

" GEOLOGIA DEL AREA LA COLORADA "  
MUNICIPIO LA COLORADA, SONORA.

MACARIO MENDOZA ROMERO



EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA  
Escuela de Ingenieria  
Depto. Geologia  
BIBLIOTECA

Junio, 17 de 1993.

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

# UNIVERSIDAD DE SONORA

Hermosillo, Sonora.

DIVISION DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

Tel. 17-31-81 EXT. 100 Y 11



Departamento de Geología

1992: AÑO DE LA UNIVERSIDAD DE SONORA



Enero 21, 1993.

ING. ALFONSO ROSAS SOLIS  
Asesor de Tesis  
P r e s e n t e

EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA  
Escuela de Ingeniería  
Depto. Geología  
BIBLIOTECA

Por este conducto informo a usted que ha sido aprobado el tema de tesis por usted propuesto:

"GEOLOGIA DEL AREA LA COLORADA, LA COLORADA SONORA"

El cual será sustentado por el Pasante de Geólogo:

MACARIO MENDOZA ROMERO

Sin otro en particular, reciba Ud. un cordial saludo.

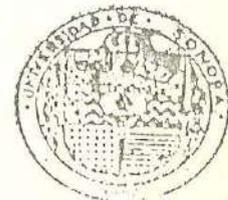
A T E N T A M E N T E

"EL SABER DE MIS HIJOS HARA MI GRANDEZA"

  
DR. GUILLERMO A. SALAS PIZA  
Jefe de Departamento

C.c.p. Interesada  
Archivo

GASF\*ag



EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA  
DEPTO. GEOLOGIA

# UNIVERSIDAD DE SONORA

Hermosillo, Sonora.

DIVISION DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

Tel. 17-31-81 EXT. 109 Y 111



Departamento de Geología

1992: AÑO DE LA UNIVERSIDAD DE SONORA

NOMBRE DE LA TESIS:



BIBLIOTECA  
DE CIENCIAS EXACTAS  
Y NATURALES

EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA

GEOLOGIA DEL AREA LA COLORADA,  
MUNICIPIO LA COLORADA

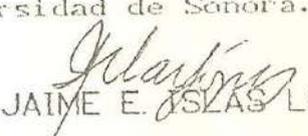


NOMBRE DEL SUSTENTANTE:

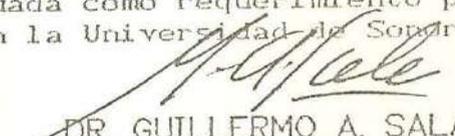
MACARIO MENDOZA ROMERO

EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA  
Escuela de Ingenieros  
Depto. Geología  
BIBLIOTECA

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

  
ING. JAIME E. ISLAS LOPEZ

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

  
DR. GUILLERMO A. SALAS PIZA

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

  
ING. ALFONSO ROSAS SOLIS

ATENTAMENTE  
"EL SABER DE MIS HIJOS HARA MI GRANDEZA"

  
DR. GUILLERMO A. SALAS PIZA  
JEFE DE DEPARTAMENTO  
FGSA, AIPG

EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA  
DEPTO. GEOLOGIA

D E D I C A T O R I A

A mis padres

A mis hermanos

A mi esposa e hijos

Por su infinito cariño y por el gran amor que por ellos siento.

A mis amigos: Abelardo, Alejandro, José Cruz, José R., Gerardo, Aarón, Guillermo, Martín Fco, Francisco N., Jorge, Ramón, Juan R., Raúl, Antonio (q.e.p.d.).... Por compartir conmigo gratos momentos y por su sincera amistad.

A mis maestros....Con todo respeto y admiración, especialmente al Profesor Ignacio Matuz M. por sus valiosos consejos y por su apoyo incondicional.

A la Universidad de Sonora en especial al Depto. de Geología y su planta de maestros, así como a los Ingenieros Efrén Pérez S. y Ricardo Amaya M. Coordinadores de dicho departamento durante el período 1981--1986.



EL SABER DE MIS HIJOS  
HARÁ MI GRANDEZA  
Escuela de Ingeniería  
Depto. Geología  
BIBLIOTECA



EL SABER DE MIS HIJOS  
HARÁ MI GRANDEZA  
Facultad de Ingeniería  
Depto. Geología  
BIBLIOTECA

## A G R A D E C I M I E N T O S

En la realización de este trabajo intervinieron un gran número de personas, que de alguna manera colaboraron directa o indirectamente, de tal forma, que no es posible mencionarlas a todas, pero el trabajo de todas y cada uno de ellos es igual de valioso .

Mi mas sincero agradecimiento al Ing. Alfonso Rosas S. por su asesoría en el desarrollo de este trabajo.

Agradezco de igual forma al Dr. Guillermo Salas P. y al Ing. Jaime Islas L. por haber aceptado revisar este trabajo de tesis,

Así como a los Ings. Guillermo Terán y Rigoberto Vázquez M. por sus comentarios y observaciones y su gran ayuda.

Mi agradecimiento al Ing. Francisco Cendejas C. por todas las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo.

De una manera muy especial ; Agradezco a la Sra. Delia Nieblas C. y a la Srita. Armida Agundez V. por permitirme parte de su tiempo en el mecanografiado y elaboración de planos y figuras respectivamente, así como por su amistad y cariño.

Mi agradecimiento al personal técnico del Consejo de Recursos Minerales por sus sugerencias y comentarios. Así como a mis compañeros Jorge Puebla, Juan de dios García, Placido Fimbres, Enrique Gutierrez, Jesús Cordova, Ramón Cervantes...

A los habitantes del pueblo La Colorada, por su hospitalidad y muestras de afecto, especialmente a las Sritas. Delia y Lolita Amparano, Ernestina Amado por su amistad.

Mi mas sincero agradecimiento a todo el personal del Consejo de recursos minerales, por su colaboración y muestras de apoyo en todo momento.

## C O N T E N I D O

### I.- INTRODUCCION.

Antecedentes históricos

### II.- GENERALIDADES

- a).-Localización y Vías de Acceso
- b).-Objetivo de Estudio
- c).-Situación Legal
- d).-Clima, Flora y Fauna
- e).-Metodo de trabajo

### III.-FISIOGRAFIA Y GEOMORFOLOGIA

- A).-Orografía
- b).-Hidrografía
- c).-Geomorfología

### IV.- GEOLOGIA

#### IV.1 Geología regional

##### IV.1.1 Estratigrafía

- a).-Précámbrico Temprano
- b).-Precámbrico tardío

#### PALEOZOICO

- a).-Cámbrico
- b).-Ordovicico
- c).-Silurico
- d).-Devonico
- e).-Missíssipico
- f).-Pensilvanico
- g).-Permico

#### MESOZOICO

- A).-Triásico
- B).-Jurásico
- C).-Cretácico



EL SABER DE MIS HIJOS  
HACIA MI GRANDEZA  
Facultad de Ingeniería  
Departamento de Geología  
BIBLIOTECA

**TERCIARIO**

a).-Paleoceno-Eoceno

IV.1.2. Geología estructural

IV.1.3. Geología histórica

IV.2. Geología local

a)Introducción

b)Descripción de unidades

c)Correlación de unidades

d)Petrografía

V.- GEOLOGIA HISTORICA

VI.-TIPO DE YACIMIENTO

a)Definición

b)Modelo Genético

c)Tipos de Alteración

VII.-GEOLOGIA ECONOMICA

a)Geoquímica

b)Interpretación Estadística de datos Geoquímicos

VIII.-CONCLUSIONES

IX.- BIBLIOGRAFIA



EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA  
Escuela de Ingeniería  
Depto. Geología  
BIBLIOTECA



## RELACION DE FIGURAS

- 1 .- Plano de localización, Area La Colorada.
- 2 .- Plano de provincias fisiográficas
- 3 .- Columna estratigráfica, Area La Colorada
- 4 .- Columna estratigráfica, Grupo Barranca
- 5 .- Correlación estratigráfica
- 6 .- Plano Geológico, Area La Colorada, Esc. 1:10000
- 7 .- Plano de secciones geoquímicas de los elementos Au, Ag, As y Hg.
- 8 .- Plano de Geología a detalle, área El Crestón, Esc. 1: 250
- 9 .- Plano de Geología a detalle, área El Crestón, Esc. 1: 1000
- 10.- Plano de alteraciones, Area La Colorada, Esc. 1: 10000.

EL SABER DE MIS HIJOS  
HAR MI GRANDEZA  
Facultad de Ingeniería  
Depto. Geología  
BIBLIOTECA



EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA  
Escuela de Ingeniería  
Dpto. Geología  
BIBLIOTECA

**A N E X O S**

- ANEXO NO. 1** ----- **Estudio Petrográfico**
- ANEXO No. 2** ----- **Fotografías**
- ANEXO No. 3** ----- **Tablas de resultados de estudio estadístico.**



EL SABER DE MIS HIJOS  
HARÁ MI GRANDEZA  
Escuela de Ingeniería  
Depto. Geología  
BIBLIOTECA

## 1.- INTRODUCCION

### a) Antecedentes históricos

El mineral de minas prietas puede considerarse como el centro fundador de esta región, ya que fué el que mayor cantidad de metal aportó y por lo tanto el más importante.

Según datos históricos fué conocido por misioneros Jesuitas (J.R. Southworth).

1740 -1743. En estos años empiezan los primeros trabajos de explotación, pero fueron suspendidos porque en ese tiempo sufrieron varios ataques de los indios haciendo imposible la continuidad de estos.

1790 ----- En éste tiempo un grupo de mineros unidos trabajó con éxito por algún tiempo hasta alcanzar el nivel del agua, del cual ya no pudieron pasar, por no tener maquinaria suficiente y adecuada, teniendo que suspender los trabajos.

1860 ----- Una compañía inglesa se hizo cargo de estas minas y estableció un molino de 48 mazos, extrayendo una gran cantidad de metal.

1866 ----- Durante éste año las minas pasaron a manos del Sr. Ricardo Johnson, quién organizo una compañía, en cuyas propiedades figuro como principal mina, la del Crestón Colorado.

durante algún tiempo trabajo con muy buenas utilidades, pero debido a un incendio tuvieron que suspender las actividades temporalmente.

1886-1887. Los Sres. Chamberlain y price. banqueros de Cleveland Ohio, compraron todas las propiedades y formaron una compañía que llevó el nombre de "Compañía Minera Crestón Colorado". Con esta organización obtuvieron grandes utilidades que hicieron que se establecieran definitivamente en Sonora.

1894----- Después de algún tiempo esta misma compañía ralizó un trabajo de exploración al alto de las vetas y encontró material de buena calidad .



1895----- En éste año una compañía inglesa llamada "London Exploration, empezó a trabajar las minas Gran Central, Las Amarillas y La Verde. el mineral de estas minas se trabajo con el método de cianuración, siendo supuestamente la primera vez que se utilizó éste método en México, aplicandolo a los minerales auríferos primero y después directamente a los jales.

1900-1914. La explotación de estos campos mineros continuo sin interrupción. En este último año los acontecimientos que conmovieron al país hicieron que se interrumpieran repentinamente los trabajos y desde entonces cesaron las labores. Por lo que actualmente las minas se encuentran con sus tiros inundados y sus molinos abandonados.

1915----- Desde éste tiempo hasta la fecha las minas y placeres se encuentran en poder de los gambusinos, que son los que han seguido haciendo sus trabajos a travéz del tiempo y sosteniendo la actividad minera en esa región, ya sea siguiendo vetas antiguas o trabajos en oro de placer.

1939----- En éste año R. King realizó algunos trabajos de Geología Regional en el noroeste de la República Mexicana y elaboró algunas secciones geológicas en el área La Colorada.

1987----- La Compañía Minerales de Sotula S.A. de C.V., realizó un programa de exploración y posteriormente empieza a explotar la mina Crestón Colorado, con el método de minado a tajo abierto, por considerarse el más adecuado por existir bajas leyes y gran volumén.

## II.- GENERALIDADES.

### a) Localización y vías de acceso.

El área de estudio se encuentra dentro de las coordenadas geográficas  $28^{\circ}46'00''$  de latitud norte y  $110^{\circ}32'22''$  a  $110^{\circ}36'45''$  de longitud oeste, correspondientes a la carta de detenal "La Colorada" clave H12-D52.

Para llegar a la zona estudiada se cuenta con la carretera número 16 Hermosillo-La Colorada-Tecoripa, El poblado La Colorada se localiza en el kilómetro 45 de dicha carretera, otra vía de acceso sería por aire, ya que este poblado cuenta con una pista de aterrizaje. (Fig. 1 ).

### b) Objetivo de estudio

El principal objetivo de éste trabajo es conocer el potencial económico del área estudiada, realizando secciones geológicas y geoquímicas para poder lograr su evaluación, elaborar un plano geológico y realizar la clasificación de los diferentes tipos de roca existentes en el área.

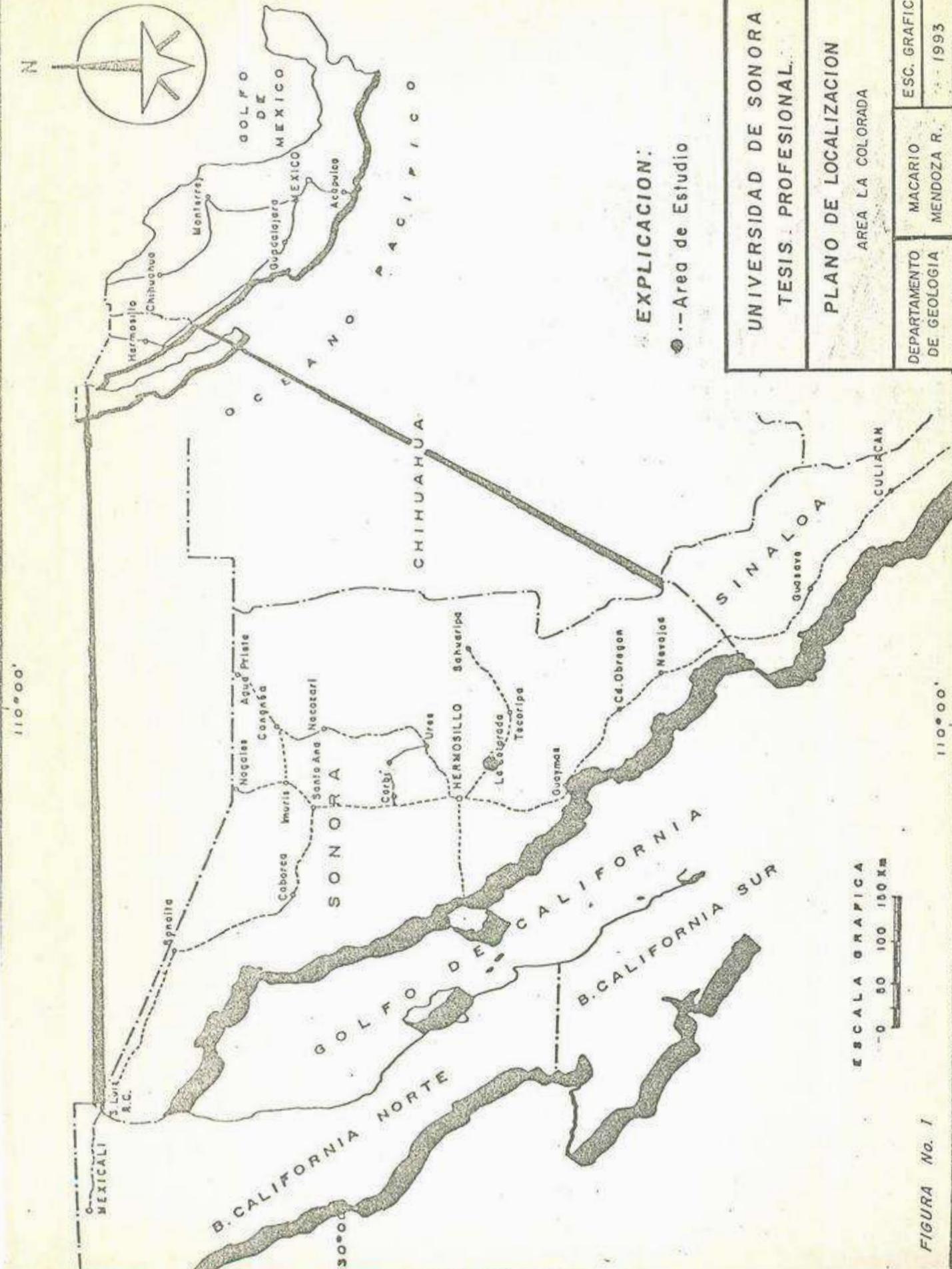
### c) Situación legal.

