

SISTEMA DE BIBLIOTECAS  
Instituto de Investigación de Zonas  
Desérticas. UASLP.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

---

---

ESCUELA DE INGENIERIA



ESTUDIO GEOLOGICO-GEOQUIMICO DE LA SIERRA LA  
ENCANTADA, EN EL ESTADO DE COAHUILA

TRABAJO RECEPCIONAL

QUE PARA OBTENER  
EL TITULO DE  
INGENIERO GEOLOGO  
P R E S E N T A  
HECTOR HUGO OLIVO DEL RIO

A LA MEMORIA DE MI PADRE  
SR. ALBINO OLIVO SAUCEDO  
(q. e. p. d.)

A MIS HERMANOS:

ANA MARIA  
GLORIA LETICIA  
IRMA LILIA  
LUZ MARIA  
ELVIA TERESA  
ANGEL BALDEMAR  
JESUS ALBINO  
JUAN ARNOLDO

A MI MADRE:

SRA. MARIA DEL RIO VDA. DE OLIVO

*A MIS MAESTROS Y ESCUELA*

*A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS*

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

Agradesco a los directivos del Consejo de Recursos Minerales, las facilidades brindadas -- para la elaboración del presente trabajo.

De manera particular al Dr. José Luis Lee Jefe del Departamento de Geoquímica de esta Institución.

En forma muy especial mi Agradecimiento -- al Ing. Luis García Gutierrez, por la dirección y asesoramiento en la elaboración de este trabajo.

A todos y cada uno de aquellos que colaboraron en una u otra forma para la terminación -- del presente trabajo.



DIRECCION

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

## ESCUELA DE INGENIERIA

Av. de los Portos

SAN LUIS POTOSI, S. L. P. MEXICO

Octubre 8 de 1975.

Al Pasante Sr. Héctor Hugo Olivo del Río,  
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 Exámen -- Profesional de Ingeniero Geólogo, al Sr. Ing. Luis García-Gutiérrez. Así mismo el Tema propuesto para el mismo es:

"ESTUDIO GEOLOGICO-GEOQUIMICO DE LA SIERRA LA ENCANTADA, - EN EL ESTADO DE COAHUILA".

TEMA:

- I.- INTRODUCCION.
- II.- GEOGRAFIA.
- III.- GEOLOGIA.
- IV.- GEOQUIMICA.
- V.- YACIMIENTOS MINERALES.
- VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.
- VII.- BIBLIOGRAFIA.

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

A t e n t a m e n t e.

" MODOS ET CUNCTARUM RERUM MENSURAS AUDEBO "

EL DIRECTOR DE LA ESCUELA.

  
ING. MAXIMINO TORRES SILVA.

## CONTENIDO

	PAGS.
I.- INTRODUCCION.....	1
1.1.- Objeto del trabajo .....	1
1.2.- Estudios Previos .....	1
1.3.- Método de Trabajo - .....	2
II.- GEOGRAFIA.....	4
11.1.- Localización y Extensión del Área	4
11.2.- Acceso y Vías de Comunicación,...	4
11.3.- Clima.....	5
11.4.- Vegetación.....	5
11.5.- Economía.....	6
11.6.- Fisiografía.....	7
III.- GEOLOGIA.....	9
111.1.- Estratigrafía.....	9
111.2.- Geología Estructural.....	18
111.3.- Geología Histórica .....	20
IV.- GEOQUIMICA .....	22
IV.1.- General.....	22
IV.2.- Detalle.....	28
V.- YACIMIENTOS MINERALES.....	31
VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	37
VII.- BIBLIOGRAFIA.....	38

LISTA DE PLANOS ..... PAGES.

Fig.	No. 1	Plano de Localización .....4y5
Fig.	No. 2	Plano Geológico - Geoquímico de semidetalle, Anomalías de conjunto.....Anexo
Fig.	No. 3	Plano Geológico - Geoquímico de detalle, Area Buenavista- Anomalías de Conjunto.....Anexo
Fig.	No. 4	Sección A-B de la Sierra la- Encantada.....Anexo
Fig.	No. 5	Provincias Fisiograficas .....7 y 8
Tabla	No. 1	Cóncunto de Anomalías .....28 y 29
Tabla	No. 2	Columna Estratigráfica de la Región.....17 y 18

## 1.- INTRODUCCION.

### 1.1.- Objeto del trabajo.

El presente trabajo forma parte de los estudios de exploración que realiza el Consejo de Recursos Naturales No Renovables, por medio de su Departamento de Geoquímica, con el fin de descubrir nuevos yacimientos minerales en el norte del Estado de Coahuila.

### 1.2.- Estudios Previos.

El área estudiada está incluida en los siguientes trabajos:

"Exploración geoquímica regional del norte del estado de Coahuila", por el Dr. José Luis Lee Moreno e Ing. Rolando Sarmiento Bravo. - C.R.N.N.R. Febrero de 1973, inédito.

"Lower Cretaceous Stratigraphy Northern Coahuila, México", por el Dr. Charles Isaac Smith, en 1970, para "Bureau of Economic Geology of University of Texas", publicado en el Reporte de Investigación No. 65; en este trabajo, el Dr. Smith hace la recopilación de trabajos realizados en el norte de Coahuila, con carácter estratigráfico.

"Estudio Geológico del norte de Coahuila Prospecto la Encantada", informe que presentó el Ing. Sergio Leyva Uribe en enero de 1970 para Petróleos Mexicanos, con el No. NE-M1128, en el cual se analizan las posibilidades petroleras de esta área, resultando éstas negativas.

"Estratigraphic, Tectonic and Potential Economic Oil of Serie Coahuila, in northeast of México", estudio que hizo el Ing. Santiago - Charleston A., en 1973, para obtener el grado de Dr. en Filosofía, en la Universidad de Michigan; como el título lo indica, llegó a conclusiones estratigráficas y tectónicas y, basándose en éstas, llegó a conclusiones petroleras, estableciendo condiciones para las futuras exploraciones petroleras en el estado de Coahuila.

### 1.3.- Método de Trabajo.

Para el estudio geológico - geoquímico en semidetalle del área, se hizo lo siguiente:

Todos los trabajos se realizaron con base en fotografías aéreas, en escala 1:50,000, de la Secretaría de la Defensa Nacional.

Fotointerpretación.- La fotointerpretación se llevó a cabo a partir de las fotografías antes mencionadas, que fueron interpretadas por medio de estereoscopio de espejos y estereoscopio de bolsillo. Los datos fotogeológicos sirvieron de base para la elaboración del plano fotogeológico.

Trabajo de Campo.- El área estudiada fué trabajada por vías terrestre y aérea; por esta última se utilizó un helicóptero Bell, de tres plazas. La verificación de la fotointerpretación y el reconocimiento geoquímico fueron realizados simultáneamente. Se hicieron por medio de caminamientos a lo largo de los arroyos, tomando muestras de sedimento fino, haciendo levantamiento geológico y verificación, así como colectando muestras de las diferentes unida -

des litológicas para análisis petrográficos.

Las muestras para los diferentes análisis se enviaron a los laboratorios del C.R.N.W.R.

Con base en los resultados obtenidos del estudio antes mencionado, se hizo el estudio geológico - geoquímico de detalle de muestreo de sedimento de arroyo en el área de Buenavista.

Trabajo de Gabinete.- La etapa final consistió en la interpretación de los resultados de laboratorio y la preparación de planos geoquímicos.

