

201  
26



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**"ESTUDIO DE PROSPECCION GEOHIDROLOGICO  
DE LA ZONA LAS CUEVAS-LA PARTIDA,  
EN EL ESTADO DE COAHUILA"**

**TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO GEOLOGO**

**P R E S E N T A :**

**MARIA LUISA CRISTINA SIRNES BAUTISTA**

**TESIS CON  
FALLA DE COAHUILA**

MEXICO, D. F.

1989



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# I N D I C E

	Pág
I.- Introducción	1
I.1 Objetivos del estudio	2
I.2 Método de trabajo	
I.3 Trabajos previos	3
I.4 Agradecimientos	4
II.- Geografía	5
II.1 Localización	
II.2 Vías de comunicación	
II.3 Vegetación	7
II.4 Población y actividad económica	8
III.- Fisiografía y orografía	9
III.1 Fisiografía	
III.2 Orografía	11
IV.- Geología del área	12
IV.2 Geomorfología	14
IV.3 Estratigrafía	15
Sistema Cretácico	
Fm. Glen Rose	15
Fm. Telephone Canyon	17
Fm. West Nueces	18
Fm. Mcknight	18
Fm. Salmon Peak	19
Fm. Del Río	20
Fm. Buda	21
Fm. Boquillas	21
Fm. Austin	22
Terciarios Intrusivos	23
Aluvión Cuaternario	23
IV.4 Geología estructural	24
IV.5 Petrografía	26
IV.6 Geología Histórica	
IV.7 Tectónica	27
V.- Hidrología superficial	31
V.1 Climatología	
V.2 Estación climatológica	31
VI.- Hidrogeología	39
VI.1 Rocas permeables	
VI.2 Rocas ocasionalmente permeables	
VI.3 Rocas impermeables	40
VII.- Geoquímica del agua subterránea	41

VIII.- Funcionamiento del acuífero	54
IX.- Conclusiones	60
Recomendaciones	61
Bibliografía	62
Anexos	

## I. - INTRODUCCION

México para su desarrollo utiliza agua proveniente del subsuelo por lo cual la Geohidrología desempeña un importante papel, por tal motivo ha obligado a que se hayan adoptado técnicas tanto de prospección como de explotación de ese recurso.

Nuestro país presenta áreas semiáridas y áridas muy extensas en donde las precipitaciones pluviales son menores de 250 mm y esporádicas. En estos lugares se han localizado acuíferos en rocas calizas, que han ayudado en forma muy importante para el desarrollo de esas zonas.

El ingeniero geólogo juega un papel muy importante dentro de esta ciencia, ya que un acuífero es una unidad geológica saturada, con características litológicas, estratigráficas, petrológicas y estructurales particulares, de tal manera que tiene que incursionar en las áreas de prospección, cuantificación y manejo de dicho recurso.

En la actualidad, el aprovechamiento de las aguas subterráneas es de vital importancia para la subsistencia del hombre, en el futuro este problema será uno de los principales que se presenten debido a que van disminuyendo las reservas de agua y aumenta la contaminación debido al mal uso de las aguas de desechos.

En México el problema de la escasez de agua se debe en parte a la distribución tan irregular de las lluvias en el transcurso del año, por lo que ha sido necesario llevar a cabo estudios geohidrológicos para aprovechar las aguas del subsuelo con diversos fines.

La existencia de algunas estructuras geológicas favorables que contienen acuíferos confinados en ciertas partes de el país, constituyen reservas que son aprovechadas para usos: de abastecimiento de agua, industriales, para el desarrollo agropecuario y la generación de energía eléctrica.

Por lo tanto el presente estudio muestra los aspectos geológicos y geohidrológicos de una zona semiárida, en donde se encontraron condiciones negativas para el desarrollo de sus habitantes, ésta condición podrá determinarse con la información de la presente tesis.

## I.1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Los objetivos del presente estudio son:

- 1). Determinar las posibilidades acuíferas de las rocas sedimentarias de origen arrecifal.
- 2). Localizar áreas favorables para la perforación de pozos exploratorios.