En el área de estudio existen diferentes concesiones mineras controladas, algunas por la Compañía Fresnillo S.A. de C.V., también se encuentran lotes pertenecientes a la dirección de minería del estado, otros corresponden a las reservas mineras nacionales , se localizan también fundos pertenecientes a particulares y algunos a nombre de la compañía minera Minerales de Sotula S.A. de C.V.

### d) Clima, flora y fauna.

Se puede decir que en el área el clima es extremoso, típico de zonas desérticas, en verano se presentan temperaturas alrededor de los  $25^{\circ}$  hasta los  $48^{\circ}\text{C}$ , y en invierno de los  $0$  hasta los  $25^{\circ}\text{C}$ .

La flora y fauna observada en esta zona también es típica de regiones desérticas y las especies más comunes encontradas son:



**EXPLICACION:**  
 ●.—Area de Estudio

UNIVERSIDAD DE SONORA		ESC. GRAFICA
TESIS. PROFESIONAL.		MACARIO
PLANO DE LOCALIZACION		MENDOZA R.
AREA LA COLORADA		1993
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA	MACARIO	
	MENDOZA R.	

ESCALA GRAFICA  
 0 50 100 150 KM

FIGURA No. 1

Flora.-Uña de gato, torote, lechugilla, gobernadora, palo verde, maguey, sahuaro, nopal, ocotillo, palo blanco, palo fierro, choya, y algunas otras variedades de cactus y arbustos pequeños.

Fauna.- Venado, águila, culebra, vivora de cascabel, jabalí, coyote, liebre, conejo, codorniz, cienpies, alacrán, y existe una gran variedad de insectos y aves pequeñas.

**e) Método de trabajo.**

i) Con auxilio de fotografías aéreas a escala 1:10000 se hizo un reconocimiento general del área de estudio.

ii) Se efectuaron secciones geológicas para verificar las diferentes fallas y distintos tipos de roca existentes en el área de estudio.

iii) Con la elaboración de secciones geoquímicas se recolectaron muestras de esquirlas de roca cada 25 y/o 50 mts. (dependiendo de las características topográficas del terreno), con cinta y brújula, para después ser analizadas por los elementos trazadores de oro, plata, arsénico y mercurio, para así encontrar las zonas de mayor potencial económico.

iv) Se recolectaron muestras para estudios petrográficos para auxilio en la clasificación y origen de los distintos tipos de roca.

v) Se visitaron las minas antiguas más importantes para conocer su aspecto y capacidad que ofrecen para su explotación.

vi) Se realizaron trabajos de muestreo y de geología a detalle (1:1000 y 1:500) en la mina Crestón Colorado por ser la que mejores condiciones presentó.

### III.- FISIOGRAFIA Y GEOMORFOLOGIA.

Fisiográficamente el área de estudio se encuentra dentro de la provincia de sierras sepultadas en la subprovincia del desierto de Sonora. (Ermin Raisz, 1964; William Humprey, 1956). ( Fig. 2 ).

Las sierras de esta provincia presentan generalmente una orientación NNW-SSE con valles intermontados de origen tectónico rellenos con material aluvial.

#### a).- Orografía

La unidad orográfica de la sierra La Colorada se inicia al SW con los cerros Relizudo y Gran Central, al SE se continúa por los cerros Montaña de oro, Represo de las prietas, Rey del oro, C. de la flecha, y C. Minitas, al Este se encuentran los cerros La Verde, Sombreretillo y rey del oro. (estos se distribuyen de manera que forman una curva hacia el Norte). después se localiza el valle conocido como "Valle de La Colorada", éste es importante por contener oro de placer, al NW se localiza el C. la Cantera, este a su vez se continua al NE uniendose con el C. Colorado.

Los cerros más importantes respecto a su altura son El Relizudo y Rey del Oro con 640 m.s.n.m.

#### b).- Hidrografía.

El drenaje en esta zona es típico de los que forman las rocas sedimentarias y tobáceas, que es el dendrítico, semiangular y dendrítico terminado en pinza, que es el que se forma por la presencia de rocas intrusivas.

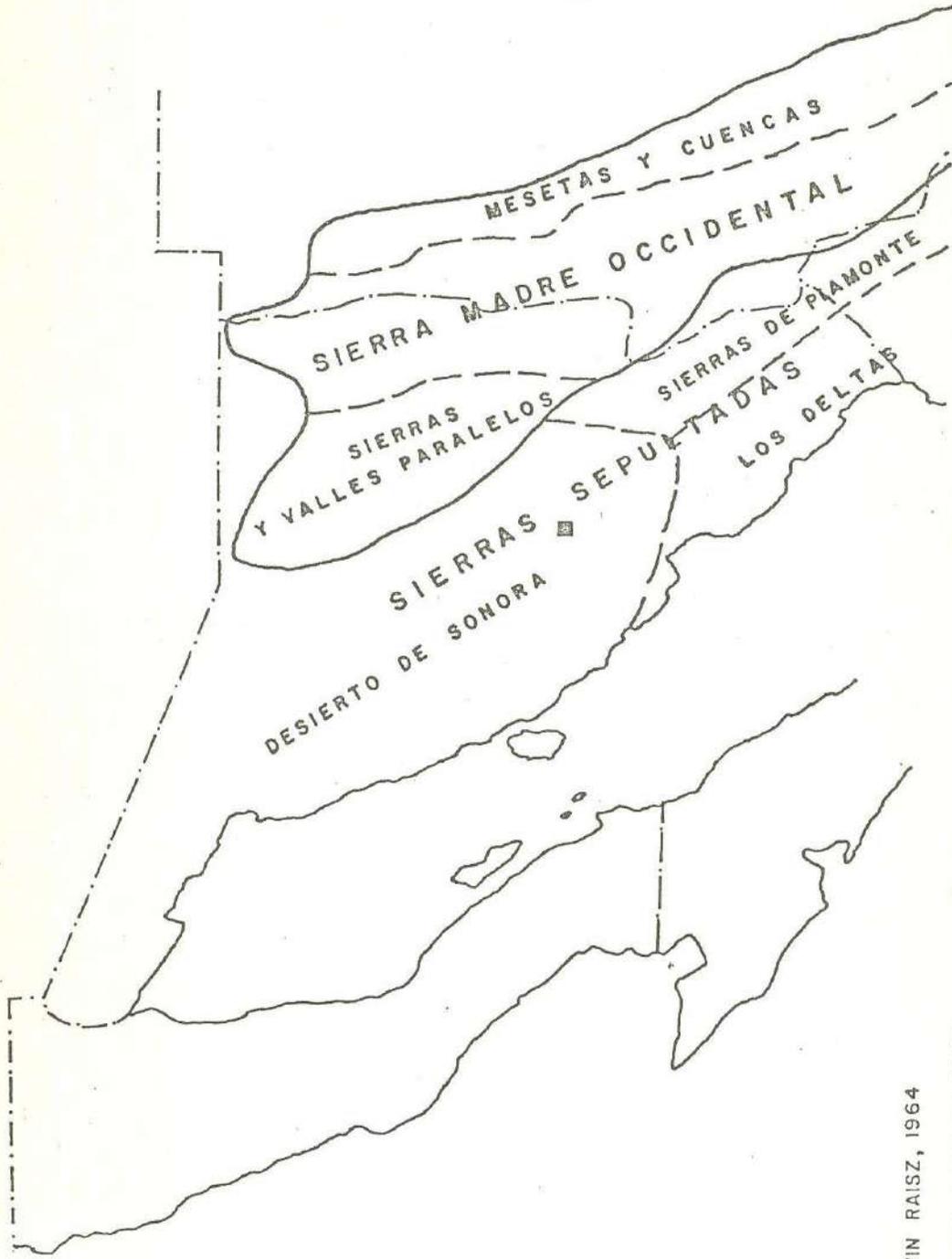
#### c).- Geomorfología.

Las principales características morfológicas de las diferentes unidades orográficas se encuentran en estado de madurez. y algunas presentan escarpes debido primordialmente a fallamientos y además a una erosión diferencial.

Como resultado de la gran actividad ígnea y a la serie de fallas normales que se presentaron en el área de estudio. se produjo un



AREA DE ESTUDIO



ERWIN RAISZ, 1964

WILLIAM HUMPfrey, 1956

UNIVERSIDAD DE SONORA	
PROVINCIAS FISIOGRAFICAS	
M.M.R.	1993
TESIS PROFESIONAL	
ESC:GRAFICA	

BIBLIOTECA DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES



EL SABER DE NUESTROS DIAS PARA SU GRANDEZA

ESCALA GRAFICA



FIGURA No. 2

fenómeno de horts y graben, el cual se encuentra delimitando la mineralización en la zona estudiada.

#### IV.- GEOLOGIA REGIONAL.

##### IV.1.- Estratigrafía.

###### a).- Precámbrico temprano

Las rocas más antiguas se encuentran representadas por rocas metamórficas y graníticas.

Las rocas metamórficas se presentan en la región de Caborca como filitas (de facies esquistos verdes a esquistos de facies almandita-anfibolita), cuarcita, metariolita, metacuarcita y gneis de biotita-cuarzo-feldespáticos, intrusionadas por pegmatitas (1630 ± 20 m.a. y 1675 ± 20m.a.(Anderson y Silver 1978), diques de composición básica a intermedia (Diorita de hornblenda y pórfido de cuarzolita de 1750 ± 20 m.a.) y cuarzomonzonita y granodiorita de 1740 -1745 ± 15 m.a. (Anderson y Silver 1978).

En la región de Agua Prieta se tiene el Esquisto Pinal (Sierra La Morita).

Las rocas intrusivas graníticas se presentan en la región de Bámori (1680 - 1780 ± 2 m.a.), y el Granito Aibó(1110 ± 10 m.a.).(Anderson y Siiver 1978).

Numerosos intrusivos graníticos fueron introducidos en el Precámbrico de Sonora de edad comprendida de 1410m.a. (Anderson y Silver 1978).

###### b).-Precámbrico tardío.

Se presenta en la región de caborca, como una secuencia sedimentaria de más de 4200 m. de espesor, dividida en 12 unidades concordantes y cartografiables. La mitad inferior de la secuencia está caracterizada por depósitos de carbonatos interditaes con abundantes estructuras de algas, mientras que la mitad superior son dolomitas masivas con gruesas unidades de cuarcitas (Eells 1972).

#### PALEOZOICO.

###### a).- Cámbrico.

En la región de Caborca se presentan aproximadamente 1200mts. de calizas, lutitas y cuarcitas que fueron depositadas en un ambiente

marino de aguas someras y de mar abierto. Estan divididas en 6 formaciones concordantes que comprenden del Cámbrico inferior al medio, las cuales de la base a la cima son las siguientes: Formación Puerto blanco (la cual descansa concordantemente sobre un Precámbrico Tardío, no metamórfico y poco deformado), Cuarcita Proveedora, Formación Buelna, Formación Cerro Prieto, Formación Arrojós y Formación Tren. (Cooper y Arellano 1952).

En la región de Cabullona (Mesteñas) está representado por la Cuarcita Bolsa (Cámbrico medio) en discordancia sobre el Esquistó Pinal y por la Formación Abrigo formada por calizas con trilobites (Cámbrico Tardío) Rangin F. (inérito). También en la Sierra de los Ajos y Cananea (Mulchay-Velasco, 1954).

**b).- Ordovícico.**

En el centro de Sonora está presente en la sierra Santa Rosa (La Casita) por aproximadamente 700mts. de calizas con celentereos, y en el Cerro Cobachi donde se encuentran estratos dolomíticos. (F. rangin).

En la región de Caborca (El Bísani) se presenta como una secuencia poco potente de calizas y dolomitas (Cooper y Arellano, 1946).

**c).- Silúrico.**

Existen en Sonora rocas de edad Cámbrico a Pérmico con hiatus de los terrenos del silúrico, por ésta razón no se encuentran rocas de ésta edad.

**d).- Devónico.**

En la región de Caborca ocurre en el C. Murciélagos (Formación Murciélagos). 280 mts. de sedimentos, calizas y dolomitas del Devónico Tardío.

En el Norte de Sonora representada por la Formación Martín con calizas del Devónico Tardío ( Rangin F ).

En el centro de Sonora ocurre en el cerro de Cobachi 100m. de

calizas (Rangin F).

También existe en Cananea (Mulchay- Velasco 1954), Sierra El Tule, Los Ajos, Mesteñas y C. Cabullona, Rangin F., inédito).

**e).- Missíssipico.**

En el área de Caborca, existen aproximadamente 50 mts. de estratos de calizas con abundantes nódulos de pedernal que afloran en Bisani. La Formación Represo de edad Missíssipico Temprano y La Formación Venada (Missíssipico Tardío).

En el centro de Sonora, En el cerro Sonora afloran aproximadamente 1000 m. de calizas y dolomitas. Contienen nódulos de pedernal y abundantes fósiles, como crinoides, braquiópodos y celenteros.

Espesores menores de estas mismas rocas afloran en la Sierra Mazatán, Cerro Cobachi, C. Prieto, Agua verde y San Pedro de la Cueva. (Rangin F.).

En Sonora Nororiental: La Formación Escabrosa, aflora en Cananea (Mulchay-Velasco, 1954). Sierra El Tigre (Imlay, 1930), Sierra El Tule, Mesteñas y C. Cabullona.(Rangin F.).

**f).- Pensilvánico.**

Sonora Nororiental: Se le conoce como la Formación Horquilla, constituída por calizas con crinoides, braquiopódos, gasterópodos y fusilinas. Aflora en Cananea (Velasco-Mulchay, 1954). y en Pilares de Teras(Imlay, 1939), Sierra El Tigre y Sierra Hachita Hueca (Imlay, 1939)., en Sierra Mesteñas y Sierra El Tule (Rangin, F.)

En el área de Caborca, a 12 km., al SE de El Desemboque se conocen rocas de probable edad Pensilvánico (Merriam and Eells, 1978).

En Sonora Centro, aflora como calizas y dolomitas en el C. Sonora, C. Cobachi, Sierra Santa Rosa y C. Martínez (Rangin F.).

**g).- Pérmico.**

Sonora Centro: Aquí se conoce como calizas del Wolfcampiano al

Leonardiano que contienen abundantes fósiles como fusilinas. En Calera Willard, Cerro La Flojera, C. San Francisco, C: Sonora, C. Cobachi, Sierra Santa Rosa, C: los Rastros, C. Martínez, C. La Tinaja y Sierra Los Pinitos.

Sonora Nororiental: Aquí afloran las siguientes Formaciones:

F. Earp, constituída por calizas con fusulina, afloran en Cananea (Velasco-Mulchay, 1954) y pilares de teras y sierra El Tigre (Imlay, 1939), y en la Sierra La Morita (Rangin F.).

Formación Colina: Constituída por calizas, aflora en Pilares de Teras y Sierra El Tigre (Imlay, 1939), y en La Sierra La Morita (Rangin F.). Ambas Formaciones pertenecen al Wolfcampiano.

Formación Epitaph (Leonardiano Temprano), está formada por calizas con pedernal que contiene fusulina. Aflora en La Sierra La Morita (Rangin F.).

Formación Concha (Leonardiano Tardío), y aflora en Sierra La Morita (Rangin F.) y esta formada por calizas.

En el área de Caborca aflora el Pérmico Medio (Guadalupiano), en el Cerro Los Monos (Cooper et al 1953) y esta formada por areniscas, lutitas y calizas.

## MESOZOICO

### TRIASICO.

En el área de Caborca afloran en la Sierra del Alamo como una serie de sedimentos detríticos y calcáreos de 3400 m. de espesor, llamada Formación Antimonio, con una abundante fauna de amonitas, pelecípodos, corales, belemnitas, esponjas y algas que proporcionan una edad Triásico Superior a Jurásico Inferior (González, 1979, inédito).

Afloran también en el Cerro Basura (Franco, 1979), y en la Sierra Santa Rosa (Hardy, 1973).

En Sonora Centro afloran en la Formación Barranca del Triásico-Jurásico (R. King, 1939).

**JURASICO.**

En el área de Caborca se conocen en Cerro Pozo de CSerna en estratos de edad Oxfordiano-Kimeridgiano de areniscas y lutitas con escasas calizas que contienen moluscos fósiles.

En el área de Cucurpe, es una secuencia volcano clástico con intercalaciones coladas andesíticas y amonitas.(C. Rangin).

**CRETACICO.****A).- Cretácico inferior.**

Estas rocas están representadas por el grupo Bisbee que comprende el conglomerado Glance, Formación Morita, Caliza Mural y Formación Cintura. Tiene un rango de edad que va del Neocamiano al Albiano. Aflora en la cuenca de Cabullona, Imuris-Arizpe, Santa Ana, y en la región de Lampazos-Sahuaripa-Arivechi. Sur de Sonora ( Alamos ?).