## II.- GEOGRAFIA.

### II.1.- Localización y extensión del área (Fig.1)

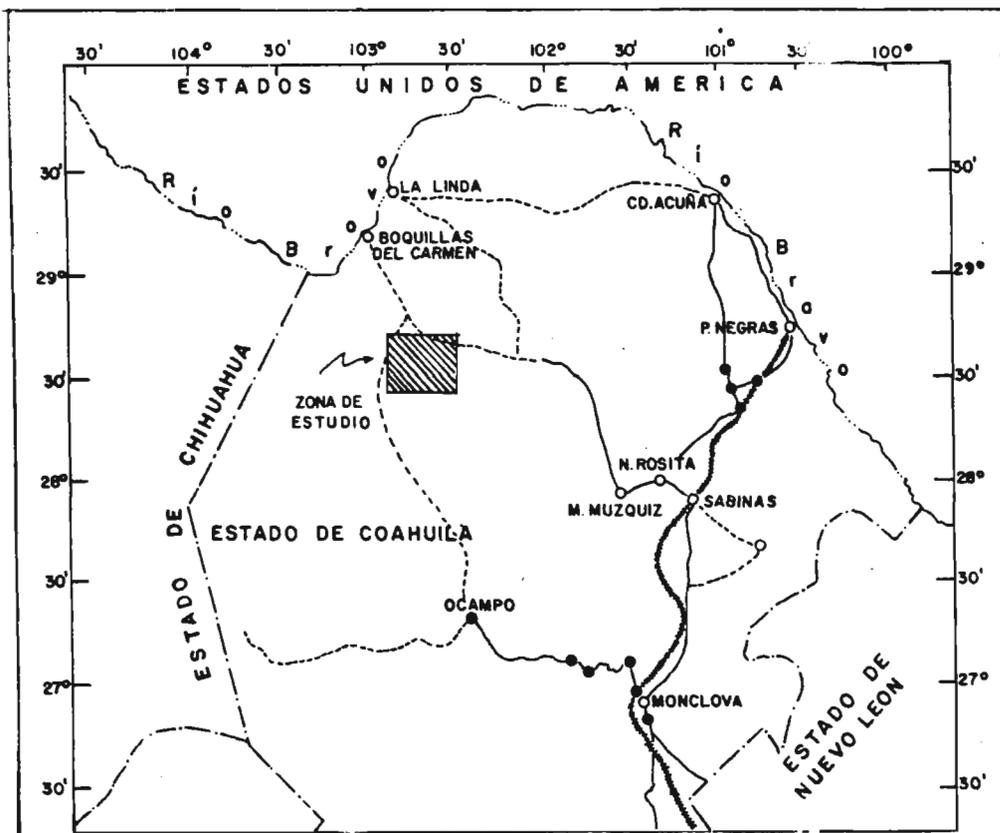
El área en estudio se encuentra en la porción norte central del estado de Coahuila, en el municipio de Ocampo; esta limitada por los paralelos  $28^{\circ}41'$  y  $29^{\circ}17'$  de latitud norte y los meridianos  $102^{\circ}23'$  y  $102^{\circ}42'$  de longitud oeste; cubre la superficie aproximada de  $1,630 \text{ km}^2$ .

### II.2.- Acceso y Vías de Comunicación.

Se comunica la zona en estudio con el resto del país por una carretera estatal que une Boquillas del Carmen, en la frontera de Estados Unidos, con Melchor Múzquiz; ésta a su vez, se une con Nueva Rosita por la carretera 22 y Nueva Rosita con el país por la carretera 57, México-Piedras Negras.

La carretera estatal, citada anteriormente, se encuentra pavimentada aproximadamente hasta el km 160, frente al rancho -- "El Melón"; a partir de aquí es terracería de primer orden, transitable en toda época del año; esta carretera atraviesa el área de este a oeste en la parte norte. Esta terracería se une a la altura del ejido de San Miguel, con otra que comunica la parte occidental del área, la cual sale de Ocampo, Coah., al sur del área; esta terracería es también de primer orden y transitable en toda época del año; atraviesa el área de norte a sur, en la parte oeste.

La carretera Boquillas del Carmen-Melchor Múzquiz se bifurca a la altura del Cerro del Ombligo, para unir a las minas -



- ----- CIUDAD
- ----- POBLADO
- ----- CARRETERA PAVIMENTADA
- - - - - CAMINO DE TERRACERIA
- +—+— FERROCARRIL



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI	
G E O L O G I A	ESCUELA DE INGENIERIA
	TRABAJO RECEPCIONAL
	PLANO DE LOCALIZACION
	HECTOR HUGO OLIVO DEL RIO
PLANO No. 1 1 9 7 5	

San Francisco y La Prieta, por medio de terracería de primer orden, transitable en toda época del año; esta terracería se sitúa en el Valle de Vasca y corre de norte a sur.

En la cuesta de Malena, la carretera estatal tiene la unión de una terracería de segundo orden, transitable en toda época, -- que comunica las minas de fluorita, situadas en la parte alta de la sierra "La Encantada".

Existen en el área pistas de aterrizaje, que permiten la comunicación aérea con Melchor Múzquiz.

Melchor Múzquiz es la ciudad más cercana al área, que cuenta con servicio postal y telegráfico regular; en esta misma ciudad se encuentra la vía férrea más cercana, que es un ramal del FF.CC. México-Piedras Negras.

La ciudad de Monterrey, N. L., es la que cuenta con comunicación aérea regular, más cercana al área en estudio.

### II.3.- Clima.

Según la clasificación climática de Köppen, el clima de esta región es de tipo seco, desértico; la época de lluvias generalmente ocurre entre los meses de junio a octubre. La precipitación pluvial media es de 221 mm anuales; la temperatura media anual es de 19°C, con promedios mensuales que varían de 6°C en enero -- hasta 36°C en julio.

### II.4.- Vegetación.

La vegetación correspondiente a esta área es de tipo de la

estepa: Herbáceas y xerófilas (Tamayo J. L.), pero, sin embargo, - la topografía elevada de la Sierra La Encantada, permite la existencia de algunos bosques de coníferas en la parte alta.

En la sierra La Encantada, particularmente, la vegetación juega papel importante, ya que señala en la mayoría de los casos - las trasas de las fracturas y lo mismo ocurre en los estratos aflorantes de las diversas rocas.

A continuación se presenta la relación de la vegetación exigente en la zona:

Gobernadora (Larrea divaricata), lechuguilla (Agave Lechuguilla), mezquite (Prosopis Juliflora), nopal (Opuntia ficusindica), uña de gato (Acacia Greggii), candelilla (Euphorbia Antiphyllitica), peyote (Lophobosoma Williamsii), palma (Yuca), cedro (Juniperus fasciculata), encino (Quercus Graciliformis).

#### II.5.- Economía.

La base de la economía de la región es la ganadería y la minería, así como la explotación de la candelilla.

La agricultura no se practica en esta zona del país, ya que los suelos son cuidados únicamente para la ganadería y la mentalidad del poblador es la de ganadero o minero.

De la actividad ganadera de esta zona del país, éste no recibe ninguna utilidad directa, pues el ganado engordado con pastos mexicanos y cuidado con peones nacionales, es vendido en los mercados texanos.

Agregado a ésto, el mineral de fluorita explotado en la Sierra La Encantada, por Fluorita de México, es vendido en su 99% al mercado estadounidense; y no sería de extranar que la Sociedad Anónima de Fluorita de México, estuviera compuesta por accionistas -- americanos.

#### II.6.- Fisiografía.

Fisiográficamente, el área se encuentra localizada en la provincia de la Sierra Madre Oriental; en su porción norte (Raiz-1959) queda incluida dentro de la cuenca hidrológica del Río Bravo del Norte.

Paleogeográficamente, se encuentra en la porción occidental del Golfo de Sabinas, entre la Península de Tamaulipas y la Península de Coahuila.

La fisiografía del área, según J. Tamayo, cae en la descripción de madura. La erosión de arroyos efímeros, ha dejado su red-hidrográfica sólo en las sierras, ya que en las partes planas no se encuentra. La poca precipitación pluvial y las características de las rocas del área no permiten la existencia de vegetación; sólo se haya ésta del tipo herbáceo y xerófilo; sin embargo, la altura de la sierra permite la existencia de algunos bosques de coníferas.

El área en estudio está constituida por una sierra abrupta, cuya orientación general es de NW-SE.

En general esta sierra, en su parte alta, es de relieve casi plano, un poco inclinado hacia el centro, hasta tomar lo que se llama el valle de "La Encantada"; así mismo, existen cerros ais



lados arredondados, que sobresalen del valle antes mencionado.

Por lo mencionado anteriormente, el área en estudio se encuentra en la etapa transicional de juventud, avanzada a madurez temprana.

Hidrografía.- El área queda comprendida dentro del sistema hidrográfico, perteneciente a la cuenca hidrográfica del Río Bravo del Norte, correspondiente a la vertiente del Golfo de México.

Dentro del área no existen corrientes permanentes, siendo el Río Bravo del Norte la corriente permanente más próxima a la región.

Las corrientes son de carácter efímero, formándose sólo durante las lluvias torrenciales, por lo que antes de perderse en los valles por infiltración, escurren en cauces formados en las fracturas de las rocas.

El arreglo hidrográfico, por lo tanto, sólo se encuentra en las montañas, siendo entonces, dendrítico y subanguloso.

### III.- GEOLOGIA.

#### III.1.- Estratigrafía ( Tabla No. 2 ).

Las rocas que forman la columna estratigráfica de la sierra "La Encantada", son principalmente sedimentarias - del Cretácico Inferior. Las rocas ígneas ocupan una parte pequeña de la columna, se les ha asignado la edad Post--- Cretácico, por encontrarse intrusionando y cubriendo a las rocas cretácicas, la edad de las rocas sedimentarias se -- tomó de los trabajos previos.

Las rocas sedimentarias se depositaron en ambientes marinos.

