVANTAMIENTO CON  
BRUJULA Y CINTA

GEOLOGIA	U A S L P	
	ESCUELA DE INGENIERIA	
	GEOLOGIA A DETALLE	
	AREA MONTE REDONDO	
	LEYVA DE ALBA RUBEN DE JESUS	1980
	TRABAJO RECUPERACIONAL	Nº 4



**EXPLICACION**

Rocas Metamorficas

- METAROLITA
- ESQUISTO DE BIOTITA
- ESQUISTO DE HORNBLENDA

Rocas Igneas

- DIORITA
- BASALTO

Rocas Sedimentarias

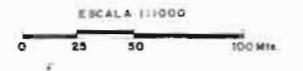
- ALUVION

Simbolos Geologicos

- CONTACTO
- FALLA
- DIQUE DIORITICA
- RUMBO Y ECHADO DE FOLIACION
- CUARZO Y VETA DE CUARZO
- OXIDACION
- ARROYO SECUNDARIO
- ARROYO PRINCIPAL
- CAMINO

Simbolos Geoquimicos

- ANOMALIA DE COBRE ALTA
- ANOMALIA DE PLOMO ALTA
- ANOMALIA DE ZINC ALTA
- ANOMALIA DE MOLIBDENO ALTA



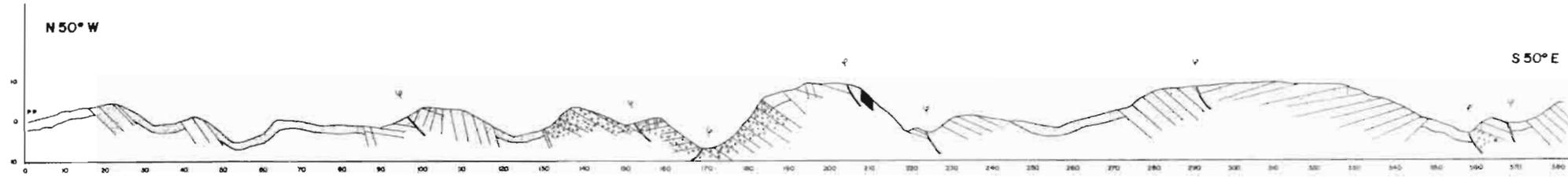
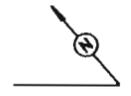
NOTA

LEVANTAMIENTO CON  
BRUJULA Y CINTA

GEOLOGIA	U A S L P	
	ESCUELA DE INGENIERIA	
	PLANO	
	GEOQUIMICO DE ANOMALIAS	
	LEYVA DE ALBA RUBEN DE JESUS	1980
	TRABAJO RECEPCIONAL	P. 2

E X P L I C A C I O N

-  Espanto de Hormones y Biotina
-  Material Sinterizado
-  Material Ovirio
-  Armon y Alusion Ovirio
-  Veta y Cuerzo Drenado
-  Falt o Fractura



Seccion Geologica viendo al NE 40°

ESC 1:500  
0 10 20 30 40

U A S L P	
ESCUELA DE INGENIERIA	
SECCION GEOLOGICA POR MEDIO DE INTERPOLACIONES	
LEYVA DE ALBA RUBEN DE JESUS	1980
TRABAJO RECEPCIONAL	P 6