Entre el período Jurásico Superior - Cretácico Inferior hubo volcanismo representado en Sierra El Seri(142 ± 2 m.a.), Sierra Bacha (128 ± 2 m.a.). Existen metariolitas en Sierra Seri de 137 ± 3 m.a. (Anderson et al 1969).

**B).- Cretácico superior.**

Estas rocas estan representadas en la cuenca de Cabullona(Taliaferro) , por lo que se conoce como el Grupo Cabullona(Taliaferro, 1933). Este grupo está compuesto por cinco Formaciones, que de la base a la cima son: Snake Ridge, Areniscas Camas, Lutita Packard, Capas Rojas y Toba Riolítica. Comprende una edad Cenomaniano-Maestrichtiano. (Taliaferro, 1933).

**TERCIARIO****a).- Paleoceno-Eoceno.**

Durante el período terciario, tuvo lugar predominantemente una actividad volcánica de caracter explosivo, constituido por andesitas, riolitas, tobas riolíticas e ignimbritas.

Las rocas de ésta edad, primordialmente ígnea, se encuentran

distribuidos ampliamente en la subprovincia de sierras y valles paralelos, predominando en la porción centro-este de Sonora.

Una actividad volcano-plutónica en todo el Estado de Sonora, es responsable de la mayor concentración de porfidos cupríferos del Estado, se desarrolló de Cananea a Nacozari (Los Pórfidos Cupríferos).

Este período se caracteriza por el volcanismo primordialmente andesítico y se ha identificado como una franja orientada NW-SE que cruza todo el Estado.

#### **b).-Oligoceno-Mioceno.**

Estas rocas se encuentran ampliamente distribuidas en el Estado de Sonora, compuesto primordialmente por rocas volcánicas de composición riolítica.

Guzmán (1978), reporta la existencia en el subsuelo de una secuencia clástica marina de edad Mioceno-Plioceno en una localidad cerca de Puerto Peñasco y San Felipe, Costa de Hermosillo e Isla del Tiburón.

Según King (1939) las rocas riolíticas están acompañadas esporádicamente por coladas de basalto, tobas y depósitos clásticos.

#### **c).- Plioceno.**

Durante el Mioceno tardío-Plioceno, hubo una extrusión de andesitas basálticas y basalto, contemporáneo con la iniciación de la subprovincia de sierras y valles paralelos. En algunas cuencas, grandes espesores de rocas clásticas fueron depositadas, formando lo que es hoy la Formación Baucárit (King, 1939). Esta Formación está compuesta por areniscas bien estratificadas y poco endurecidas, conglomerados, gravas y arenas poco consolidadas derivadas de la erosión de las rocas, principalmente de origen volcánico y sedimentario.

Su distribución es amplia en el Estado de Sonora y predominante en la subprovincia Fisiográfica de Sierras y Valles Paralelos.

#### **PLEISTOCENO-RECIENTE.**

Las rocas representativas de esta edad, son basaltos y se encuentran distribuidos irregularmente en el Estado de Sonora, constituyendo cuerpos tabulares que cubren gran parte de lomeríos

**PLEISTOCENO-RECIENTE.**

Las rocas representativas de esta edad, son basaltos y se encuentran distribuidos irregularmente en el Estado de Sonora, constituyendo cuerpos tabulares que cubren gran parte de lomeríos y mesetas, destacando los expuestos en la región del Pinacate, en la parte Sureste de Moctezuma, en la región de Cabullona y en la Sierra de La Colorada al Norte de la mina El Zubiato.

#### IV. 2.- Geología estructural

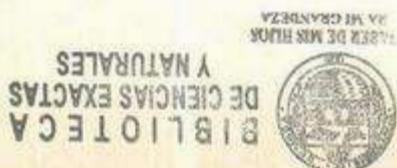
Los eventos tectónicos principales que dieron lugar al complejo conjunto de rocas desde el Precámbrico y Paleozoico fueron afectados por Orogenía Permotriásico (Apalachiana), lo que ocasionó un levantamiento y plegamiento en la porción central de Sonora, que fué cubierta por sedimentos Triásicos-Jurásicos los que a su vez fueron plegados y afectados por grandes fallas, casi todas con rumbo NW-SE.

En la Región de Caborca, estructuras preservadas del Precámbrico y Paleozoico definen un anticlinal con orientación Noreste, denominado anticlinal de Bamóri (Arellano, 1946, Damon, 1962)., donde el Precámbrico Medio y Superior presentan una notable discordancia angular, sin embargo las rocas Cámbricas mantienen una orientación parecida (N-NW) a las del Precámbrico Superior, lo que sugiere una ausencia de movimientos tectónicos importantes entre este período y principios del Paleozoico.

En la región centro-este del Estado de Sonora las orientaciones estructurales de las rocas paleozoicas se dirigen principalmente al NW (Dumble, 1900; King, 1939).

A principios del Cretácico se realizó una gran actividad plutónica al Oeste de Sonora que dió origen a la intrusión de batolitos y troncos ácidos. Gran parte de los mares transgredientes desde el Neocomiano en grandes áreas al N y NE de Sonora dieron como resultado la gran cuenca de Cabullona con más de 4000 m., de sedimentos del Cretácico Superior, que traslaparon a la topografía Paleozoica erosionada.

La zona de rocas Cretácicas que afloran en Santa Ana, Altar y hacia el Oeste de Caborca, exhiben notables discordancias con las rocas Paleozoicas, ya que nos definen estructuras con ejes orientados Oeste- Noroeste que forman un ángulo obtuso con la orientación Paleozoica, la cual sugiere una desviación de los



pliegues alrededor del núcleo Mesozoico. Estas desviaciones notables en los ejes de orientación de las rocas paleozoicas y mesozoicas, también se manifiestan en la región comprendida entre Nacori y Bavispe, a los cuales algunos autores le consideran un origen parecido al observado en Caborca, sin embargo (Emlay), sugiere que este cambio de orientación pudo tener relación con la configuración del geosinclinal Cretácico que atravesó las partes Noreste de Sonora y Sureste de Arizona.

A principios del Terciario y en tiempos de la revolución Larámide, se inicia otro período orogénico que afectó tanto a la Sierra Madre Occidental, como al oriente de Sonora, plegando las rocas preexistentes con movimientos de Este a Oeste, encontrándose "Overthrust" y fallas inversas al Oeste en la región de Cabullona (Viveros, 1965 y C. Rangin, 1977).

Salas G.P: (1975), en su trabajo sobre la carta metalogénica y en los mosaicos de imágenes ERTS Indica que el alineamiento de fallas y fracturas tanto de la Sierra Madre Occidental como Sonora, son NW-SE (mismo alineamiento de la sierra), con algunas fallas transversales de rumbo NE-SW que en ocasiones coinciden con zonas mineralizadas, que casi todas son de edad Terciaria. (Larámide).

Estructuralmente la Provincia de Sierras y Valles Paralelos se caracteriza por una serie de cadenas montañosas bordeadas por fallas normales de buzamiento empinado, con rumbo casi Norte-Sur, ocurridas en un proceso de desgajamiento de la corteza en el Mioceno y Oligoceno (Fries, 1962). Estos movimientos además de dar origen a la Subprovincia Fisiográfica de Sierras y Valles Paralelos labraron gran parte de la morfología del Estado de Sonora.

Los movimientos y fallamientos abajo de la Formación Baúcarit nos indica un período de tectonismo relativamente reciente.

#### IV.3.- Geología histórica

**PRECAMBRICO.-** Estudios de reconocimientos geológicos y geocronológicos de rocas cristalinas, en el Noroeste de Sonora, han establecido la extensión y naturaleza regional del cratón Precámbrico. Las rocas estratificadas más antiguas en el NW de Sonora son esquistos de cuarzo feldespáticas, cerca de Caborca y los cuales son cortados por intrusivos calcoalcalinos de edad comprendida entre 1710 a 1750 m.a. (Anderson y Silver, 1978). Estratigráficamente arriba facies anfibolitas con gneises cuarzofeldespáticos fueron aparentemente deformados y metamorfizados con edad aproximada de  $1660 \pm 15$  m.a. (Anderson y Silver 1978), enmascarando las litologías originales.

Numerosos plutones graníticos fueron intrusionados en el Precámbrico de Sonora con edades que varían de 1410 a 1440 m.a. Pequeños plutones de granito micrográfico del complejo cristalino Precámbrico de 1100m.a. son las rocas ígneas reconocidas del Precámbrico joven.

Estas rocas Precámbricas, probablemente formaban entonces una fanja orográfica alargada que se extendía según la costa del pacífico, pero con litorales situados más al Oeste que los actuales. Esta porción emergida de rumbo general NW a SE formaba una especie de península o quizá un archipiélago longitudinal, fueron sepultados mas tarde e inundadas por los mares Paleozoicos, en el seno de los cuales se depositaron los sedimentos marinos que aparecen en algunas localidades del Estado.

#### **PALEOZOICO.**

La Geología Histórica de la Era Paleozoica pueden ser incluidas dentro de dos grandes ciclos sedimentarios Paleozoicos como sigue. En el inicio del Cámbrico los mares comenzaron a transgredir el escudo Canadiense, el centro-norte de Sonora y el sur de Arizona.

Durante El Cámbrico Inferior-Medio hubo una sedimentación cuarcítica (Formaciones Bolsa-Cuarcita Capote), depositándose sobre esquistos micáceos y rocas graníticas de probable edad Precámbrica.

De esta manera tuvo lugar la primera fase de un ciclo de sedimentación; en Caborca, Sonora, el Cámbrico se caracteriza por tipos de sedimentos depositados de abajo hacia arriba como sigue:

Cuarcitas, lutitas y calizas arenosas, sedimentos típicos de litoral.

Ya realizada la inundación de los mares del Cámbrico se efectúa el primer cambio de la sedimentación caracterizándose por calizas, calizas arcillosas de estratificación delgada (Formación Abrigo), efectuada durante el Cámbrico Medio.

Se ha considerado que durante parte del Ordovícico se originó la misma sumersión de Norte América.

Se puede decir que las secuencias Ordovícicas de Sonora Central representan facies más internas que la del Norte, ya que estas están representadas en su mayoría por facies carbonatadas de tipo plataforma y sobreyacen en discordancia al Precámbrico Temprano(?) metamórfico.

Un nuevo ciclo sedimentario marino se reanudó en el Centro Norte de Sonora y Sur de Arizona en el Devónico Medio-Superior donde se depositaron calizas, calizas arenosas (Formación Martín).

La sedimentación masiva persistió durante el Mississípico que esta representado por calizas masivas (Formación Escabrosa), donde abundan los organismos de plataforma como crinoides y braquiópodos.

La misma Transgresión continuó durante el Pensylvánico-Pérmico depositándose calizas y lutitas (Formación Horquilla), donde predominan los fusilínidos típicos marinos de plataforma.

El Carbonífero Pérmico presenta, al contrario del Período Ordovícico una gran homogeneidad de facies en todo el Estado de Sonora y está caracterizado por depósitos de tipo plataforma.

## MESOZOICO.

A principios y mediados del Mesozoico (Permo-Triásico), las rocas del Paleozoico y Precámbrico fueron afectados por la Orogenía Apalachiana, la que ocasionó un levantamiento y plegamiento en la porción central de Sonora, que fué cubierta por sedimentos Triásicos y Jurásicos, los que a su vez fueron plegados y afectados por grandes fallas casi todas con rumbo NW-SE. Por lo cual, las primeras rocas triásicas se presentan sobreyaciendo con marcada discordancia a las rocas Paleozoicas en todo el Estado de Sonora.

Los primeros sedimentos Mesozoicos corresponden a un grupo de rocas tectónicas derivadas de los detritos anticlinales y bloques fallados de la Orogenía Sonorana (de Cserna, 1961), representativas de la Formación Barranca, (rangin, 1974) la describe como una secuencia Molasse con facies marinas y continentales intercaladas, considerándose que la Formación fué depositada en una amplia llanura costera casi al nivel del mar, condiciones de sedimentación que prevalecieron durante el Triásico y parte del Jurásico.

En el Jurásico Tardío se observa una secuencia de depósitos, en éste tiempo el Estado estaba sujeto a las deformaciones de la Orogenía Nevadiana, que prosiguió hasta el Cretácico Temprano, edad en la cual se originó un período de volcanismo que cubrió en forma extensa a la Formación Barranca y a las rocas más antiguas. A estas rocas volcánicas se les conoce con el nombre de Formación Lista Blanca (Dumble, 1900).

En el Cretácico, las condiciones de sedimentación corresponden a la existencia de un mar somero, sujeto a transgresiones y regresiones, en el cual se depositaron los potentes espesores de rocas marinas que afloran extensamente en los Estados de Arizona y Sonora, conociéndoseles en este último, con los nombres de Formación Palmar y Potrero (King, 1939).

En las postrimerias del Cretácico, se realizó una gran actividad plutónica, que dió lugar a los fenómenos hidrotermales que for

maron criaderos auríferos (zona La Colorada). Todas estas intrusiones exageraron el relieve del terreno el que más tarde por fenómenos de intensa erosión fué desgastado, tendiendo a nivelarse, con Formación de sedimentos en cuencas lacustres.

Así mismo, hacia fines del Cretácico, hubo un período de actividad volcánica andesítica.

#### CENOZOICO.

A fines del Cretácico y principios del Terciario hubo una renovación de fuerzas compresoras, levantamientos y actividad ígnea, correspondientes a la Orogenia Laramide, que afectó tanto a la Sierra Madre Occidental como el Oriente de Sonora, plegando las rocas preexistentes.

La fase compresiva de la Orogenia Laramídica, fué seguida en el Eoceno Tardío y Oligoceno por un proceso de fallamientos que originaron una serie de bloques, limitados por fallas normales de buzamiento inclinado de dirección casi N-S. La erosión intensa de estos bloques dió origen a grandes cantidades de material clástico.

El volcanismo se generalizó en el Terciario Medio, aunque desde el principio del Terciario derrames primordialmente riolíticos se vertieron sobre Sonora; en el Terciario Tardío, la erosión rápida dió origen a la Formación Baúcarit en los valles intermontados.

Los derrames de basalto del Plioceno Tardío y del Pleistoceno, se manifiestan en el área de Cabullona, hacia el Sureste de Moctezuma y en el área del Pinacate.

En la región de La Colorada las emisiones de extensas corrientes riolíticas (Miocénicas) cubrieron a las rocas Paleozoicas y Mesozoicas. Más tarde las fracturas y fallas que dislocan las corrientes riolíticas y formaciones subyacentes imprimieron así el paisaje típico de las comarcas falladas.

## V.- Geología local

### a).- Introducción.

En el área de estudio afloran rocas metasedimentarias que se clasifican como: (cuarcitas, hornfels y skarns), estas por sus características petrológicas y petrográficas y por correlación con rocas semejantes a las del Grupo Barranca, se les ha asignado una edad Triásica-Jurásica, siendo las más antiguas encontradas en el área.

Estas unidades en el transcurso del tiempo han sufrido algunos cambios como desplazamientos y plegamientos, a causa de que existió un intenso fallamiento, siendo la mayoría de estos de tipo normal, que provocaron una zona de debilidad, que fué aprovechada por distintos cuerpos intrusivos para emplazarlas, provocando metamorfismo de bajo grado a las rocas pre-existentes.

Estos cuerpos son de composición diorítica y monzonítica y se les asigna una edad Cretácica Superior (King, 1939) y de acuerdo a esta se le puede asociar con la Orogenia Laramídica.

Después de ocurrir esta Orogenia se desarrolla una etapa de intenso volcanismo dando origen a las rocas que se encuentran cubriendo concordantemente a las anteriores unidades, constituido principalmente por tobas dacíticas, ignimbríticas y vidrio volcánico.

### b).- Descripción de las unidades.

**Cuarcitas.-** Por las características que presenta y por las relaciones observadas en el campo, se ha considerado como la más antigua en el área de estudio.

Este tipo de roca se encuentra distribuido en mayor proporción al SE de la zona estudiada, aunque también afloran en la parte norte y algunos remanentes al sur, generalmente presentan un rumbo de 40° y 60° al NW buzando hacia el NE.

La mayoría de los afloramientos de esta unidad tienen una

textura masiva, compacta, aunque también se observan de tipo brechoide, la mayor parte de estas rocas en cuanto a su color se refiere varía de gris a blanco sucio y a veces toma un color rojizo, por el alto contenido de oxidos.

**Lutitas.-** Se localizan pequeños afloramientos de este tipo de roca hacia el SE y al SW de la zona estudiada. Las principales características que presentan son textura masiva, compacta, su color varía de gris a negro y en partes presenta oxidación, matriz de grano fino, en su mineralogía presenta cuarzo, oxidos de fierro y manganeso, material arcilloso.