En la parte occidental de la sierra La Encantada, -- se Observaron 4 unidades, cuyo conjunto se incluyó en la Unidad, pues son variaciones de ésta.

#### ROCAS SEDIMENTARIAS.

Formación Cupido.- Imlay (1937, pag.606), nombró --- Calizas Cupido a unas calizas expuestas en la parte media de la sierra de Parras, cerca de 70 km al sur de Parras,- Coah.

Humprey (1949, pag. 103 ), redefinió el término, -- incluyendo la parte baja de las calizas de Imlay como miembro de la Formación La Peña. Su distribución está restringida a la sierra La Encantada, sólo encontrándose en las lomas frente al rancho el Melón.

Se constituye de caliza gris clara, con algunos -- horizontes de lutitas calcáreas, con capas de medianas gruesas, que intemperiza a gris amarillenta. Su contacto inferior no aflora en esta parte. Más al sur subyace concordantemente a la Formación La Peña; tiene espesor de -- 50 m.

La sedimentación de la Cupido fue transgresiva, caracterizada por pequeñas, pero numerosas fluctuaciones en el nivel del mar; se depositó en aguas someras.

El Dr. Smith, reporta los siguientes fósiles:

Gryhaea, Miliólidos, Toncacias y Ostreas. Le asignó -- edad Huteriviano-Aptiano.

Formación La Peña. - Imlay (1936, Pag.119), nombró Formación La Peña, a unas calizas y lutitas que afloran en la sierra de Taraises. La localidad tipo esta a 4.8 km al este-sureste de la hacienda La Peña, en el sur de Coahuila. La -- formación descrita incluye una unidad inferior de calizas y una superior de lutitas.

Humphrey (1949, pag. 103), redefinió esta formación -- incluyendo una unidad superior de lutitas y la unidad inferior de calizas, en la Formación Cupido.

Imlay le asigna edad del Aptiano Superior.

Su distribución en la sierra La Encantada, se encuentra en la parte norte, en la base de una escarpa. Se constituye en la base de la escarpa de calizas y lutitas; al sur -- del área se presenta como lutitas.

En las lomas frente al rancho El Melón, se encuentra suprayaciendo concordantemente a la Formación Cupido y Sub-- yaciendo concordante a las formaciones Aurora y Glen Rose, -- tiene un espesor de 20 a 50 mts.

El Dr. Smith reporta los siguientes fósiles:

Dufrenoya y Fazahoplites. Le asignó la edad del Aptiano Superior.

Formación Aurora.- Burrows, en 1910, aplicó el término de Calizas Aurora, a una secuencia de calizas expuestas en la sierra de Cuchillo Parado, al NE de Chihuahua; su localidad tipo está en la mina "Aurora", Chih. Humprey, en 1936, propuso que el término Calizas Aurora fuera modificado, para incluir todos los tipos de rocas carbonatadas del NE de México, llamándolas "Formación Aurora".

La Formación Aurora se encuentra en la parte norte de la sierra La Encantada; constituye la escarpa, a la altura del rancho El Melón.

Es caliza gris oscura, bien estratificada, en ocasiones maciza, con nódulos de pedernal. Tiene espesor de 100 m y se depositó en aguas someras. El Dr. Smith reporta el siguiente fósil: Orbitolina Texana.

Se le asignó la edad del Albiano Inferior, pero el Dr. I.C.-Smith le asigna la edad del Albiano Inferior - Albiano Medio.

Formación Glen Rose.-

R.T. Hill (1891, pag. 504), nombró a la parte superior del Grupo Trinity, Formación Glen Rose, expuesta a lo largo del río Paluxy, cerca del centro de Glen Rose, en Somerville County, en el centro norte de Texas; es una alternancia de capas resistentes de calizas y margas suaves.

La Formación Glen Rose es un cambio de facies de la Formación Aurora. Se encuentra en la escarpa norte de la sierra La Encantada. Es una alternancia de calizas con lutitas y arcillas; en algunas partes desaparece la alternancia y presenta aspecto macizo, de color gris claro.

Se encuentra subyaciendo concordantemente a la Formación Kiamichi y suprayaciendo concordantemente a la Formación La Peña; tiene espesor de 80 m y se depositó en aguas someras.

Se le asignó la edad del Albiano Inferior, pero el Dr. Smith, en su trabajo "Physical Stratigraphy and Facies Analysis of Lower Cretaceous Formations of Northern Coahuila, México, 1966" le asigna la edad Albiano Inferior - Albiano Medio, por los siguientes fósiles: Gryphaea y Exogyra.

Formación Kiamichi. - Fue llamada Arcillas Kiamitia por Hill (1891) pag. 5151). Su localidad tipo es el río Kiamichi, cerca de Fort Townson, al este de Choctaw Country, Oklahoma.

Su distribución en La Encantada está restringida, encontrándose sólo al norte.

Consta de una secuencia calcáreo - arcillosa, variando a dos unidades arcillosas y una calcárea en medio.

Se encuentra subyaciendo a la Formación Georgetown y suprayaciendo a la Aurora; tiene espesor de 30 m.

Se le asignó la edad, por su posición estratigráfica, del Albiano Medio - Albiano Superior.

Formación Complejo Arrecifal del Burro (Unidad VI).- El nombre Complejo Arrecifal del Burro fue usado informalmente en un trabajo inédito de PEMEX, elaborado por el Ing. Jesús Alfonso Zwanziger, en 1963; y fue usado para designar a unas calizas arrecifales, similares en facies a las encontradas en el subsuelo en el sur de Texas,

El Complejo Arrecifal del Burro se identificó primeramente en el Cañón de Colorado.

Forma esencialmente la parte superior de la sierra La Encantada, pero en el cerro El Pilote sufre cambio de facies, a la Formación Georgetown. Esta constituida por caliza arrecifal, recristalizada, de color pardo claro, de estratificación maciza. Se le asignó la edad del Albiano Superior.

En el escarpa occidental de la sierra La Encantada se observaron variaciones de esta unidad, que también fueron vistas por Sergio Leyva Uribe; quedaron incluidas dentro del Complejo Arrecifal del Burro y se les designó Xa, Xb, Xc y Xd.

Parte I, Xa. Se encuentra en la parte occidental de la sierra La Encantada, en la base de la escarpa; consta de caliza gris clara, que varía a caliza de aspecto compacto; se encuentra subyaciendo a la parte II, Xb; su contacto inferior no aflora, y se le asignó la edad del Albiano Medio. Es un cambio de facies de la Formación Kiamichi.

Parte II, Xb. Se encuentra en la porción occidental de la sierra La Encantada, en la base de la escarpa. Consta de caliza ma-

ciza, de color pardo claro, con bandas de pedernal; se encuentra subyaciendo a la parte III, Xc y se le asignó la edad del Albiano Medio.

Parte III, Xc. Se encuentra en la escarpa occidental de la sierra La Encantada; consta de calizas de color pardo claro, estratificadas, que alternan con caliza oscura. Subyace a la parte IV, Xd, y suprayace a la parte II, Xb; se le asignó la edad del Albiano Medio.

Parte IV, Xd. Se encuentra en la parte alta de la escarpa occidental de la sierra La Encantada; consta de calizas macizas de color pardo claro; se encuentra subyaciendo a la Formación del Río y suprayaciendo a la III, Xc. Esta parte es un cambio de facies de la Formación Georgetown.

Se le asignó la edad del Albiano Superior.

Formación Georgetown.- Hill y Vaughan, en 1898 y Hill, en 1901 usaron este término para definir las calizas expuestas en el Condado de Marshall, Oklahoma.

Se encuentra en la parte occidental de la sierra La Encantada. Consta de calizas macizas de color gris. Dentro de la zona de post-arrecife se encuentra suprayaciendo concordantemente a la Formación Kiamichi y subyaciendo a la Formación del Río; se depositó en aguas someras.

El Ing. Jesús Ojeda R. reporta los siguientes fósiles: Eurodiolitas y Gryphaea.

Se le asignó la edad del Albiano Superior - Cenomaniano.

Formación del Río.- Hill y Vaughan (1898, pag. 236-237), - usaron el término del Río, para designar una secuencia de calizas-arcillosas de color gris.

Su localidad tipo está en del Río, Valverde Country, Texas.

Su distribución en el área se encuentra en la parte alta -- de la sierra La Encantada, formando bandas alrededor de la Forma - ción Buda. Se constituye de arcilla de color pardo claro. Se depo - sitó en aguas profundas.

Se encuentra descansando sobre la Formación Georgetown y el Complejo Arrecifal del Burro; subyace a la Formación Buda; en al - gunas áreas fuera de la zona de estudio subyace discordantemente - a la Formación Buda.