Los resultados que se obtengan sirvan de guía para los programas exploratorios de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, en la parte norte del estado de Coahuila.

## I.2. METODO DE TRABAJO

Para cumplir con los objetivos planteados en el presente estudio hidrogeológico de la región antes mencionada se siguió la metodología que a continuación se indica:

a).-Recopilación de información como: estudios geológicos y geohidrológicos realizados con anterioridad en la zona de estudio y en áreas circunvecinas.

b).-Los trabajos de campo tuvieron una duración de doce meses, en los que se llevó a cabo el censo de los aprovechamientos del agua subterránea, toma de muestras para análisis químico y estudio geoquímico.

Se realizó la verificación de la geología recopilada, la toma de muestras de las unidades litológicas, para estudio petrográfico así como también la obtención de información geológico-estructural.

c).-Las actividades de laboratorio fueron los análisis químicos de 36 muestras de agua y el análisis petrográfico de 15 muestras de rocas seleccionadas.

d).-En el gabinete se concentró la información recopilada, la que se revisó y procesó como fue topografía, climatología, hidrometría y geología.

Se concentró toda la información obtenida en campo y el

laboratorio, finalmente se elaboró la presente tesis.

### I.3. TRABAJOS PREVIOS

Los estudios geológicos de carácter regional que tratan sobre el NE de México son diversos, además de que existen muchos trabajos inéditos. Tal es el caso de PEMEX que ha realizado investigaciones geológicas con fines petroleros.

Para el caso particular de la zona Las Cuevas-La Partida, hasta la fecha de la realización de la presente tesis sólo se cuenta con el estudio realizado por la Cía. Agrogeología S.A., para la S.A.R.H. en 1986.

Algunos de los últimos estudios o trabajos realizados sobre el NE de México son:

Humphrey (1956)

Realizó estudios de geología superficial en el NE de México, especialmente en el estado de Coahuila.

Smith (1970)

Trata sobre la estratigrafía del Cretácico Inferior en el NE de Coahuila, México.

Charleston (1981)

Resume la geología estructural y tectónica del estado de Coahuila, México.

Padilla (1986)

Trata sobre el tectonismo en el NE de México y su relación con la evolución del Golfo de México.

( Las referencias con los datos completos de estos autores se encuentran en la bibliografía, al final de la tesis ).

### I.4. AGRADECIMIENTOS

A la Dirección General de Administración y Control de Sistemas Hidrológicos de la Secretaría de Agricultura y Recursos

Hidráulicos, a través de su Director, Ing. Remo Loaiza García (1987), quien autorizó la utilización de datos que hicieron posible la realización del estudio.

Especial agradecimiento a la Compañía Agrogeología, S.A. a través de su Gerente General Ing. Enrique Espinosa Amador quien fungiendo como director de la presente tesis, aportó sus valiosas y acertadas sugerencias durante la realización de la misma.

Al Dr. Ricardo J. Padilla y Sánchez por su aportación incondicional, cuyos conocimientos enriquecen el contenido del presente estudio.

Al Ingeniero Miguel Vera Ocampo por su franca y decidida colaboración en la revisión del presente estudio; así como por su orientación brindada que de una forma u otra contribuyeron a mi superación personal.

A los Ingenieros Héctor Macías González, Rubén Martínez Guerra, Faustino Monroy Santiago y Emiliano Campos Madrigal por haber dedicado parte de su tiempo en la revisión de la presente tesis.

Al Ing. Benjamín Márquez por las facilidades prestadas en la recopilación de información.

A Ignacio De la Torre Arellano, Gerardo Pavón Remes, Salvador Ramírez Valles, Blanca Jiménez Juárez, J. José Ramírez Estrada e Ing. Edith Nolasco Montero, por su confianza y apoyo moral brindados.



## II.- GEOGRAFIA

### II.1. LOCALIZACION

La zona de estudio se ubica en el estado de Coahuila, parcialmente cubre los municipios de: Cd. Acuña y Zaragoza.

Se localiza entre los paralelos:  $29^{\circ} 00'$  y  $29^{\circ} 30'$  de latitud norte entre los meridianos  $101^{\circ} 25'$  y  $101^{\circ} 48'$  al oeste del meridiano de Greenwich.