**Hornfels y Skarns.-** Estas unidades se formaron principalmente a partir de las lutitas, se localizan en la parte este del área de estudio, así como al SW del Poblado La Colorada, estas unidades se encuentran en forma alternada y sus principales características son que las primeras presentan un color de intemperismo dependiendo del tipo de alteración que presente y éste puede ser gris, blanquecino, verde, etc., los tipos de alteración que presenta son argilización, silicificación, oxidación y en mayor proporción cloritización, respecto a su mineralogía contiene cuarzo, calcita(en vetillas), oxidos de fierro y manganeso, presentan textura masiva, y en partes mucho fracturamiento, matriz de grano fino.

Los skarn presentan color de intemperismo verde oscuro y en superficie fresca verde grisácea su textura es masiva, compacta y la mineralización que presenta es cuarzo, epidota, sericita, granates, sulfuros de plomo y zink, oxidos de fierro, la alteración más común observable es la oxidación.

**Monzonita.-** Esta unidad se encuentra distribuída en la parte Norte y Noreste del área de estudio, las principales características observables son que presentan una textura granular, color rosado a gris, en su mineralogía contiene cuarzo, plagioclasas, feldespato potásico, clorita, epidota, oxidos de



fierro, la alteración, predominante es la oxidación, aunque presenta en menor proporción cloritización y silicificación.

**Diorita.**- Este tipo de roca es la fuente térmica que genera el yacimiento, y por lo tanto el de mayor importancia de las unidades intrusivas, ya que se encuentran en ella los valores de oro más importantes encontrados en la zona estudiada.

Se localizan afloramientos de esta unidad hacia el SW, SE y al Este del área, los principales tipos de alteración que presenta son argilización y oxidación, presenta un color verde oscuro, su mineralización está constituida por cuarzo, clorita, plagioclasas, oxidos, calcita y anfiboles.

**Dacita.**- Este tipo de rocas se encuentra aflorando en la parte Oeste y Noreste del área, esta unidad se encuentra alterada en algunas partes por oxidación y silicificación, y se encuentra sobreyaciendo concordantemente a la unidad de cuarcitas y suprayaciendo en la parte Oeste a una delgada capa de vidrio volcánico, presenta textura tobácea, color café rojizo a café oscuro, mineralógicamente está contenida por fragmentos de roca, vidrio volcánico, feldespatos potásicos, micas.

**Vidrio Volcánico.** Esta unidad se encuentra hacia la parte Oeste del poblado La Colorada formando un pequeño anillo concéntrico, sobreyaciendo a la anterior unidad, megascópicamente presenta un color café oscuro a negro, en cuanto a su mineralogía se constituye por vidrio, feldespatos, fragmentos de roca volcánica.

**Ignimbrita.**- La principal característica observable es que presenta bandas de cuarzo y feldespato potásico, textura tobácea fluidal, color rosado, se encuentra sobreyaciendo las anteriores unidades, formando acantilados.

**c).- Correlación de Unidades.**

En el área de estudio se encuentran rocas metasedimentarias (cuarcitas, hornfels, skarns), que de acuerdo a la similitud de sus características petrográficas y petrológicas y de acuerdo a su edad

2.4. la figura 3  
muestra discordancia  
lo cual es correcto

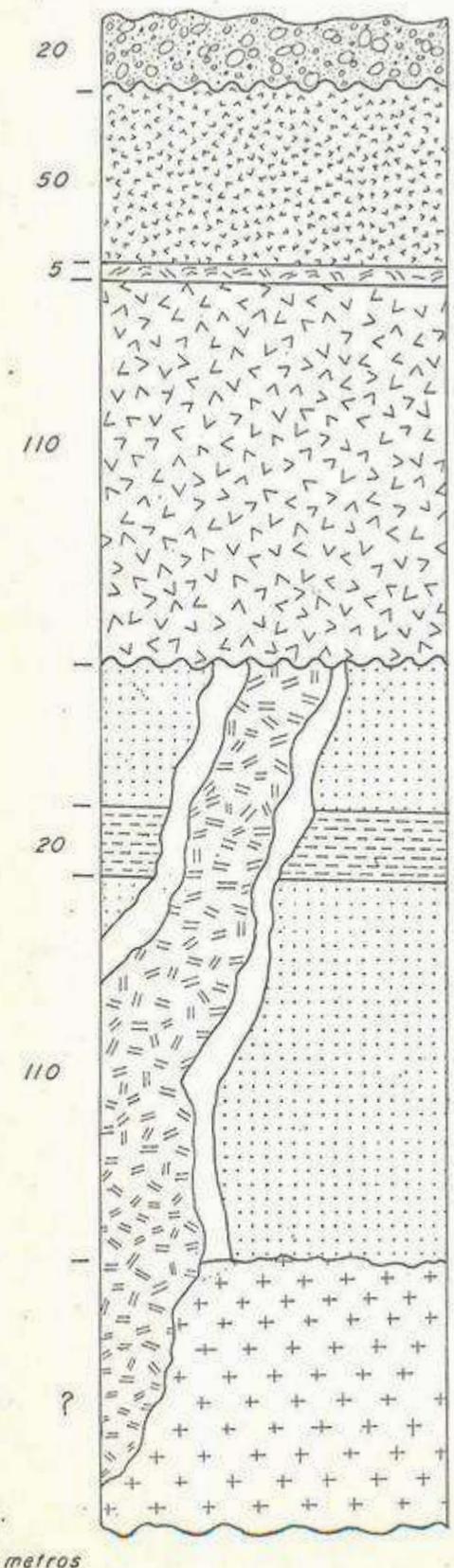
? ? ?

Mo { (King, 1939), se le ha correlacionado con rocas del Grupo Barranca, especialmente con la unidad denominada Formación Santa Clara.

En la figura número tres se observa la columna estratigráfica del área La Colorada y en la número cuatro la columna perteneciente al Grupo Barranca, ( Soto, Navarro, 1987), y posteriormente en la figura número cinco la correlación antes mencionada.

d).- Petrografía.

Para auxiliarse en la clasificación y origen de los distintos tipos de roca, se colectaron algunas muestras para su estudio petrológico y petrográficos. (anexo N° 1).



metros

FIGURA No. 3

**LEYENDA**

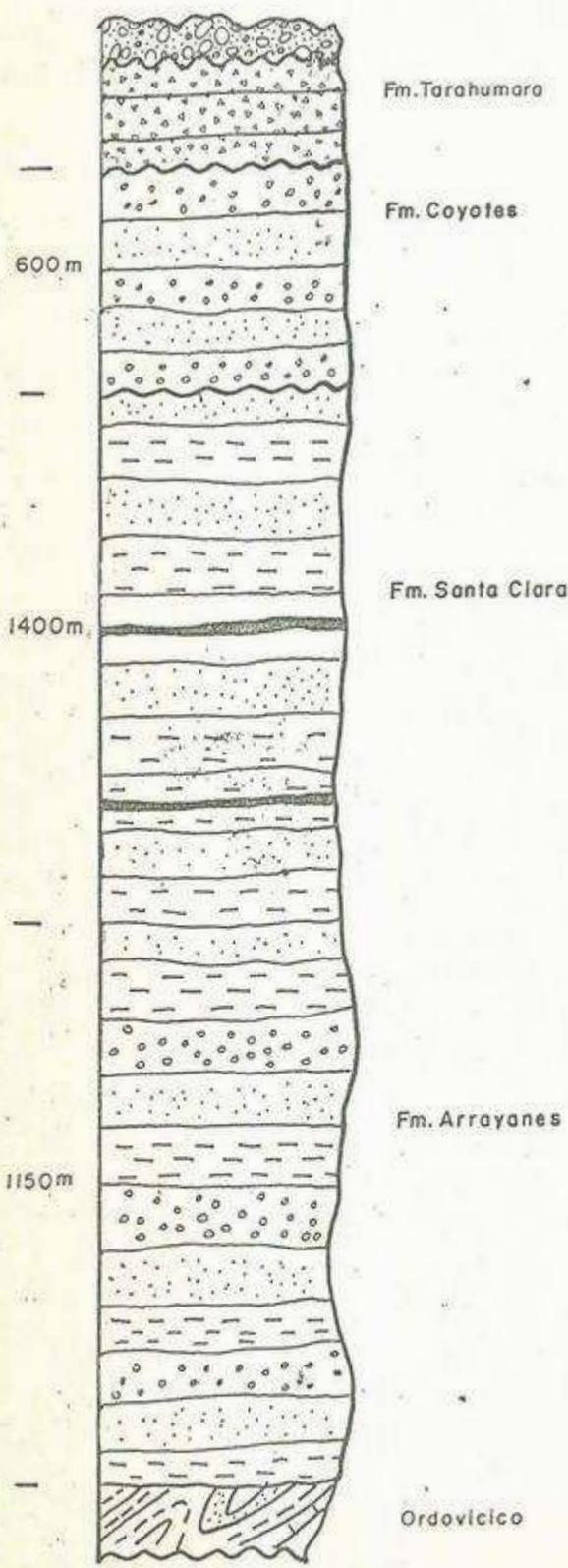
**LITOLOGIA**

-  ALUVION
-  TOBA IGNIMBRITICA
-  VIDRIO VOLCANICO
-  TOBA DACITICA
-  SKARN Y HORNFELS
-  DIORITA
-  MONZONITA
-  LUTITA
-  CUARCITA

**SIMBOLOGIA**

-  DISCORDANCIA

UNIVERSIDAD DE SONORA		
TESIS PROFESIONAL		
COLUMNA ESTRATIGRAFICA AREA LA COLORADA		
DPTO. DE GEOLOGIA	MACARIO MENDOZA ROMERO	ESC. 1:2000 1993



**LEYENDA  
LITOLOGIA**

- ALUVION
- ANDESITAS
- CONGLOMERADOS
- ARENISCAS
- LUTITAS
- CALIZAS

**SIMBOLOGIA**

- DISCORDANCIA
- MANTOS DE CARBON

ESC. Vert. 1:20,000

FIGURA No. 4

UNIVERSIDAD DE SONORA		
TESIS PROFESIONAL		
COLUMNA ESTRATIGRAFICA GRUPO BARRANCA		
DPTO. DE GEOLOGIA	MACARIO MENDOZA ROÑERO	ESC. 1:20000 1993

# CORRELACION ESTRATIGRAFICA

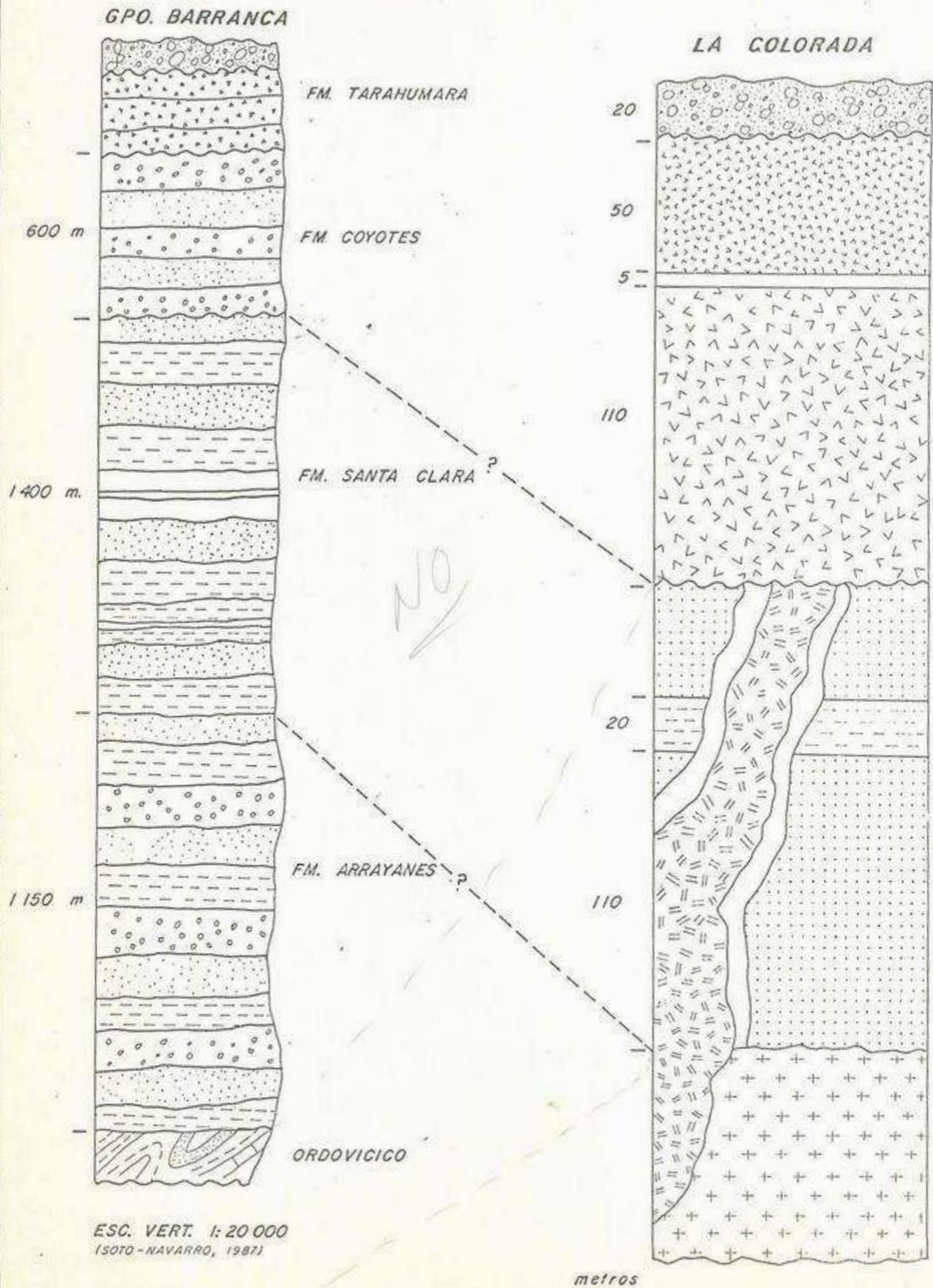


FIGURA No. 5

## V.- GEOLOGIA HISTORICA.

Después de una regresión marina, quedaron expuestos en la superficie afloramientos de areniscas, lutitas y limonitas, pertenecientes al Grupo Barranca, posteriormente ocurre una serie de movimientos ocasionados por fallas de tipo normal, en las cuales se pueden observar tres rumbos predominantes que son:

1.- Fallamiento con rumbo Este-Oeste, al cual se le puede considerar como el más importante, ya que las vetas de mayor contenido mineral se encuentran asociadas a lo largo de estas fallas.

2.- Fallas con orientación Norte-Sur, este tipo de estructuras limitan, tanto por el Este, como por el Oeste del área de estudio la zona de mineralización.

3.- Este tipo de fallamiento con rumbos variables NE-SW, se presentan como el resultado de los anteriores movimientos.

Esta intensa serie de movimientos provoca una zona de debilidad, la cual fué aprovechada por diferentes cuerpos intrusivos, que dió lugar a los fenómenos hidrotermales que formaron criaderos auríferos.

A fines del Cretácico y principios del Terciario se originó una gran actividad ígnea correspondiente a la Orogenia Laramide (Viveros, 1965; Rangin, 1977). Que provocó un cambio en las rocas preexistentes, originando por metamorfismo de contacto rocas metasedimentarias (cuarcitas, hornfels, skarns). Después de estos eventos ocurre un episodio de intenso volcanismo, que depósito concordantemente a las rocas existentes un paquete de rocas volcánicas, tales como tobas dacíticas, ignimbritas y vidrio volcánico, a estas unidades se les atribuye una edad terciaria. (King, 1939)

Cubriendo discordantemente a las anteriores unidades, se encuentran sedimentos de talud no consolidados, derivados estos de

la erosión y también se encuentra material aluvial, formando valles poco extensos, que es donde existe oro de placer.

## VI.- TIPO DE YACIMIENTO.

El yacimiento mineral de La Colorada, Sonora se ha definido como un depósito epitermal por presentar características semejantes a otros de este tipo. La mineralización importante económicamente hablando, se encuentra a lo largo de fallas y fracturas, ya sea en forma diseminada, en vetas o en stockwork. La profundidad de estas vetas va desde la superficie hasta más o menos 400 mts. Los minerales de mena que se encuentran acompañando al oro son: galena, blenda, bornita, calcopirita y los minerales de ganga: calcedonia, cuarzo en forma de drusas y compacto, óxidos de hierro y manganeso, los tipos de alteración observados son: Oxidación, argilización, silicificación y en menor proporción epidotización, cloritización y feldespatización.