El Ing. Jesús Ojeda R., reporta los siguientes fósiles: - - Exogyra Arietina, Exogyra Whitney y Turritela.

Se le asignó la edad de la base del Cenomaniano Inferior.

Formación Buda.- Fue usado el término por Hill (1687, p.18) en 1900. Su localidad tipo está en Shoal Creek, en Austin, Texas.

La formación se encuentra en la parte alta de la sierra La-Encantada, formando pequeñas colinas.

Consta de caliza gris oscura, bien estratificada.

Se encuentra suprayaciendo a la Formación del Río y subya - ciendo concordante a la Formación Eagle Ford; se depositó en --- aguas someras. Su contacto superior es posiblemente discordante -

(Humphrey y Díaz 1955).

El Ing. Jesús Ojeda R., reporta los siguientes fósiles: Exogyra alarky y Trigonía. Se le asignó a la parte alta del Cenomaniaco.

Formación Eagle Ford.- El término Eagle Ford fue introducido por Ferdinand Roemer en la literatura geológica de Texas, en 1852.

Posteriormente, en 1887, Hill (731 pag. 296-298), nombró -- unos estratos de la parte basal de la serie del Golfo, como Lutitas Eagle Ford. Su localidad tipo está en Eagle Ford, Dallas County, -- a unas 6 millas al oeste de Dallas, Texas.

La Formación Eagle Ford, se encuentra en los distritos fluoríferos de la sierra La Encantada, formando valles planos. Se constituye de calizas arcillosas con intercalaciones de lutitas.

Se encuentra subyaciendo a la Formación Austin en el norte de la sierra La Encantada y suprayaciendo a la Formación Duda, siendo este contacto posiblemente discordante. Se depositó en aguas someras.

El Ing. Jesús Ojeda R., reporta los siguientes fósiles:

Inoceramus labiatus y Scaphites. Se le asignó al Turoniano - Coniaciano.

#### ROCAS INTRUSIVAS.

Las rocas ígneas intrusivas están muy restringidas en el área, encontrándose solamente pórfido riolítico. Este tipo de roca, se encuentra en el Cerro del Ombligo. En la parte alta de la sierra La -

Encantada forma los cerros de El Pilote, en el campamento El Pinado; presenta textura porfídica, microcristalina, de color pardo rojizo, - con cristales de ortoclasa. A estas rocas se les ha asociado con la mineralización.

#### ROCAS EXTRUSIVAS.

Las rocas extrusivas están representadas por riolitas y basaltos.

Las riolitas se encuentran formando derrames frente al campamento de Fluorita de México y en mesetas, como en los alrededores - del cerro del Ombligo; en ambos casos presenta textura afanítica -- y color pardo rojizo.

Los basaltos se encuentran en forma de derrames, formando -- la mesa de los Fresnos, presenta una textura afanítica vesicular, - de color negro.

#### ALUVION.

Una capa delgada de aluvi6n cubre los valles y las pendientes inferiores de las montañas; esta formado por limo, arena, arcilla y cantos rodados.

### III.2.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL.

La Revolución Laramídica, es la causa directa del marco tectónico del área, aunque también, probablemente, fue originado por -- movimientos secundarios de plegamiento, según Humphrey, W.E. (1949). La revolución citada comenzó a fines del Cretácico y terminó, posiblemente, en el Terciario Medio.

Esta revolución originó dos episodios tectónicos: uno compresional y otro tensional.

Una vez depositados los sedimentos cretácicos, hacia fines del Mesozoico, el episodio compresional comenzó a actual; las fuerzas compresionales ejercieron empuje al oeste-sureste, comprimiendo las rocas hacia el este-noreste, comprobándose este empuje por las sierras alargadas con dirección NW-SE.

La Península de Tamaulipas actuó como contrafuerte, lo que se refleja en el rumbo de las sierras antes mencionadas.

Durante el episodio compresional se formaron los anticlinales y sinclinales, mientras en el episodio tensional un sinnúmero de fracturas y fallas.

Se observaron dos sistemas de fracturas, uno con dirección NW-SE y otro perpendicular; estas fracturas probablemente se formaron durante los episodios compresional y tensional. Ocurren otras fracturas sin orientación particular y fueron formadas por la actividad magmática posterior.

La principal estructura que se encuentra en la zona estudiada es la falla de La Encantada. La falla citada anteriormente es la continuación al sur de la falla de Las Norias, en la Sierra del Carmen; la escarpa occidental de la sierra La Encantada es testigo de esta falla y esta sierra representa el bloque del alto.

La escarpa tiene altura de unos 450 m, con posición casi vertical y orientación al NW-SE; se formó durante el episodio compresional, afectada posteriormente por el período tensional y el magnetismo, ocasionando estas fallas y fracturas.

### III.-3.- GEOLOGIA HISTORICA.

Los eventos geológicos acontecidos en el área, según se desprende de las relaciones que tienen las distintas formaciones que afloran aquí, se pueden enmarcar dentro de los siguientes eventos geológicos:

El más antiguo que se conoce en el Edo. de Coahuila, es el depósito de calizas y margas, de edad pensilvánica, que toman el nombre de Formación Delicias; en el área de estudio, es el depósito de los sedimentos cretácicos, dentro de los límites de la Península de Coahuila y la Península de Tamaulipas, en el Golfo de Sabinas.

Aparecen como formaciones más antiguas en esta área, fuera del plano, sedimentos de origen lacustre, depositados en el Neocomiano, representados por las Formaciones La Virgen y La Mula, ya que éstas constan de yesos y sedimentos terrígenos arcillosos.

El depósito en el área de estudio fue desarrollado en ambiente marino, teniendo este mar fluctuaciones en su nivel, pues así lo evidencian las formaciones de carácter arcilloso, como La Peña, que consta de dos horizontes de lutitas y uno de calizas, y la Kiamichi, que consta de arcillas.

Frente a la Península de Coahuila, según el Ing. Jesús Alfonso Zwanziger (1963, se desarrolló un arrecife, evidenciado por el Complejo Arrecifal del Burro.

Este arrecife se desarrolló desde el Albiano Inferior, en la zona de la Bahía, al Albiano Medio en la zona de estudio, y se terminó en el Albiano Superior, en las dos áreas.

Probablemente antes de finalizar el depósito, a fines del -- Cretácico Inferior, la Revolución Laramídica empezó a actuar, al -- zando el área, provocando que los mares se alejaran hacia el este, -- permaneciendo remanentes de este mar, probablemente comunicados con éste; así se muestra en las Formaciones del Río, Buda, Eagle Ford -- y Austin, que contienen, según Sergio Leyva Uribe, faunas del tipo -- marino.

El evento geológico que se distingue después del depósito, -- es el del plegamiento, y actuando la Revolución Laramídica, pro -- duciendo empujes con dirección SW-NE y sirviendo de contrafuerte -- la Península de Tamaulipas, reflejándose esto en la dirección NW-SE de las sierras alargadas producidas.

Las rocas que forman la sierra La Encantada, al plegarse, se rompieron a lo largo de un plano de falla, formando la sierra La -- Encantada.

Después del depósito y el plegamiento, y como producto de -- actividad postorogénica, se presentó la actividad ígnea, en forma -- de derrames e intrusiones. Están ligadas las intrusiones del ti -- po riolítico a la época metalogénica del área, ya que casi siempre -- alrededor de una intrusión, se encuentra la mineralización.

IV.- GEOQUIMICA.

IV.1.- G e n e r a l

La Geoquímica estudia las leyes de la distribución y migración de los elementos químicos; los estudia en condiciones geológicas, marcando al mismo tiempo el camino por seguir para la búsqueda y exploración de yacimientos minerales, que son concentraciones de elementos químicos, que se originaron por vía natural.

La base de la prospección geoquímica es determinar valores anómalos en los contenidos de mineral y de trazo de elementos químicos en muestras colectadas en suelos, sedimentos de arroyo, rocas, plantas y aguas.

Una etapa de gran importancia en la exploración geoquímica es, sin duda, la selección del área, la cual debe basarse en el más completo conocimiento de estudios geológicos y mineros anteriores, así como en el desarrollo actual de la actividad de exploración. Es conveniente, además, prestar atención especial a las manifestaciones superficiales de mineralización y la existencia de posibles tipos de depósitos.

La exploración geoquímica exige, para su desarrollo, el conocimiento de los modelos de dispersión, la elección correcta de los elementos indicadores y el conjunto influye en el resultado final de la investigación.

Se conocen dos tipos principales de dispersión geoquímica: -

uno de ellos es la dispersión primaria, formada dentro de la roca encajonante durante el período de mineralización; y otra es la dispersión secundaria, que resulta del intemperismo y disgregación de los cuerpos mineralizados, de los cuales se desprenden y redistribuye ciertos elementos, de acuerdo con las condiciones locales y con las propiedades de tales elementos. Desde el punto de vista del prospector, el segundo grupo es el que se considera como el más importante.

Las anomalías pueden encontrarse, como antes se dijo, en plantas, aguas y materiales residuales o transportados, haciendo uso de los métodos de exploración geoquímica, como son: Geoquímico, hidrogeoquímico y biogeoquímico.

El método geoquímico es el más comunmente usado, debido a que directamente se relaciona con el estudio de las sustancias componentes de la corteza terrestre y así, también, es el primer sistema de prospección en que la geoquímica tuvo su aplicación.

El muestreo suele llevarse a cabo en material superficial o en algunos de los horizontes del suelo a distintas profundidades, dependiendo de las características de éste, y, en algunas ocasiones, de la época en que se tome la muestra; generalmente en climas áridos la muestra se toma a menor profundidad que en climas tropicales.

Un factor que influye en forma determinante en los análisis, es el tamaño de las partículas de la muestra, ya que en múltiples-

ocasiones ha sido demostrado que el contenido de un elemento, en -  
contrado en una muestra con partículas de diámetro pequeño, no es -  
el mismo que en aquellas de diámetros mayores. Esto se demuestra -  
donde la precipitación pluvial es muy intensa, lo que origina el -  
lavado y transporte de los minerales, cambiando en gran parte el -  
modelo de dispersión.

La exploración geoquímica por medio de sedimentos de arroyo  
es actualmente una de las técnicas más sencillas y económicas, la-  
que puede dar la información sobre la localización de depósitos mi-  
nerales. El radio de efectividad de ese tipo de material está li-  
mitado por el sistema de desagüe en el cual se obtuvieron; por --  
otra parte, un elemento puede desplazarse tan lejos de su fuente -  
de origen como las condiciones del ambiente y su movilidad misma -  
se lo permitan.

PROCEDIMIENTOS DE CAMPO.- El muestreo en el área se llevó -  
a cabo en un tipo de material: Sedimentos de arroyo.

El muestreo de sedimentos de arroyo, con carácter de semi-  
detalle, fue con el fin de reducir el área a cierto número de zo -  
nas más pequeñas de interés especial, en las cuales se llevará a -  
cabo el muestreo geoquímico de detalle.

El muestreo geoquímico en el reconocimiento de semidetalle  
del área fue realizado a lo largo de los arroyos, colectando mues-  
tras de sedimento fino.

Las muestras de sedimento fueron colectadas en los lugares

donde existen condiciones favorables para el depósito de material fino, que generalmente son las cavidades proporcionadas por los cantos rodados que se encuentran obstruyendo el cauce, cuevas, cambios de pendientes, etc.

El espaciamiento fué de 1/2 a 1 km. El material muestreado se guardó en bolsas de polietileno, con su número correspondiente para su identificación; posteriormente fueron enviadas al laboratorio geoquímico, en donde se analizaron por el método calorimétrico por metales pegados (Cu, Pb, Zn).

INTERPRETACION.- Todos los cálculos para la interpretación geoquímica se llevaron a cabo por medio de los métodos estadísticos convencionales, para la determinación de los valores de la media o fondo de comparación y la desviación normal (anomalías posibles y probables), para cada uno de los elementos.

Los resultados se muestran gráficamente en el plano anexo y se interpretan en forma general en la manera siguiente:

Los valores de la media y la desviación normal, se obtuvieron de acuerdo con las fórmulas siguientes:

Media aritmética  $\bar{X} = \frac{\sum fx}{N}$

f = Frecuencia

x = Valor de las muestras

N = Número de las muestras.

Desviación normal  $S = \sqrt{\frac{f(x-\bar{x})^2}{N-1}}$

Anomalia posible =  $\bar{x} + 2S$

Anomalia probable =  $\bar{x} + 3S$

CALCULO ESTADISTICO PARA EL PLOMO.- Utilizando las formulas se obtiene.

Media aritmética  $\bar{X} = \frac{\sum fx}{N}$

f = Frecuencia.

X = Valor de las muestras (16325)

N = Número de las muestras ( 340 )

Sustituyendo en la fórmula, se obtiene:

Media aritmética  $\frac{16325}{340} = 19$  p.p.m.

Desviación normal  $S = \sqrt{\frac{f(x-\bar{x})^2}{N-1}}$

Sustituyendo valores se obtiene:

Desviación normal  $S = \sqrt{\frac{314.756}{340}} = 19$

Anomalia posible de 58 p.p.m. a 77 p.p.m.

Anomalia probable mayor de 77 p.p.m.

En el área se localizan en las localidades siguientes:

Se delimitaron 3 anomalías, las cuales están dos áreas distintas; una en la zona mineralizada de Las Minas San Francisco y -- La Prieta, y la otra, en la porción central de la Sierra.

COBRE.-

Haciendo las mismas consideraciones que en el caso anterior, tenemos:

Media aritmética = 27 p.p.m.

Desviación normal = 23 p.p.m.

Anomalia posible de 72 a 95 p.p.m.

Anomalia probable mayor de 95 p.p.m.

Para el cobre hay coincidencia con el plomo en la zona mineralizada de las minas San Francisco y La Prieta.

ZINC.-

Tomando en cuenta las fórmulas anteriores, tenemos:

Media aritmética = 89 p.p.m.

Desviación normal = 48 p.p.m.

Anomalia posible de = 185 a 233 p.p.m.

Anomalia probable mayor de 233 p.p.m.

El zinc presenta 6 zonas anómalas, de las cuales una coincide totalmente con las de plomo y cobre del área de las minas San Francisco y La Prieta.

Las cinco restantes son de mucho menor extensión superficial, aunque sí significativas, sobre todo una que se localiza al norte de las anomalías de las minas.

#### IV.2.- DETALLE.

Este tipo de levantamiento representa un procedimiento para determinar el origen de anomalías producidas por la existencia de depósitos minerales, aportando mayor grado de precisión, aunque requiriendo alto índice de muestreo, por lo que su aplicación está restringida a áreas limitadas de interés particular, que previamente han sido seleccionadas con base en informaciones geoquímicas y geológicas.

El levantamiento de detalle se realizó mediante el muestreo de sedimento de arroyo. Esta etapa tiene como propósito fundamental la comprobación y el establecimiento de los límites de anomalía, registrados por métodos geoquímicos previos.

INTERPRETACION.- Las muestras se analizaron por el método de colorimetría.

Una vez obtenidos los resultados del análisis químico, se procedió a su interpretación por medio del tratamiento estadístico. De acuerdo con los valores obtenidos, se establecieron la media y la desviación normal.

Se agruparon los datos en rangos, para la delimitación de anomalías.

CALCULO ESTADISTICO PARA EL ZINC.- Para facilitar la comprensión del cálculo estadístico, los valores se agrupan en clases (Tabla No. 1).

TABLA No. 1

TABLA PARA COMPUTO DE ANOMALIAS					
RANGO	f	x	$x-\bar{x}$	$(x-\bar{x})^2$	$f(x-\bar{x})^2$
0-99	624	50	-6	36	22464
100-199	87	149	93	8649	752463
200-299	61	248	192	36864	2248704
300-400	33	348	292	85264	2813712
TOTALES	805	797			5837343

EXPLICACION

f = Frecuencia

$\bar{x}$  = Media del Rango

X = Background

Los valores de la media y la desviación normal se obtuvieron de acuerdo con las fórmulas siguientes:

$$\text{Media aritmética.} \quad X = \frac{\sum fx}{N}$$

f = Frecuencia.

X = Valor de las muestras (49326)

N = Número de las muestras ( 875)

Substituyendo en la fórmula, se obtiene:

$$\begin{array}{l} \text{Media aritmética.} \\ \text{Desviación normal} \end{array} \quad \begin{array}{l} 56 \text{ p.p.m.} \\ S = \sqrt{\frac{f (Y - \bar{X})^2}{N-1}} \end{array}$$

Sustituyendo valores se obtiene:

$$\text{Desviación normal} \quad S = 82 \text{ p.p.m.}$$

RESULTADOS.- Haciendo las mismas consideraciones que en el caso anterior, se hizo el cálculo para los demás elementos analizados.

Con base en los parámetros resultantes del cálculo estadístico, se elaboraron los rangos de anomalía para cada uno de los elementos que se mencionan a continuación:

COBRE.-

Media aritmética	=	0.65	=	1 p.p.m.
Desviación normal	=			29 p.p.m.
Anomalía posible de	59 p.p.m.	a	38 p.p.m.	
Anomalía probable mayor de			38 p.p.m.	