Este tipo de yacimiento se puede comparar con la definición dada por Barret, 1985.

A) Definición.- Un depósito epitermal es definido como un yacimiento formado relativamente cerca de la superficie en un sistema hidrotermal de bajas a moderadas presiones y un rango de temperatura alrededor de los 300°C (Barret, 1985), estos pueden ser formados en todo tipo de roca, pertenecientes generalmente al terciario.

El modo de ocurrencia puede ser en forma de vetas ( a lo largo de fallas y fracturas), en stockwork (Vetas delgadas en forma de enrejamiento) y en forma diseminada, esto pasa inmediatamente bajo la superficie a poca profundidad.

La naturaleza de esta ocurrencia es determinada por:

- 1.- La geometría en el sistema de fracturas.
- 2.- La permeabilidad y composición de la roca huésped.
- 3.- La hidrodinámica del sistema fluido.

La variación de alguno de estos factores hace que cada distrito sea único, algunos atributos generales considerados, que son

significativos en este tipo de yacimiento son los siguientes:

a).- Todo distrito importante ocurre asociado a zonas de debilidad estructural con fuertes y persistentes fracturas (falla normal, tipo basin and range, fracturas en anillos de calderas, calderas relacionadas con estructuras de graben fallamiento complejo, áreas dómicas, etc.).

b).- La textura de las vetas siempre incluye cavidades drúsicas, crustificación, estructura combolítica, bandeamiento colloforme y vetas brechadas.

c).- Los patrones de alteración y mineralización tienden a ser sistemáticos entre y alrededor de vetas hidrotermales.

d).- Fallamiento de intramineralización aparece en la mayoría de los depósitos y todo distrito de alto grado muestra evidencia de episodio de mineralización de metales preciosos.

Muchos yacimientos epitermales están cerradamente asociados con placas convergentes limitando relatos en presente y relativamente en régimen recientes de interacción de placas tectónicas. (Giles y Nelson, 1982; Sawkins, 1984).

Estas regiones móviles de la corteza terrestre están caracterizadas por volcanismo reciente, altos flujos de calor y actividad tectónica y por la presencia de activos y recientemente activos campos geotermales, alguno de los cuales están depositando metales preciosos y minerales asociados.

La siguiente tabla muestra las características de depósitos epitermales propuesta por Lindgren, en 1933. Esta con algunas modificaciones de varios autores

Depósito de formación	-----	0 - 1000 mts.
Forma de depósito	-----	vetas delgadas y largas, stockwork, diseminados y reemplazamientos.
Temperatura de formación	--	500 - 300°C
Textura mineral	-----	Rellenando espacios abiertos, crustificación, bandeamiento colloforme, estructura combulítica,

brechamiento.

Elementos minerales ----- Au, Ag (As, Sb)\*, Hg (Te, Tl, U)\*\*,  
(Pb, Zn, Cu)\*.

Alteración ----- Silicificación, argilización,  
sericitización, adularia, propilitización.

Razgos comunes ----- Grano fino, calcedonia, cuarzo  
seudomorfo, calcita, brechamiento.

\*\* Elementos en concentración sub-económica.

\* Elementos presentes de menor valor asociados con metales  
preciosos.

#### B.- Modelo genético.

Las siguientes características nos representan un modelo genético para depósitos epitermales en forma de vetas, stockwork, etc,. Desde hace tiempo se sugirió que este tipo de depósitos se forman en celdas convéctivas de aguas meteóricas (White, 1971), que circulan a profundidades en una pila volcanosedimentaria que al ser calentada disuelve metales, alcalis, cloruros y sulfuros, esta solución de baja solubilidad aprovecha la zona de fracturas y al irse enfriando deposita minerales de mena y de ganga rellenandolas.

1.- Roca encajonante y mineralización de edad Terciario Medio al Tardío.

2.- Extensa alteración propilítica, zeolítica y fuerte silicificación acompañan comúnmente a la mineralización, también a través de algunas vetas se desarrolla sericita y argilización. La litología juega un papel importante en la determinación de las series de alteración solfatárica y avanzada argilización, esta es evidente en las partes superiores del sistema de vetas.

3.- El emplazamiento debe ser a poca profundidad (usualmente menor de 1000 mts.).

4.- Los metales preciosos estan asociados con As, Sb, Hg, Te, Se, Bi y en menor proporción sulfuros metálicos.

5.- Los minerales de ganga comunes en adición con el cuarzo y

adularia son: calcita, barita, pirita y algunos oxidos de fierro y manganeso.

6.- Existe una zona vertical en estos depósitos con Au y As concentrado a baja profundidad y sulfosales de Ag, Se, Be, Te, ocurriendo en las partes profundas de las vetas.

### C.- Tipos de Alteración

A).- **Alteración hidrotermal.**- Este tipo se define como la reacción que tienen las rocas encajonantes que rodean a depósitos de tipo hidrotermal con los fluidos calientes que pasan a través de ellas y con los cuales pueden estar asociadas los minerales de mena, en esta reacción el agua todo el tiempo y el bioxido de carbono en ocasiones, estan presentes en exceso si, las rocas son inestables en presencia de fluidos con alta temperatura, sufrirán cambios físicos y químicos hasta encontrar un nuevo equilibrio para estas condiciones, formandose nuevos grupos de minerales en respuesta a la temperatura, presión y composición de los fluidos de alteración.

B).- **Argilización.**- Este tipo de alteración es una guía importante en el área de estudio, ya que se encuentra en ó alrededor de las minas antiguamente explotadas, (La Gran Central, Las Amarillas, La Verde y El Crestón Colorado), se distingue por la presencia de minerales arcillosos tales como sericita, caolinita, montmorillonita, estos en algunas veces en combinación con el cuarzo.

C).- **Oxidación.**- Los minerales que se encuentran en este tipo de alteración son oxidos de fierro (hematita, limonita, goethita), y manganeso (pirolusita). Se localiza en casi todos los afloramientos del área en estudio, variando únicamente en la intensidad.

D).- **Cloritización.**- Se encuentra pobremente distribuída en la zona estudiada, los minerales comunes que presenta son hornblenda, clorita, biotita, sericita, plagioclasas.

E).- Epidotización.- Este tipo de alteración se encuentra en la parte Este del poblado La Colorada, en rocas intrusivas principalmente, los minerales presentes son : epidota, hornblenda, plagioclasas.

F).- Feldespatización.- Se localiza al igual que la mencionada anteriormente en el mismo tipo de rocas y en la parte Este del área, con la diferencia de que en esta existen mayor cantidad de feldespatos potásicos que plagioclasas.

## VII.-GEOLOGIA ECONOMICA.

a).- **Geoquímica.**- Los programas de exploración geoquímica de rocas han sido de gran utilidad para descubrimientos de yacimientos de oro, ya que se encuentran relacionados con algunos elementos que sirven como trazadores que son: Arsénico, Plata, Mercurio, Antimonio, Bismuto, etc, Que al presentarse ciertas combinaciones con estos minerales se pueden encontrar zonas con anomalías de oro.

Estos trazadores se utilizan para detectar cuerpos mineralizados ocultos, puesto que algunas anomalías son producidas por escape de gases a través de fallas y/o fracturas que se encuentran sobre estos cuerpos, los elementos volátiles que se pueden utilizar son ( S, Hg, He, As, etc., ), en este caso solo se utilizaron el Hg, y As.

Para poder definir una zona donde realizar exploraciones geoquímicas deben de tomarse en cuenta; La litología del terreno, la alteración de las rocas existentes, mineralogía de la roca huésped, el control de las estructuras, el patrón de drenaje, etc. Para obtener una mayor interpretación de las anomalías encontradas, después de realizar los estudios geoquímicas se debe de evitar la contaminación de otros depósitos conocidos.

En el área de estudio se realizó un trabajo de exploración con el método de esquirolas de roca, para su realización se elaboraron algunas secciones geoquímica.( con brújula y cinta ), y se colectaron muestras cada 25 ó 50 metros ( dependiendo de las características topográficas del terreno ).

### b).- Interpretación estadística de datos geoquímicos.

Existen varios métodos para la interpretación de los datos o valores de cada muestra, en donde podemos mencionar el método analítico (aritmético) y a el Log Normal ó también Claude Lepeltier.

El método Log-Normal, es el más usado en la actualidad debido a que puede emplear en la obtención de resultados, la computadora



que puede emplear en la obtención de resultados, la computadora que ahorra bastante tiempo en el cálculo de resultados. A continuación detallaremos los pasos principales usados en el método Log-Normal. Antes de entrar a lo que si es el procedimiento definiremos y explicaremos los siguientes conceptos:

**BACKGROUND:**- Es el contenido normal de un elemento en una roca, suelo, agua, vegetal, etc., estadísticamente se toma como la media acumulativa que corresponde al 50%.

**ANOMALIA:** Es cualquier desviación en el promedio geoquímico de un área, ó sea valores arriba o abajo del contenido normal.

**TRESHOLD:** También se llama umbral y, se define como el límite superior de las muestras de fondo, o sea todas las muestras cuyos valores estén arriba de éste se considerarán anómalas. Se toma por lo general entre el 75% y el 95% dependiendo de la seguridad o confiabilidad que se le quiera dar al método.

La razón de usar % se aclarará más adelante. Debido a que se usan algunas abreviaturas explicaremos el significado de cada una:

- N : Población muestreada.
- M : Mayor valor en ppm y/o ppb.
- m : Menor valor en ppm y/o ppb.
- R : Rango
- Int. Log. : Intervalo Logarítmico.
- B : Background.
- Tg: Treshold Gráfico.
- Tc : Treshold Calculado.
- S : Desviación Standard.
- S` : Desviación Geométrica.
- S" : Desviación Relativa.

Debido a el gran número de datos a analizar, y para darle un enfoque más real al método, los valores de muestra que se disparen desproporcionadamente, o sea muy altos, se suprimirán.

A medida que una población se hace numerosa y homogénea está tenderá a comportarse más normalmente. De esta gran población se extraerá lo más esencial y la única forma útil de hacerlo es por medio de Estadística Descriptiva.

Ahora, se tratará de explicar de una forma más detallada el método: Teniendo ya una población de datos tan grandes y homogénea como sea posible, se procede a detectar la muestra de valor más alto y la de menor valor, para determinar el rango, que es la amplitud en la distribución de los valores  $a$ , esto, es :

$$R = M/m$$

Después se procede a sacar el Intervalo Logaritmico, que es la amplitud de clase expresada logarítmicamente.

Int.Log =  $\text{Log } R/n$  donde  $n$  es el número de intervalos o clase.

En el resultado de este paso, se tratará de que este sea lo más cercano a 0.2, debido a que la dispersión es por lo general amplia cuando son algunos datos, y por consiguiente nos dá un número razonable de clase y una buena definición de la curva.

Una vez obtenidos los límites de clase o intervalo logaritmo, se procede a realizar una tabla con los límites de clase, cuidando nada más de que los límites de clase no vayan a caer en un número entero y que de un dato o muestra quede entre dos intervalos.

Después de que se ha elegido la tabla, se procede a agrupar los datos en cada clase, en donde la suma de ellos tiene que dar el número total de muestras. Luego la frecuencia en que ocurren estos en cada clase, se calculan en porcentajes; ahora teniendo ambas columnas, se plotean las frecuencias contra los límites, construyendo un histograma.

Un histograma de barras nos indican la frecuencia de ppm de cada intervalo. una vez hecho el histograma se dibuja una curva de frecuencia en forma de campana, sin embargo en la práctica esto es difícil, ya que están afectados fuertemente por pequeños cambios en los intervalos de clase; las curvas de frecuencia

ideales son difíciles de dibujar y manejar.

Ahora se procede a obtener las frecuencias acumulativas que resulta de plotear los % acumulativos contra el límite de clase en ppm, dándonos la curva de frecuencia acumulativa que es representada por una o varias rectas ó también puntos, que se ajustan a una sola recta, aquí el trazo queda a criterio del analista, pero el error es poco perceptible. El objeto de construir ésta, es la de determinar gráficamente los parámetros en valor normal (b), coeficiente de desviación (S, S', S'') y el umbral o Treshold (t), a continuación se explicará el significado de cada uno.

b : Indica el valor promedio de los elementos en un ambiente dado y es representado por el 50%.

S . Nos dá el esparcimiento de los valores alrededor de "b", su rango desde el más bajo al más alto.

t : Este es el límite superior de las fluctuaciones de "b", depende de "b y S", los valores superiores y otros iguales se consideran anómalos como inicialmente se dijo.

Para determinar "b" gráficamente se da por la intersección de la línea con la ordenada que representa el 50 %. Se puede observar que alrededor de "b" se encuentran los datos más homogéneos, por lo tanto se tomarán dos parámetros más que son  $b + s$  y  $b - s$  que se proyectarán su intersección de la recta con la ordenada en 16 % y 84 % respectivamente, suponiendo que se trata de una distribución normal, Ya teniendo  $b + s$  se procede a calcular S' que es desviación geométrica, no tiene dimensión y resulta así :

$$S' = b + s / b$$

Después se procede a obtener a S (desviación standard)

$$S = \text{Log } S'$$

Ahora nos toca obtener la desviación relativa que se da en % , también se llama Coeficiente de Variación:

$$S'' = 100 s/b.$$

Una vez obtenido los valores se obtendrá  $t$  ó treshhold calculando que es el límite superior:

$$t = (b) (S')^2$$

Este también se puede obtener directamente de la gráfica tomando en cuenta el resultado que nos la desviación geométrica, el cual se intersecta con la ordenada, de aquí la importancia de calcular la desviación para obtener el umbral ó treshhold gráfico y que es parecido al treshhold calculado obtenido mediante los pasos anteriores. Por lo general el umbral se toma como 2.5 %.

Cuando al construir la curva de frecuencia acumulada una de las rectas nos da un quiebre brusco, es que se debe a que se trata de una población compleja, ó bien de varias poblaciones, ésto es por ejemplo que una unidad litológica existan dos etapas de mineralización ó también que exista un exceso de valores bajos y otros de valores altos.

En cuánto al término desviación es similar al término dispersión, el coeficiente de desviación es un índice de dispersión específico para la distribución de un elemento dado, en un ambiente dado y nos expresa lo homogéneo de esta distribución.

También a la relación que guarda "b" y "s" se dice en geoquímica que la dispersión de un elemento es inversamente proporcional a su abundancia, esto se observa en la formula de desviación relativa.

$S' = 100 s/b$  ; en donde, entre más alto sea el de "b" más bajo es el valor de la desviación ó dispersión relativa.

### VIII.- Conclusiones.

En el área de estudio existen algunos jales y terreros que en tiempos pasados no resultaba económico recuperarlos, pero hoy con el precio actual de los metales y con las técnicas modernas, tal vez resulte bonancible explotarlos, existen también algunas vetas que no han sido explotadas y con un trabajo más detallado de exploración pueda resultar favorable para la explotación.

La siguiente tabla muestra las condiciones aproximadas de los jales y terreros más importantes y de mayor magnitud que se encuentran en el área de estudio, con su tonelaje y su respectiva ley promedio en oro y plata. Esta fué publicada por la Dirección de Minería, Geología y Enérgicos del Gobierno del Estado.

Nombre del jale ó terrero	Tonelaje	Ley en gr/ton	
		Au	Ag
1.- Primavera (t)	293,891	0.41	67.9
2.- Colorada Norte (t)	287,070	0.20	40.0
3.- Fortuna (j)	92,820	0.49	64.0
4.- Colorada Sur (j)	135,140	1.45	105.5
5.- Amarillas (j)	87,006	0.99	84.2
6.- Molinito (j)	69,681	0.59	59.7.

En el año de 1980, el Consejo de Recursos Minerales hizo un calculo de reservas sobre los jales de las minas de La Colorada, obteniendo los siguientes resultados:

Se cubicaron 10 jaleras que arrojan 1'411'603 toneladas positivas y 132,488 toneladas posibles, con ley promedio de 0.80 gr/ton de oro y 81.8 gr/ton de plata.

Existen también en la zona estudiada minas que pudieran ser explotadas, ya que antiguamente no fueron recuperadas en su totalidad por no resultar económicas.

De acuerdo a las condiciones que presentan en la actualidad, la

que mejores condiciones presenta para trabajar es La Mina del Crestón Colorado, por esta razón se realizaron en ella la mayoría de los trabajos. Estos consistieron en la elaboración de planos geológicos a detalle con escalas a 1:1000 y 1:250, así como un plano de alteraciones, también se colectaron muestras para estudios geoquímicos (Anexo No.2), como se puede observar en la tabla, estas muestras en promedio representan valores considerables de oro y plata, por lo que se podría explotar con el método de tajo abierto. por ser el más indicado.