ZINC.-

Media aritmética = 56 p.p.m.  
Desviación normal = 82 p.p.m.  
Anomalía posible de 220 a 302 p.p.m.  
Anomalía probable mayor de 302 p.p.m.

PLOMO.-

Media aritmética = 6 p.p.m.  
Desviación normal = 23 p.p.m.  
Anomalía posible de 52 a 75 p.p.m.  
Anomalía probable mayor de 75 p.p.m.

Estas anomalías antes descritas se encuentran representadas gráficamente en el plano de anomalías geoquímicas (Fig. No. 3).

V.- YACIMIENTOS MINERALES.

En esta área los yacimientos minerales se encuentran en la parte sur y central de la sierra La Encantada y se observaron principalmente dos tipos:

- 1).- Los de fluorita, en la parte central.
- 2).- Los de plomo - zinc, en la parte sur.

GENERALIDADES DE LOS YACIMIENTOS DEL PRIMER TIPO.

La fluorita es un fluoruro de calcio, que cristaliza en el sistema isométrico; puede formarse en condiciones muy variables; ocurre más comúnmente con mineral de mena, ya sea en depósitos en los que es el constituyente principal, o como mineral de ganga con varias menas metálicas, especialmente de plomo, plata y zinc.

Se beneficia para preparar el ácido fluorhídrico; se utiliza como fundente; para fabricación de lentes de objetivos apocromáticos para microscopio; las variedades más transparentes y limpias sirven para falsificar piedras preciosas.

El mineral de fluorita, según su contenido de flúor, tiene los siguientes grados:

Grado metalúrgico	75 a 85%	de fluoruro de calcio.
Grado cerámico	85 a 96%	" " "
Grado ácido	97 %	" " "

En México se obtiene fluorita del grado metalúrgico y del grado ácido.

DESCRIPCION DE LOS YACIMIENTOS DE FLUORITA EN LA SIERRA  
LA ENCANTADA.

El mineral de fluorita se encuentra en yacimientos con forma de mantos. Se halla a lo largo de la sierra La Encantada, principalmente alrededor de las intrusiones riolíticas.

Los mantos son largos y angostos; se hallan paralelos a los contactos estratigráficos de las Formaciones Georgetown, del Río y Buda; además, los mantos comúnmente se hallan desarrollados en un patrón reticular, el cual coincide en dirección con las juntas y fallas.

A.K. Temple, en 1969, postuló que los depósitos de fluorita son del tipo hidrotermal de reemplazamiento, siendo éste el de -- fluoruro de calcio substituyendo al carbonato de calcio.

Las soluciones mineralizadoras ascendieron por las fracturas y planos de estratificación, sirviendo de dique a aquéllas, la Formación del Río, por encontrarse ésta también fracturada; las soluciones lograron ascender hasta la Formación Buda.

Las fracturas se formaron durante el plegamiento de la sierra y en la actividad ígnea intrusiva.

Los depósitos de fluorita son relacionados con la actividad ígnea del Terciario, que afecta a La Encantada, pues casi siempre alrededor de la intrusión se encuentran indicios de mineralización.

En esta área, los fluoruros son de grano grueso y en muchas ocasiones bien cristalizados; sus grados típicos son de 70 a 90% - de fluoruro de calcio, por lo que en promedio son fluoruros de grado metalúrgico a cerámico.

Los minerales de la ganga son calcita y celestita; las contaminaciones que contiene son arcillosas y provienen de la Formación del Río.

Estas minas son una serie de obras pequeñas que explotan -- toneladas reducidas cada una, pero que en su totalidad representan un volumen considerable de mineral.

El otro tipo de yacimiento, que es el más importante, se -- encuentra en la parte sur del área: es el de plomo-zinc-plata, que actualmente se explotan en las minas San Francisco y La Prieta. Es tos yacimientos sólo se estudiaron superficialmente y para desa -- rrollar el presente capítulo se consultaron los trabajos geológi - cos mineros existentes.

A continuación se describen las características geológicas de tales yacimientos.

#### MINA SAN FRANCISCO.

La forma de este depósito en general, según E.F.J. Martínez Castillo (1972), es de dos tipos, según la clase de mineralización de que se trata.

- 1).- Vetas y filones de fisura.
- 2).- Bolsas y chimeneas.

En el caso de vetas de fisura, su forma es tabular y de dimensiones muy variables, que tienen continuidad media de 300 m y - profundidad de 160 m, aproximadamente; su espesor varía entre 0.15 m y 2.50 m.

Cuando se trata de bolsas y chimeneas, la forma que adoptan es irregular, aunque también se presentan formas esféricas y cilíndricas ligeramente inclinadas, las cuales se alojan principalmente en la intersección de las fallas y fracturas.

El mineral, tanto en el caso de vetas de fisura como en el de bolsas y chimeneas, se encuentra encajonado en rocas sedimentarias (calizas) las cuales se encuentran en ocasiones recristalizadas.

Estos depósitos, según B.F.J. Martínez Castillo (1972), son epigenéticos, de origen epitermal, formados por soluciones hidrotermales en condiciones de temperaturas y presiones bajas.

Las rocas sedimentarias se encuentran sumamente fracturadas por efectos de la Revolución Laramide, por lo que formaron el medio favorable para el depósito a partir de las soluciones mineralizantes, procedentes posiblemente de un cuerpo intrusivo no determinado hasta la fecha.

La oxidación de los sulfuros primarios fue iniciada por la acción del agua meteórica y el transporte de las soluciones a las partes más bajas del yacimiento, por la lixiviación consiguiente.

Posteriormente el emplazamiento de la mineralización, tuvo lugar una intrusión al NE de la zona, la cual provocó levantamiento y fallamiento en la caliza, determinando la formación de bloques, los cuales dislocaron débilmente la mineralización en algunas zonas.

Los minerales de plata, plomo y zinc, presentes en la mineralización, se hallan en forma de óxidos y carbonatos, asociados a óxidos de Fe; sin embargo, esporádicamente se observan remanentes de sulfuro de plomo (galena), los cuales han quedado como testigos de los procesos secundarios a que han estado sometidos los depósitos minerales.

El mineral de la ganga está constituido principalmente por calcita y, en menor proporción, por brecha calcárea.

#### MINA LA PRIETA.

Este depósito corresponde a la misma provincia metalogénica que el yacimiento antes mencionado, ya que según Bateman (1968), pág. 352):

"Existe una extensa y rica provincia de plomo argentífero - que se localiza en la parte central-norte de México, en la que se encuentran minerales de Pb y Zn argentíferos muy difundidos, de carácter parecido y de gran riqueza; se les localiza en forma de - sustitución en calizas y en filones de fisura, cuyos distritos representativos son Santa Eulalia, Chih., Sierra Mojada, Coah., Mapi-mi'Dgo., Parral y San Francisco del Oro, Chih." A éstos podemos -- agregar la mina La Prieta, cuya mineralización corresponde a la -- provincia citada por A. Bateman (1968), por sus características -- similares a las antes citadas.

Este yacimiento, según L. Silva M. (1974), es de forma irregular, con diferenciación en 3 tipos; de forma alargada, en ocasiones de mantos, en la parte superior; bolsas y chimeneas, en la parte media; y en la parte inferior, en forma de mantos.

Estructuralmente, el yacimiento se localiza a lo largo de un suave anticlinal, limitado por fracturas o fallas que favorecieron la mineralización.

Por sus características mineralógicas, derivadas de sulfuros epigenéticos creados por el proceso de reemplazamiento hidrotermal, que Bateman (1968, pag. 157) cita como un proceso de solución y depósito capilar, esencialmente simultáneo; en virtud del cual, uno o varios minerales de formación anterior son sustituidos por un mineral nuevo.

La mineralización en este yacimiento está compuesta de sulfuros de plomo-zinc argentíferos y óxidos de plomo-zinc, con valores altos de plata.

## VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Las rocas sedimentarias que afloran en el área son del Cretácico Inferior al Cretácico Superior, de origen marino.

La sierra La Encantada se formó por fuerzas tectónicas compresionales, generadas por la Orogenia Laramide.

Los yacimientos de fluorita tienen forma de mantos, y se hallan paralelos a los contactos estratigráficos de las Formaciones Georgetown, del Río y Buda.

La coincidencia de anomalías geoquímicas en el área de las minas de plomo y zinc, probablemente se deba a contaminaciones de las muestras.

Aguas arriba del área antes mencionada, se encuentran varias anomalías geoquímicas, por lo que es posible concluir que pueden existir otros cuerpos mineralizados, relacionados a los ya conocidos.

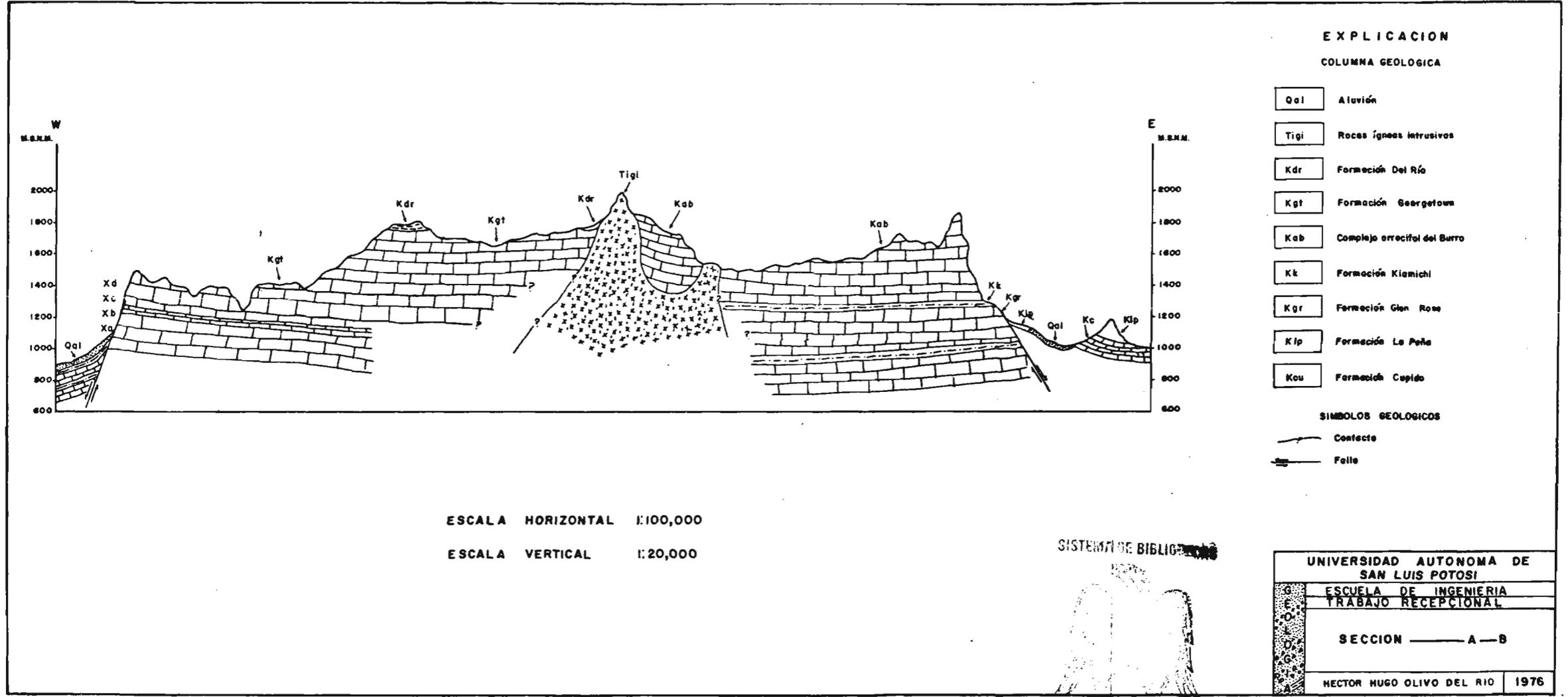
Se recomienda hacer el estudio geobotánico para comparar los resultados, con el estudio geoquímico hecho en el presente trabajo, para encontrar el uso posible de los vegetales en la exploración minera.

Se recomienda hacer el remuestreo de sedimentos de arroyo en las zonas anómalas del área de Buenavista, para comprobar dichas anomalías; en caso positivo, efectuar el muestreo de suelos, para definir las áreas de mayor interés.

En el caso de resultar valores anómalos satisfactorios en el muestreo de suelos, comprobar con Geofísica las anomalías de mayor interés, por el método electromagnético y, si se observa algún afloramiento, por el método de polarización inducida.

VII.- BIBLIOGRAFIA

- BATEMAN, ALAN M., Yacimientos minerales de rendimiento económico Ediciones Omega, S.A.
- GARCIA, E., 1964, Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen, Instituto de Geografía, U.N.A.M., México, D.F. pag. 11.
- HAWKES H.E. y WEBB J.S. Harper and Row, 1965, N.Y. Geochemistry in Mineral Exploration.
- HUMPHREY, W.E., 1956, Tectonic Frame Work of Northeast México. - Gulf coast, Assoc Geol. Soc. Trans. Vol. 60, pag. 25-36.
- LEIVA URIBE SERGIO, 1970, Estudio Geológico del Norte de Coahuila. Prospecto La Encantada. Inedito. Petróleos Mexicanos. Pag. 120.
- MARTINEZ CASTILLO, B.F.J., 1972, Estudio Geológico Minero de la Mina San Francisco, Sierra de La Encantada, Municipio de Ocampo, Edo. de Coahuila, Tesis Profesional, I.P.N.
- SILVA MORA, L., 1974, "Estudio Geológico-Minero de la Mina La Encantada, Municipio de Ocampo, Edo. de Coahuila, Tesis Profesional, U.N.A.M.
- SMITH I.C., 1966, Physical Stratigraphy and facies Analisis, -- Lower Cretaceous Formation, Northern Coahuila, México, -- University of Austin, Texas.
- SMITH I.C., 1970 Lower Cretaceous Stratigraphy, México. Report of University of Austin, Texas. pag. 101.
- TAMAYO L. JORGE, 1962, Geografía General de México. Geografía - Física, Tomo 1, pag. 562; Tomo III, pag. 633. Instituto Mexicano de Investigaciones Económicas.



**EXPLICACION**  
COLUMNA GEOLOGICA

- Qal Aluvión
- Tigi Rocas ígneas intrusivas
- Kdr Formación Del Río
- Kgt Formación Georgetown
- Kab Complejo arrecifal del Burro
- Kt Formación Kiamichi
- Kgr Formación Glen Rose
- Klp Formación La Peña
- Kau Formación Cupido

- SÍMBOLOS GEOLOGICOS**
- Contacto
  - Falta

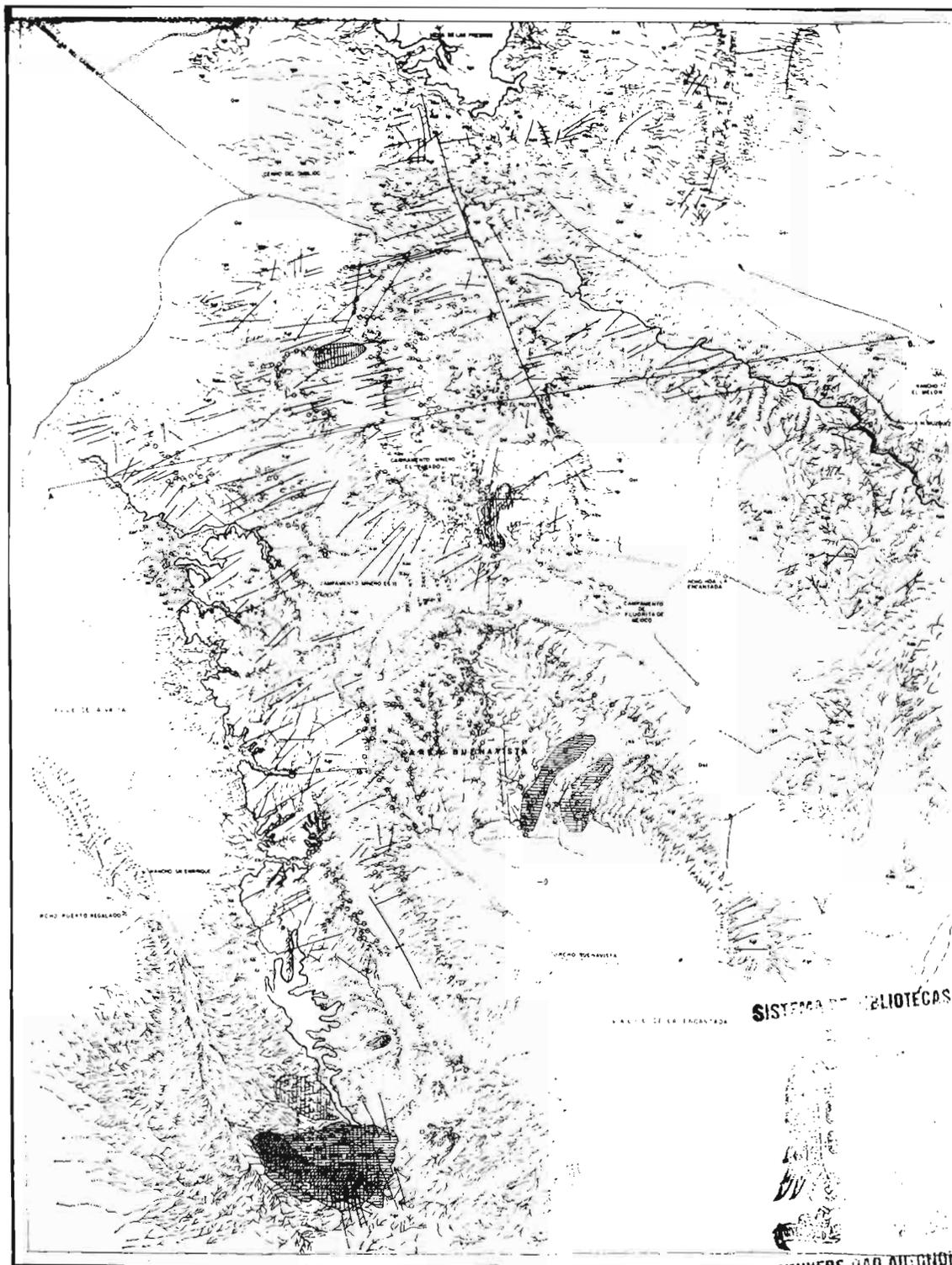
ESCALA HORIZONTAL 1:100,000  
ESCALA VERTICAL 1:20,000