Así como esta mina existen otras que podrían dar buen resultado, si se realizarán trabajos de exploración, un ejemplo sería La Gran Central, Las amarillas, etc.

Además se efectuaron pruebas metalúrgicas, con compósitos representativos de varias de las jaleras, tanto en Comisión de Fomento Minero, como en un laboratorio de Arizona, Estados Unidos, estos resultados fueron los siguientes:

JALERA	R E C U P E R A C I O N			
	C. F. M.		METODO KERLEY, ARIZONA, U.S.A.	
	Au	Ag	Au	Ag
Molinito	35%	23%	75%	81%
Minas Prietas	16%	34%	50%	62%
Primavera	70%	20%	96%	88%
Colorada Sur	72%	53%	87%	84%
Colorada Nte.--	---	---	96%	57%.

## IX.- BIBLIOGRAFIA.

Anderson, T.H. and Silver, L.T., 1978, Jurassic magmatism in Sonora, México (abs): in abs. whit programs. Geological Soc. América, V 10, No.7, pag. 359.

Arellano, A.R.V., 1946, Noticias geológicas del distrito de Altar, Sonora: Soc. Geol. Mex., Tomo XII, No. 53.

Anderson, T.H., Silver, L.T., and Córdova, D.A., 1969, Mesozoic Magmatic Events of the northern Sonora, Coastal región México: Ann. Meet., Geol. Soc. América.

Bateman, Alan M. 1968, Yacimientos Minerales de Rendimiento Económico ( 3ra. ed. ): Barcelona, Ediciones Omega S.A., 975 pag.

Cooper, G.A., And Arellano, A.R.V., 1946, Stratigraphy near Caborca, Northerwest Sonora, México. Am. Asocc. Petrol. Geol. Bull., V.30, p. 606 - 611.

Cooper, G.A., Arellano, A.R.V., and other, 1952, cambrian Stratigraphy and Paleontology near Caborca, Northwest Sonora, México: Smithsonian Misc. Coll., V. 119, 184 p.

Damon, P.E., et al., 1962, Edad del Precámbrico " anterior " y de otras rocas del zócalo de la región de Caborca - Altar de la parte Noroccidental del Estado de Sonora: Bol. Inst. Geol., V. U.N.A.M., No. 64, Parte 2, P. 11 - 44.

Dumble, E.T. 1900 Notes on the Geology of Sonora, México: Am. Inst. Min. Eng. Tr., Vol. 29, p. 122 - 152.

Echavarri, P.A., Saits, S.O. Salas G.A., 1976, Mapa metalogenetico del Estado de Sonora, Depto. de Minas y Geología Uni - Son.

Flores Teodoro, 1929, Reconocimientos Geológicos en la región central del Estado de Sonora., Instituto de Geología, U.N.A.M. Bol. No. 49.

Fries Jr. C., 1962, Reseña de la Geología del Estado de Sonora, con énfasis en el Paleozoico; Asoc. Geol. Petr. Bol.14.

Guzmán, E. A., 1978, Posibilidades petrolíferas del Estado de Sonora (abs): Resúmenes primer simposio sobre la geología y potencial minero del Estado de Sonora, Instituto de Geología, U.N.A.M., p. 71.

Hardy, L. R., 1973, The Geology of an Allochthonous Jurassic Sequence in the sierra de Santa Rosa, Northwest Sonora, México: M.A. thesis, California State Univ. , San Diego.

Imlay, R.W., 1939, Paleographic studios in Northeastern Sonora: Geological Society of América, Bulletin, V. 50, p. 1723 - 1744.

king, R.E., 1939, Geological Reconnaissance in Northern Sierra Madre Occidental of the México: Bulletin of the Geological Society of América.

Lindgren, W., 1933, Mineral Deposits 4th. ed., New York; Mc. Graw-Hill.

Pansze Arthur J., 1981, Applied Geochemistry of epithermal Gold Systems, Golden Colorado.

Pansze A.J., and S. Cruson, 1985, Ore Deposits and Applied Volcanology

Raisz E. 1959, . Landform of México. Cambridge, Mass. Mapa con texto, escala 1 : 3 000 000.

Rangin, Claude, 1974, Reconocimiento Estructural de Sonora Centro - Oriental en relación con los yacimientos de carbón: informe de U.N.A.M.

Rangin Claude, 1977, Tectónicas sobrepuestas en Sonora Septentrional: Bol. Inst. de Geología, U.N.A.M. Vol. 1, No. 1.

Salas G.P., 1975, Carta y Provincias Metalogenéticas de la República Mexicana: Consejo de Recursos MInerales, Publicación 21 E.

Taliaferro, N.L., 1933, An Ocurrence of Upper Cretaceous Sediments in Northern Sonora, México: Jour. Geol., Vol.41, P. 12 -37.

Terán M.G.E., 1982, Estudio Geológico Minero de la porción central de la Sierra de la Colorada con énfasis en la Mina La Mazoneña, Mpio. de La Colorada, Sonora. Tesis Profesional Uni - Son.

De Cserna, G.A., 1961, Estratigrafía del triásico Superior en la parte central del Estado de Sonora, Paleont. Mexicana, inst. Geología U.N.A.M., Part.1 18 p.

White D.E., 1955, Thermal Springs and epithermal ore deposits, Econ. Geol. ( 50 th. Anniv. Vol. ).

## A N E X O I

## ESTUDIO PETROGRAFICO.

## I.- DATOS DE CAMPO

No. de muestra

Colector

Localidad

Edad

Estudio requerido

D-3

Macario Mendoza Romero

La Colorada, Sonora.

Triásico - Jurásico.

Nombre y origen

## II.- DESCRIPCION MEGASCOPICA

Color

Estructura y textura

Mineralogía

Blanco a rojo oxido

Compacta, brechoide

Fragmentos de cuarzo

anguloso, en un

cemento de hematita.

## III.-DESCRIPCION MICROSCOPICA.

Textura

Mineralogía

Brechoide

Fragmentos de cuarzo

angulosos, fracturados

y en partes muy

triturados, cementado

por hematita

hidrotermal.

## IV.- ORIGEN.

Roca formada por

movimientos

estructurales que

brecharon material

original (cuarcita)

Brecha Oligomíctica.

## V.- CLASIFICACION

## 1.- Datos de campo

No. de muestra

B-1

Colector

Macario Mendoza Romero

Edad

Triásico-Jurásico

Estudio requerido

Nombre y origen

## II. DESCRIPCION MEGASCOPICA

Color

Gris Claro

Textura

Compacta, masiva y  
grano fino

Mineralogía

Oxidos de fierro,  
cuarzo en vetillas y  
arcillas

## III. DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura

Grano fino

Mineralogía

Cuarzo, minerales de

arcilla, material carbonoso microcristalino, vetillas de cuarzo hidrotermal, hematita en remplazamiento hidrotermal (vetillas), cristales cúbicos muy finos de pirita.

## IV.-ORIGEN

Sedimentario cercano a  
la costa.

## V.- CLASIFICACION

Lutita.

## I.- DATOS DE CAMPO

No. de muestra

Colector

Localidad

Edad

Estudio requerido

A - 1

Macario Mendoza Romero

La Colorada, Sonora

Terciario

Nombre y origen

## II.-DESCRIPCION MEGASCOPICA

Color

Textura

Mineralogía

biotita, feldespatos, vidrio, cuarzo.

Café rojizo

Tobácea vitrica

Fragmentos de roca,

## III.DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura

Mineralogía

cuarzo, feldespatos, pirita diseminada en proceso de oxidación a hematita, sericita.

Masiva, compacta

Fragmentos líticos,

## IV.-ORIGEN

Igneo extrusivo

## V.- CLASIFICACION

Toba Dacítica.

## I.- DATOS DE CAMPO

No. de muestra

N - 2

Colector

Macario Mendoza Romero

Localidad

La Colorada, Sonora

Edad

Terciario

Estudio requerido

Nombre y origen

## II.-DESCRIPCION MEGASCOPICA

Textura

Tobácea bandeada

Color

Gris rosado

Mineralogía

Cuarzo, plagioclasas,

sericita, fragmentos de roca, oxidos de fierro.

## III.DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura

Tobácea

Mineralogía

Matríz, aciliosa, bandas

de cuarzo feldespatos, formación de clorita, fragmentos  
líticos pequeños

## IV.-ORIGEN

Igneo extrusivo

## V.- CLASIFICACION

Toba ignimbrítica.



I.- DATOS DE CAMPO

No. de muestra

E - 1

Colector

Macario Mendoza Romero

Localidad

La Colorada, Sonora

Estudio requerido

Nombre y origen

II. DESCRIPCION MEGASCOPICA

Color

Gris verdoso

Textura

Granular

Mineralogía

Cuarzo, epidota,

hornblenda, plagioclasas, oxidos de fierro.

III. DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura

Granular

hipidiomórfica

Mineralogía

Plagioclasas,

hornblenda, cuarzo, epidota, hematita.

IV. ORIGEN

Plutónico

V.- CLASIFICACION

Diorita.

## I.- DATOS DE CAMPO.

No. de muestra

F - 1

Colector

Macario Mendoza Romero

Edad

Cretácico

Estudio requerido

Nombre y origen

## II.-DESCRIPCION MEGASCOPICA

Color

Gris rosado

Textura

Granular

Mineralogía

Plagioclasas,

feldespatos, potásicos, oxidos de fierro, clorita

## III.DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura

Granular hipidiómorfica

Mineralogía

Plagioclasas,

feldespatos, biotita, magnetita, muscovita, clorita, sericita.

## IV.-ORIGEN

Plutónico

## V.- CLASIFICACION

Monzonita.

## I.- DATOS DE CAMPO.

No. de muestra

F - 3

Colector

Macario Mendoza Romero

Localidad

La Colorada, Sonora

Estudio requerido

Nombre y origen

## II. ESTUDIO MEGASCOPICO

Color

Gris

Textura

Masiva, compacta

Mineralogía

Granates, oxidos de

fierro, epidota, cuarzo.

## III. ESTUDIO MICROSCOPICO

Textura

Masiva

Mineralogía

Granates, sulfuros de

plomo y zink, oxidos de fierro en vetillas, sericita, cuarzo.

## IV.-ORIGEN

Metamorfismo de contacto

de rocás calcáreas.

## V.- CLASIFICACION

Skarn polimetálico.



## I.- DATOS DE CAMPO

No. de muestra

D -I- A

Colector

Macario Mendoza Romero

Localidad

La Colorada, Sonora

Edad

Triásico - Jurásico

Estudio requerido

Nombre y origen

## II. DESCRIPCION MEGASCOPICA

Color

Blanco sucio

Textura

Masiva, compacta

Mineralogía

Minerales de arcilla en

matríz orgánica, óxidos de hierro en vetillas y diseminados.

## III. DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura

Equigranular, fina

Mineralogía

Silicificación intensa de

grano fino, subredondeado con los intersticios rellenos de material cuarzo-arcilloso, producto de hidrotermalismo posterior, cristales de pirita reemplazados por hematita, así como la presencia de óxidos de hierro en vetillas, leve formación de clorita en vetillas.

## IV. ORIGEN

Material silicificado por

proceso metasomático.

CLASIFICACION

Hornfels.



EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA

BIBLIOTECA  
DE CIENCIAS EXACTAS  
Y NATURALES

49

A N E X O    I I

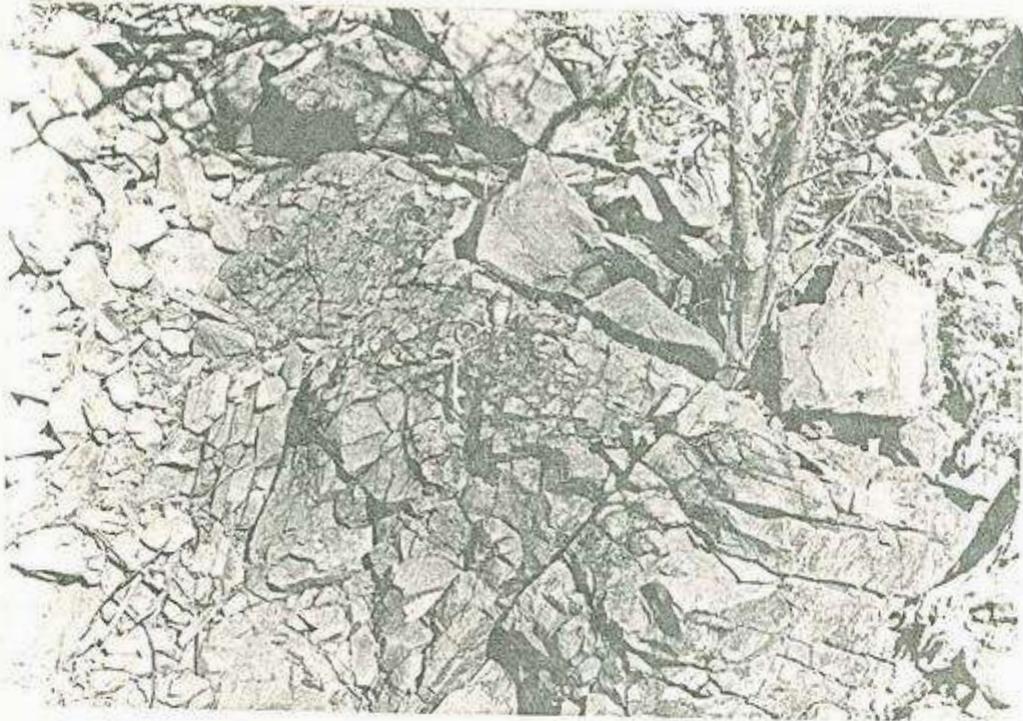


Foto No. 1 Cuarcita con textura brechoide, afloramiento localizado al SE del área de estudio.



Foto No. 2 Cuarcita con textura compacta, masiva, presenta fracturas rellenas por oxidos de fierro y manganeso

RIS. T358



EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA



Foto No. 3 Lutitas, presentan bastante oxidación, se encuentran en contacto con cuarcitas al SE del poblado La Colorada.



Foto No. 4 Hornfels, presenta fracturamiento en todas direcciones y una intensa alteración argílica y clorítica.

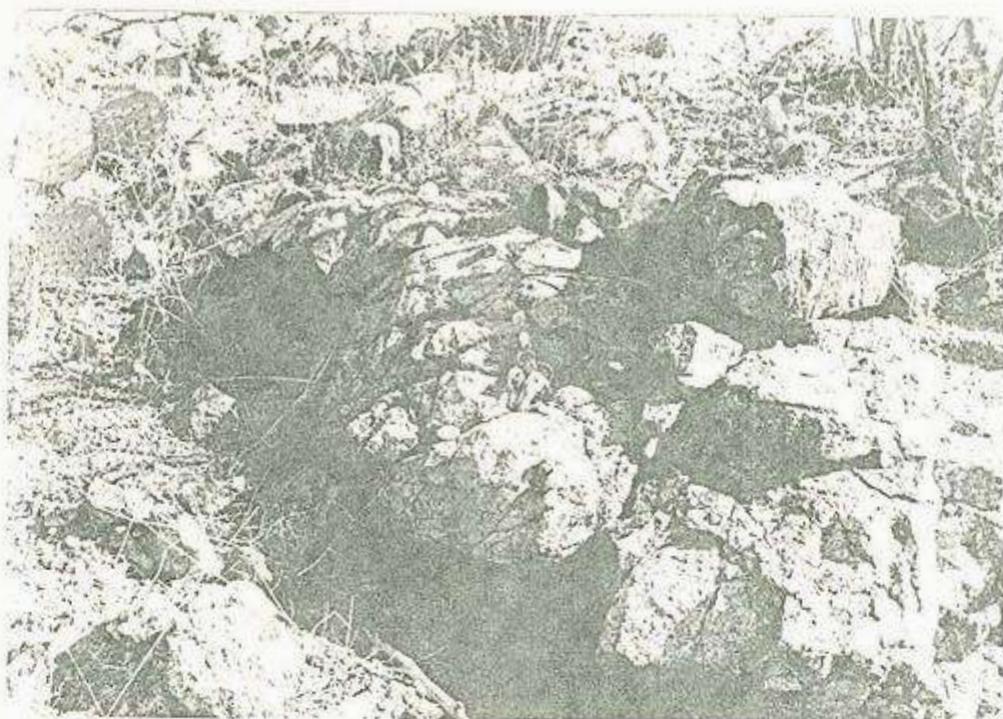


Foto No.5 Monzonita, Roca ígnea intrusiva con textura granular, aflora al N y al NE del área de estudio.