SISTEMA DE BIBLIOTECA



UNIVERSIDAD AUTONOMA  
DE  
SAN LUIS POTOSI

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI	
ESCUELA DE INGENIERIA	
TRABAJO RECEPTACIONAL	
SECCION — A — B	
HECTOR HUGO OLIVO DEL RIO	1976



## EXPLICACION

### COLUMNA GEOLOGICA

Sal	Aluvión
Tig	Rocas ígneas extrusivas
Tig	Rocas ígneas intrusivas
Est	Formación Eagle Ford
Blu	Formación Blue
Rio	Formación del Río
Ge	Formación Georgetown
Rio	Complejo Arroyo del Burro
Ki	Formación Kiawachi
Rio	Formación Rio Rosa, Fm. Avrao
Rio	Formación La Peña
Rio	Formación Cupido

### SIMBOLOS GEOLOGICOS

—+—	Contacto geológico
—+—	Rumbo y sentido
—+—	Falla normal
—+—	Fracturas
—+—	Anticlinal
—+—	Sinclinal

### SIMBOLOS TOPOGRAFICOS

—+—	Arroyo
—+—	Terracerro
—+—	Brecha
—+—	Resaca
—+—	Cañal
—+—	Caserío
—+—	Mina
—+—	Escarpes

### SIMBOLOS GEOQUIMICOS

—+—	Muestra Geoquímica
—+—	Anomalia de primer orden de Cu > 90 p.p.m.
—+—	Anomalia de primer orden de Zn > 223 p.p.m.
—+—	Anomalia de primer orden de Pb > 77 p.p.m.

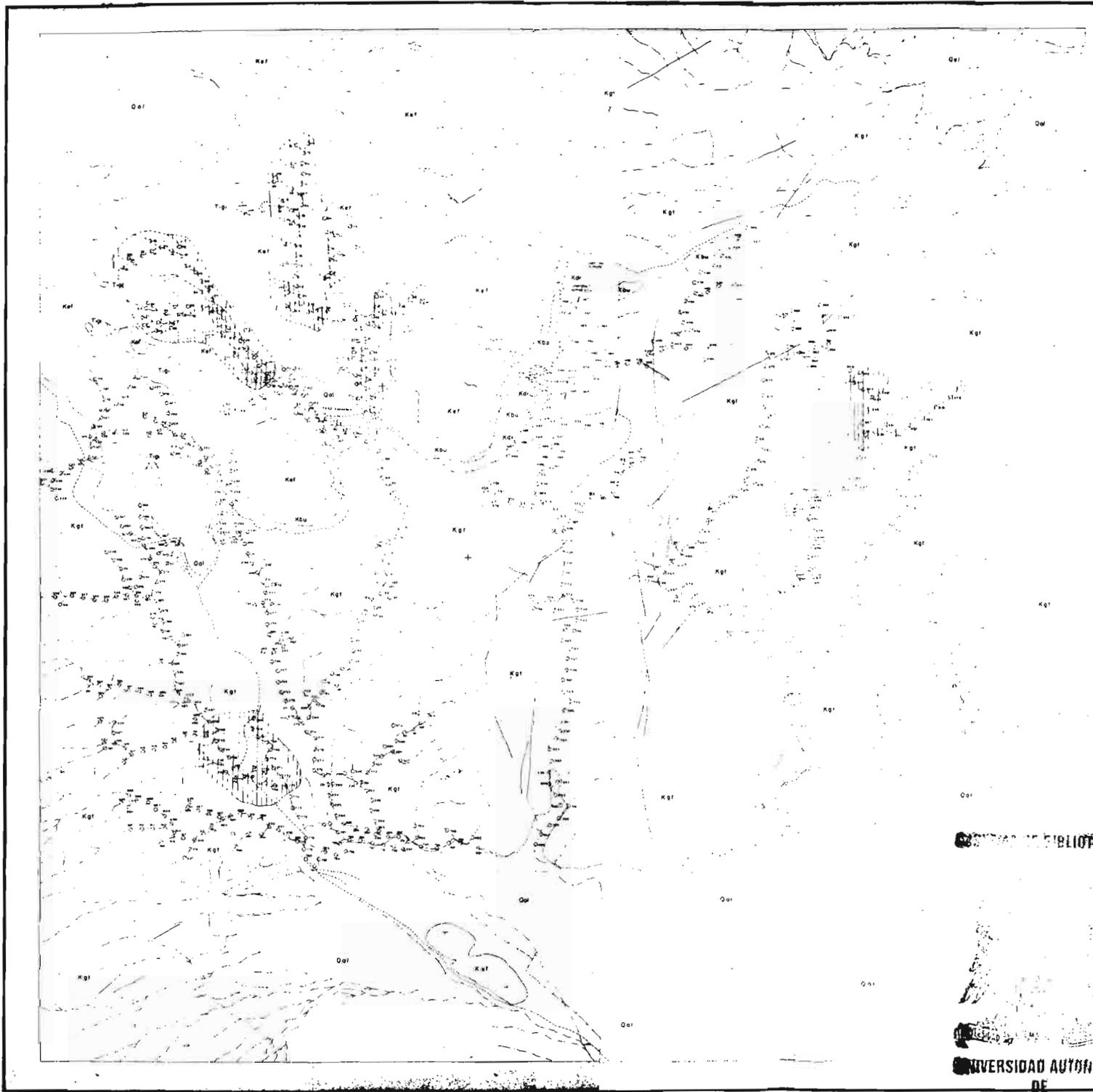
ESCALA 1:50,000



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE SAN LUIS POTOSÍ  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
TRABAJO RECEPTIVO  
PLANO GEOLOGICO — GEOQUIMICO  
DE SEMIDETALLE DE LA SIERRA LA  
ENCANTADA EN EL NORTE DE COAH.  
HECTOR GUZMÁN OLIVERA DEL RÍO  
PLANO No. 2, 1978

SISTEMA DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE  
SAN LUIS POTOSÍ



**EXPLICACION**

COLMNA GEOLOGICA

- Alluvion
- Roca ignea intrusiva
- Formacion Eagle Ford
- Formacion Budo
- Formacion Del Rio
- Formacion Georgetown

SIMBOLOS GEOLOGICOS

- Contacto geologico
- Cota
- Ecnado
- Echno horizontal
- Tipo de fractura
- Fractura
- Mina
- Pozo

SIMBOLOS TOPOGRAFICOS

- Arroyo
- Camino herradura
- Alarameos agricolas
- Mazonera

SIMBOLOS GEOQUIMICOS

- Localizacion muestra geoquimica en sedimento de arroyo
- Anomalia de primer orden de Cu
- Anomalia de primer orden de Zn
- Anomalia de primer orden de Pb

CENTRO DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI	ESCUELA DE INGENIERIA
	PLAN GEOLOGICO - GEOQUIMICO DE DETALLE AREA BUENAVISTA

Esta Tesis se imprimió en Marzo de 1976 en los  
Talleres de Impresos Offsali-G, S.A., con Oficinas en  
Av. de los Poetas No. 340 (Frente a la Ciudad Univer-  
sitaria), Tel. 3-04-22 San Luis Potosí S. L. P