Foto No. 6 Diorita, roca ígnea intrusiva color gris verdoso, se considera que fué la responsable de la mineralización en la zona estudiada.





Foto No.7 Dacita, roca de edad terciaria, se encuentra distribuida al Oeste y Noroeste del área de estudio, en contacto por cuarcitas y monzonitas respectivamente.



Foto No. 8 Ignimbrita, roca volcánica color rosado, textura fluidal, bandas cuarzo-feldespáticas, sobreyaciendo a la unidad de tobas dacíticas.



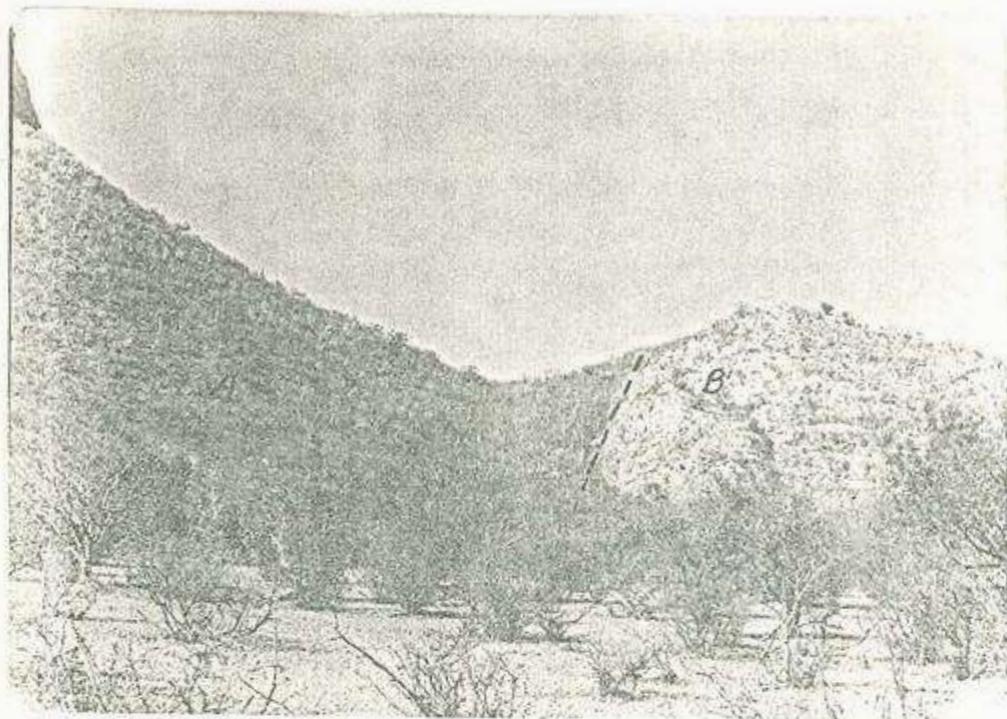


Foto No.9 A.- Rocas volcánicas

B.- Rocas metasedimentarias (cuarcitas). contacto por falla, Notesé el cambio de vegetación entre las unidades A y B.

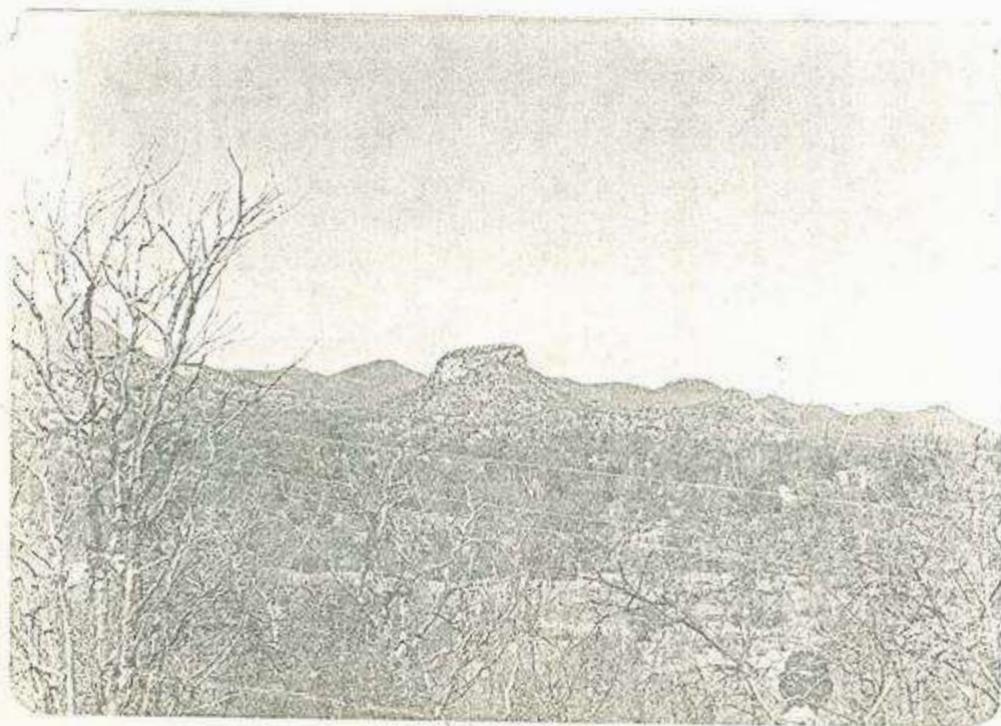


Foto No. 10 Cerro sombrero, situado al SE del poblado La Colorada.



Foto No. 11 Cerro Rey de Oro, situado al Oeste del poblado La Colorada.



Foto No. 12 Vista panorámica del área denominada Valle de la colorada

## A N E X O III

Interpretación estadística de datos geoquímicos utilizando el método Log- Normal.

$$N = 78$$

$$R = 700/10 = 70, \log 70 = 1.845$$

$$si \ n = 18$$

$$intlog = \log R/n = 1.845/18 = 0.1025$$

$$S' = b + s/b = 450/210 = 2.14$$

$$S = \log S' = \log 2.14 = 0.330$$

$$S'' = 100 \ s/b = 0.1571$$

$$Tc = b \cdot S' = 210 (214) = 961.71$$

EL SABER ES MI FUERZA  
 HAY MI GRANDEZA  
 ESCUELA DE INGENIERIA  
 Depto. Geología  
 BIBLIOTECA



PROYECTO  
GEOQUIMICA

AREA La Colorada  
UNIDAD AU

CUADRO RESUMEN DE PARAMETROS

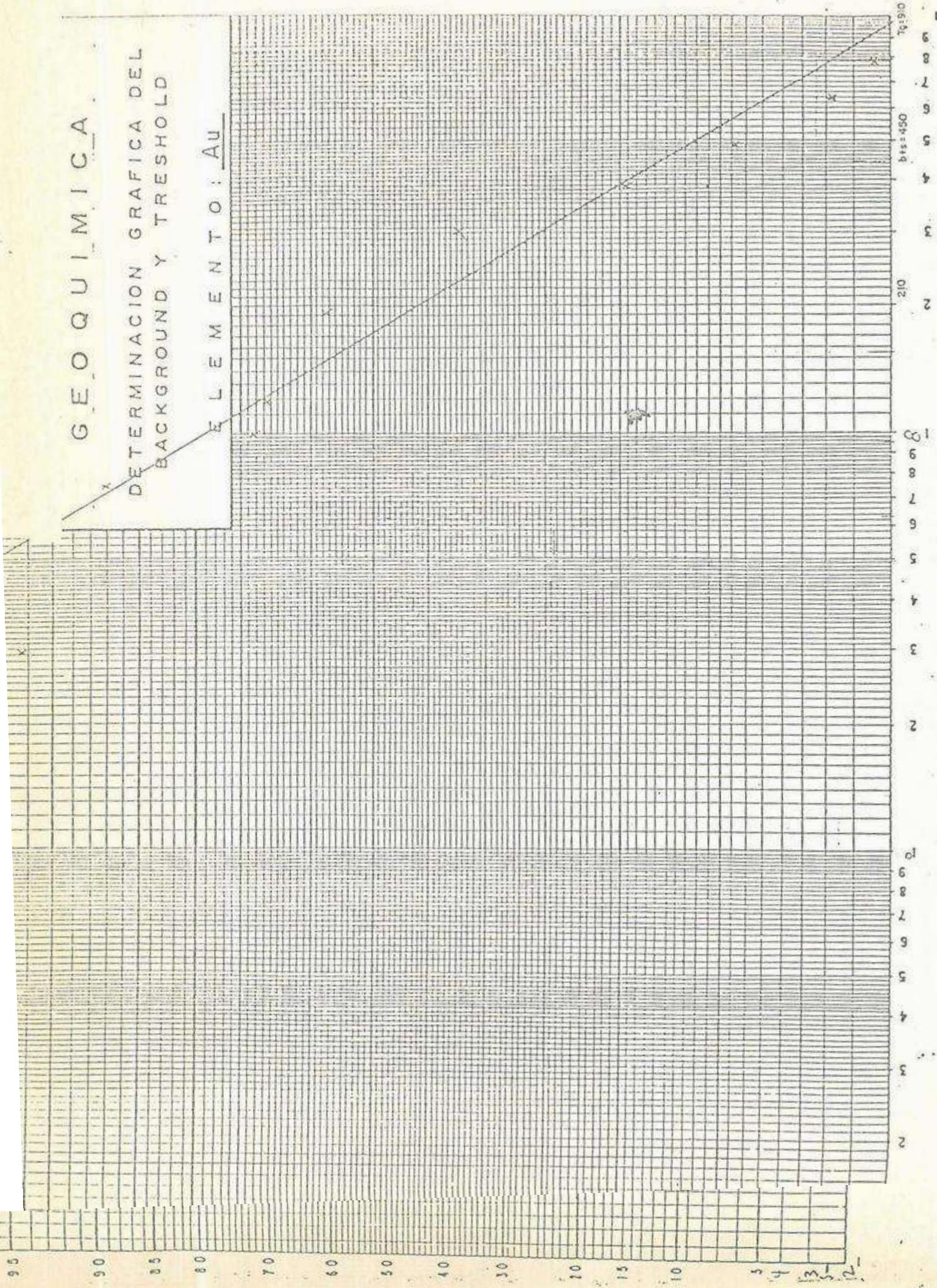
	N	M	m	R	int. log	b	tq	tc	s	s'	s''
Au	78		700								
Ag		10		70	0.1025	210	910	961.7	0.33	2.14	0.1571
As											
Hg											
Ba											
F											
Te											
Sb											



# GEOQUIMICA

DETERMINACION GRAFICA DEL  
BACKGROUND Y TRESHOLD

ELEMENTO: Au



10  
9  
8  
7  
6  
5  
4  
3  
2  
10  
9  
8  
7  
6  
5  
4  
3  
2  
1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10



EL SABER DE NUESTROS  
 DIAS. MI GRAN OZEA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 DEPTO. GEOLOGIA  
 BIBLIOTECA

PROYECTO  
 GEOQUIMICA

AREA La Colorada  
 UNIDAD AS

CUADRO RESUMEN DE PARAMETROS

	N	M	m	R	int log b	iq	tc	s <sup>-</sup>	s <sup>1</sup>	s <sup>2</sup>
A										
AU										
AG										
HS	65	1800	110	16.36	1.21	720	2400	2604	0.27	1.902
BQ										0.038
Fa										
T <sub>1</sub>										
SP										
Σ										



GEOQUIMICA PROYECTO TABLAS DE LIMITES DE CLASE GEOLOGO			MACARIO MENDOZA ROMERO			AREA: LA COLORADA UNIDAD LITOLOGICA: VALORES DE: AS		
Limite de clase(log)	limite de clase(p.p.m.)	No. de Muestras	%	% Acumulado				
2.041-2.1274	110-134.21	1-1	3.07	99.94				
2.3-2.3869	199.75-243.72	1-2	1.538	96.87				
2.3869-2.4733	243.72-297.37	2-2	1.538	95.34				
2.4733-2.5597	297.37-362.82	1-3	4.615	93.81				
2.5597-2.6461	362.82-442.69	6-15	12.3	89.2				
2.6461-2.7325	442.69-540.13	16-31	24.61	76.9				
2.7325-2.8189	540.13-659.02	9-40	13.84	52.29				
2.8189-2.9053	659.02-804.08	6-46	9.23	38.45				
2.9053-2.9917	804.08-981.07	4-50	6.153	29.22				
2.9917-3.0781	981.07-1197.01	6-56	9.23	23.07				
3.0781-3.1645	1197.01-1460.49	4-60	6.153	13.84				
3.1645-3.2509	1460.49-1781.96	5-65	7.692	7.692				

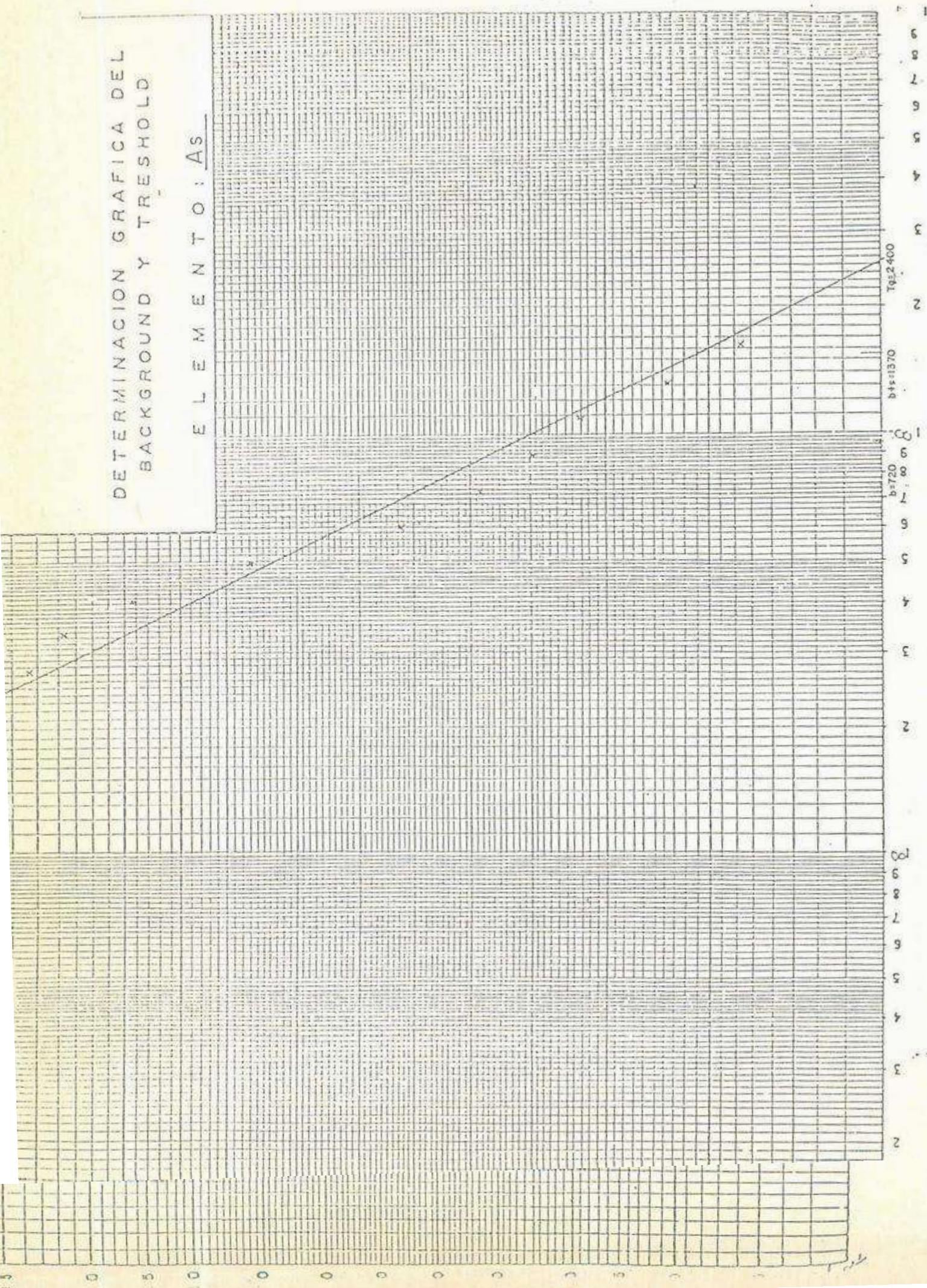
HISTOGRAMA Y CURVA DE  
DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS

E L E M E N T O : As



DETERMINACION GRAFICA DEL  
BACKGROUND Y TRESHOLD

E L E M E N T O : As



Tq=2400

bfs=1370

b=720

100

200

300

400

500



$$N = 81$$

$$R = 32.7 / 1.7 = 19.23$$

$$\log R = 1.28$$

$$si\ n = 12$$

$$intlog = \log R / n = 1.28 / 12 = .1070$$

$$b + s = 14$$

$$S' = A / 0 = b + s / b = 14 / 6.8 = 2.05 \text{ (desv. geom.)}$$

$$S = \log S' = \log 2.5 = 0.31 \text{ ( desv. standard)}$$

$$S'' = 100\ s / b = 100 ( 0.31 / 6.8 ) = 4.61$$

$$Tc = b \cdot s' = 28.57$$

$$6.8 (2.05) = 28.57$$



PROYECTO  
GEOQUIMICA



EL SABER DE NOS MIBOS  
MANO - MI GRANDEZA  
Instituto de Ingenieros  
Dep. Geología  
Buenos Aires

ÁREA La Colorada  
UNIDAD Ág

CUADRO RESUMEN DE PARAMETROS

	N	M	m	R	int. log	b	lg	tc	s	sñ	s"
Au											
Ag	81	32.7	1.7	19.23	0.107	6.8	27	28.57	0.31	2.05	4.61
As											
Hg											
Ba											
F											
Te											
Sb											

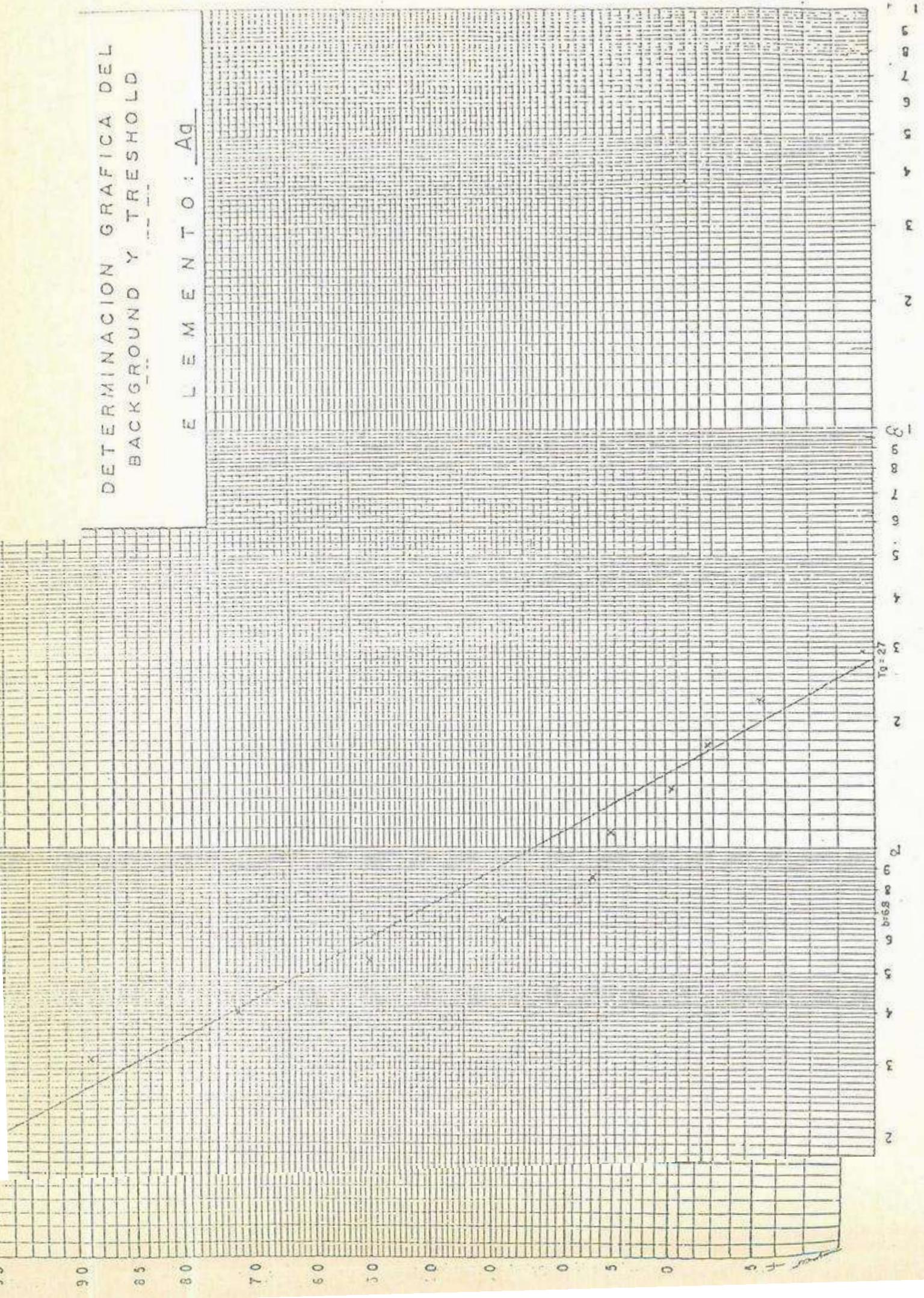
EL SABER DE MIS NIÑOS  
HAY MI GRANDEZ  
Facultad de Ingeniería  
Dep. Geología  
BIBLIOTECA



GEOQUIMICA PROYECTO		MACARIO MENDOZA ROMERO		LA COLORADA	
TABLAS DE LIMITES DE CLASE				UNIDAD LITOLOGICA:	
GEOLOGO				VALORES DE: Ág	
Limite de clase(log)	limite de clase(p.p.m.)	No. de Muestras	%	% Acumulado	
0.2304-0.3374	1.7-2.174	3-3	3.7	99.93	
0.3374-0.4444	2.17-2.78	4-7	4.93	96.23	
0.4444-0.5514	2.78-3.55	11-18	13.58	91.3	
0.5514-0.6584	3.55-4.55	17-35	20.98	77.72	
0.6584-0.7654	4.55-5.82	19-54	23.45	56.74	
0.7654-0.8724	5.82-7.45	10-64	12.34	33.29	
0.8724-0.9794	7.45-9.53	2-66	2.46	20.95	
0.9794-1.0864	9.53-12.2	5-71	6.17	18.49	
1.0864-1.1934	12.2-15.61	2-73	2.46	12.32	
1.1934-1.3004	15.61-19.97	3-76	3.7	9.86	
1.3004-1.4074	19.97-25.55	3-79	3.7	6.16	
1.4074-1.5146	25.553-32.69	2-81	2.46	2.46	

DETERMINACION GRAFICA DEL  
BACKGROUND Y TRESHOLD

E L E M E N T O : Aq

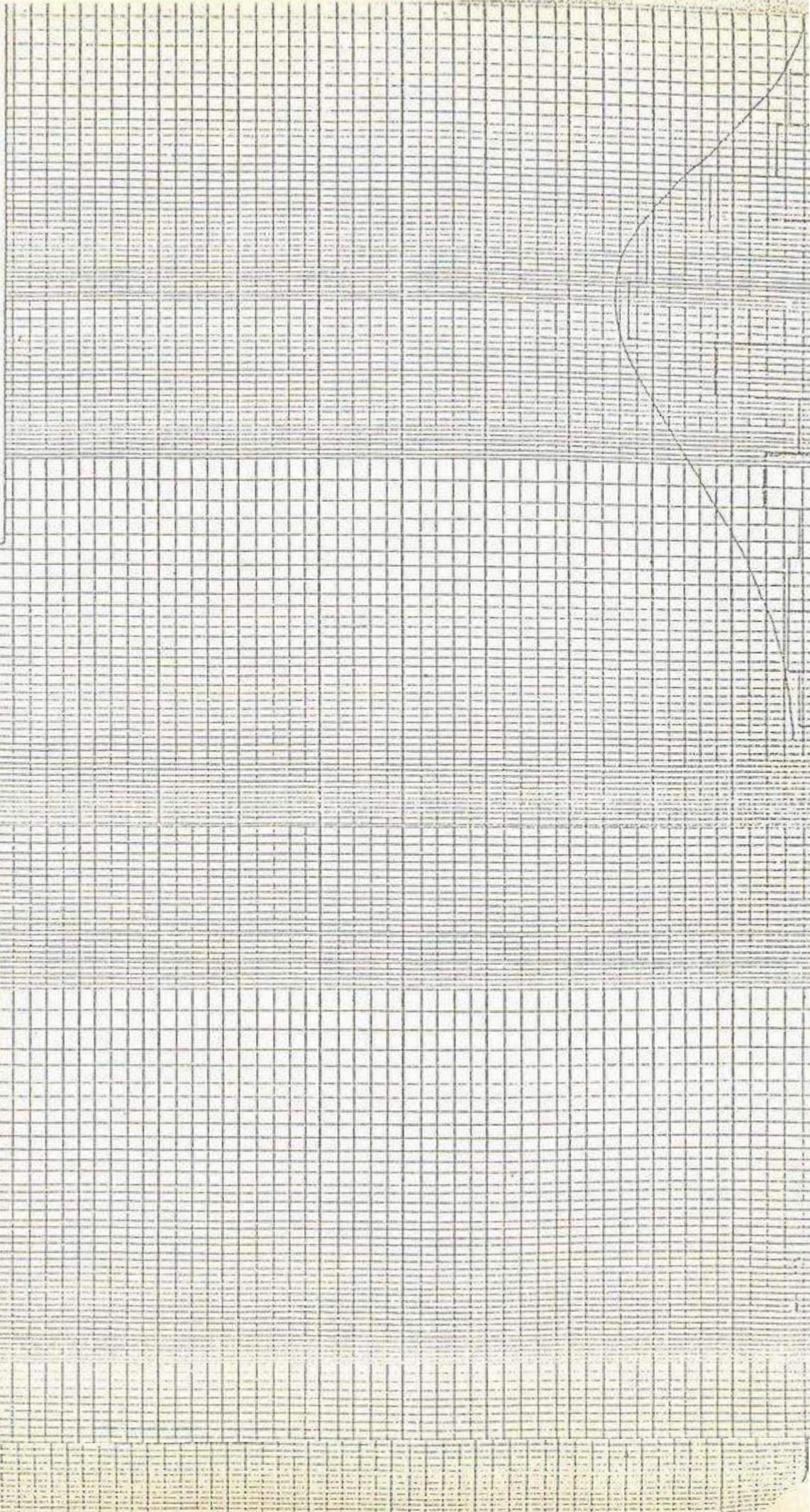


# GEOQUIMICA

HISTOGRAMA Y CURVA DE  
DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS

E L E M E N T O : Ag

% 100 90 80 70 60 50 40 30 20 10



$$N = 71$$

$$R = 55.5 / 4.3 \quad R = 12.90$$

$$\log R = 1.110$$

$$s_i n = 18$$

$$\text{intlog} = 1.110 / 18 = 0.0616$$

$$b + s = 32$$

$$S = \log S' = \log 1.7 = .230 \text{ ( desv. standard )}.$$

$$S' = b + s / b = 32 / 18 = 1.7 \text{ ( desv. geom. )}.$$

$$S'' = 100 s / b = 100 (.230 / 18) = 1.280$$

$$Tc. = 52.02$$

BIBLIOTECA  
Depdo. Geologia  
Escuela de Ingenieros  
MAR. MI GRANDEZA  
EL SAVER M. N. S. HIJOS





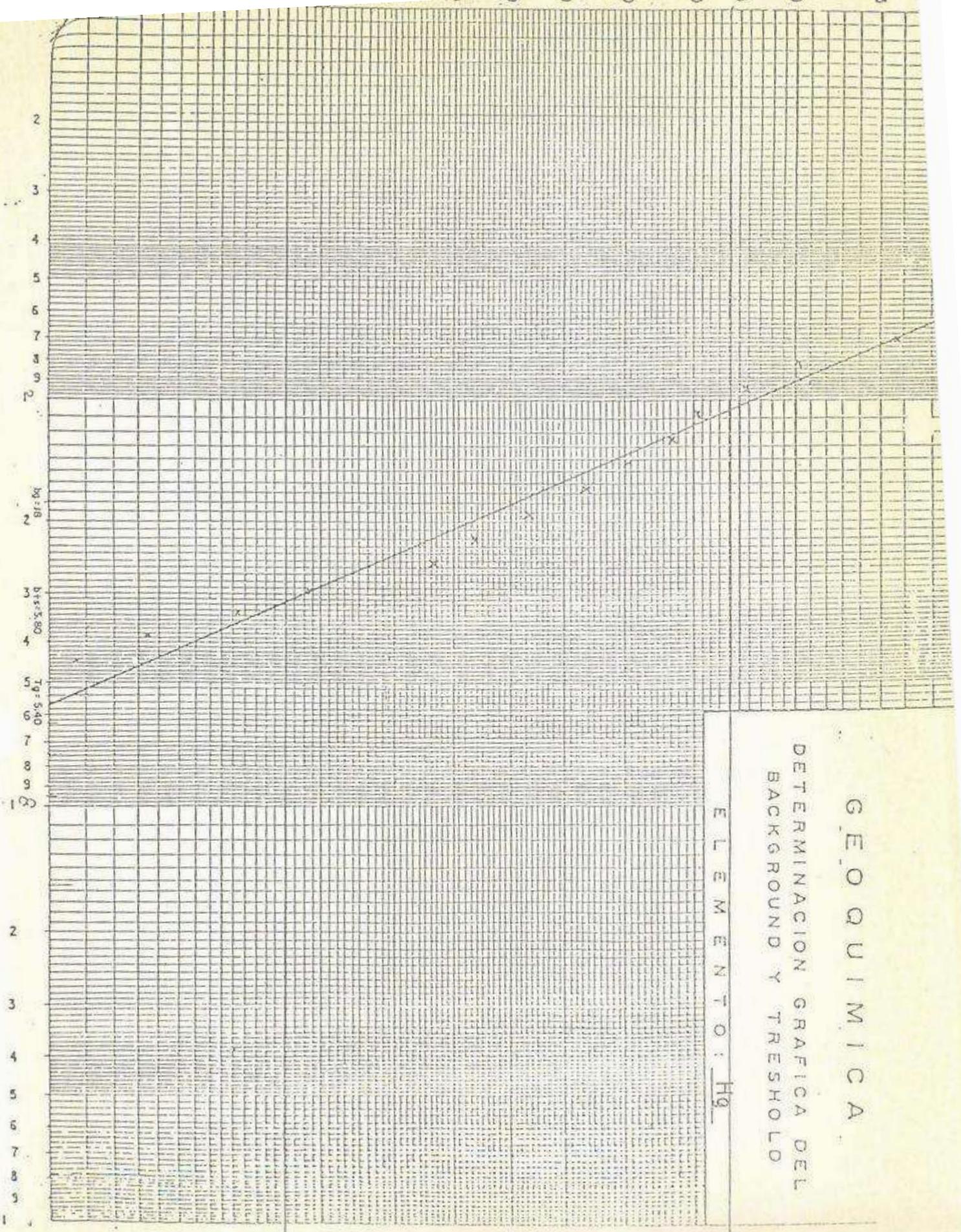


EL SABER DE MIS NIÑOS  
HAZ MI GRANDEZ  
Necesita de Ingeniero  
Depto. Geología  
BIBLIOTECA

GEOQUIMICA PROYECTO TABLAS DE LIMITES DE CLASE GEOLOGO			MACARIO MENDOZA ROMERO		AREA: UNIDAD LITOLÓGICA: VALORES DE:	LA COLORADA Hg
Limite de clase(log)	Limite de clase(p.p.m.)	No. de Muestras	%	% Acumulado		
0.6334-0.695	4.3-4.95	1-1	1.4	101.31		
0.695-0.7566	4.95-5.7	0-1				
0.7566-0.8182	5.7-6.57	3-4	4.22	99.91		
0.8182-0.879	6.57-7.56	4-8	5.63	95.69		
0.879-0.9414	7.56-8.73	3-11	4.22	90.06		
0.9414-1.003	8.73-10.06	4-15	2.81	85.84		
1.003-1.0646	10.06-11.61	2-17	7.04	80.21		
1.0646-1.1262	11.61-13.37	5-22	9.85	77.4		
1.1262-1.1878	13.37-15.4	5-27	9.85	70.36		
1.1878-1.2494	15.4-17.75	7-34	7.04	63.32		
1.2494-1.311	17.75-20.46	7-41	18.3	53.47		
1.311-1.3726	20.46-23.58	5-46	7.04	43.62		

GEOQUIMICA  
DETERMINACION GRAFICA DEL  
BACKGROUND Y TRESHOLD

ELEMENTO: Hg



GEOQUIMICA

HISTOGRAMA Y CURVA DE  
DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS

E L E M E N T O : Hg