El área cubre una superficie de  $2\ 000\ \text{Km}^2$  ubicada totalmente en el estado de Coahuila. Tiene una forma rectangular (ver plano de localización, Fig. 1).

### II.2. VIAS DE COMUNICACION

El sitio explorado está bien comunicado mediante las siguientes vías:

#### CARRETERAS

Para llegar a la región mediante carreteras pavimentadas se hace por la federal No. 57 que va de Saltillo a Cd. Acuña y Piedras Negras. De Cd. Acuña parte una carretera pavimentada hacia la presa de la Amistad. Estas carreteras sólo comunican la parte este del área pues hacia el oeste no existe ninguna carretera de este tipo y hacia la parte norte se encuentra la frontera con los Estados Unidos de Norteamérica.

A la localidad objeto de este estudio, se llega por la carretera que va de Cd. Acuña hacia la presa internacional de la Amistad y de allí parten dos terracerías que ambas van hacia el mineral la Linda y ranchos que existen. Estas terracerías son transitables todo el año.

#### FERROCARRIL

La comunicación ferroviaria con la Cd. de México y el resto del país se establece desde Cd. Acuña de donde parte la vía que va a Saltillo y de ahí al resto del país.

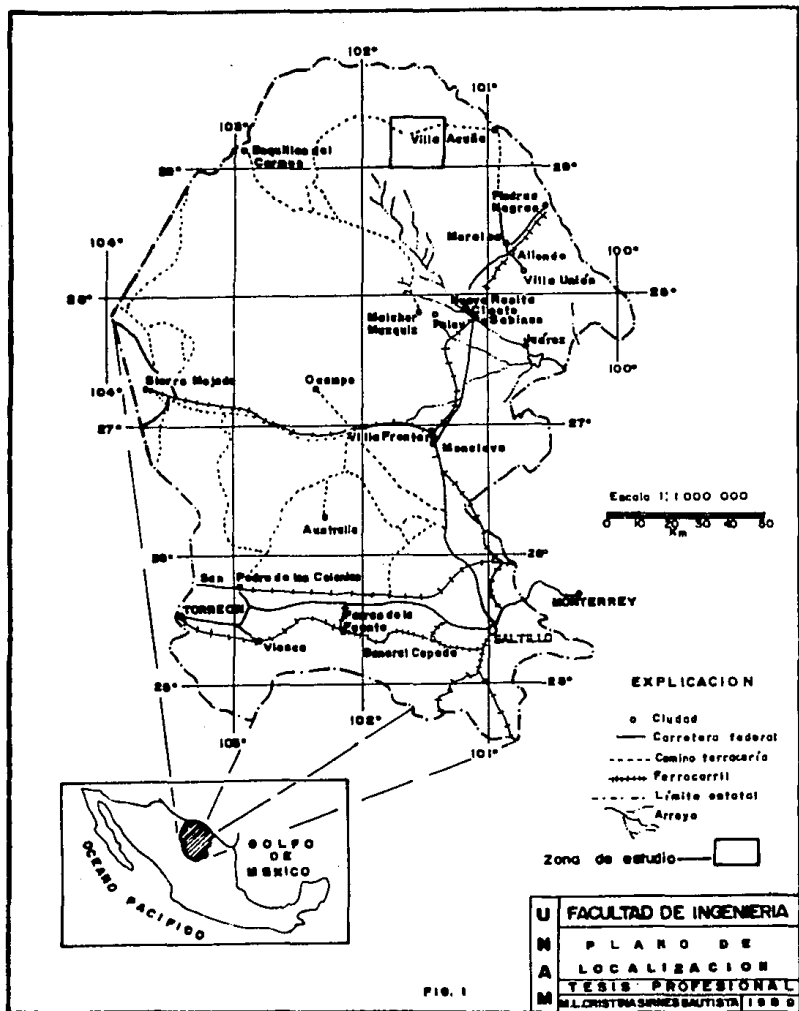


FIG. 1

U FACULTAD DE INGENIERIA  
 M PLANO DE  
 A LOCALIZACION  
 M TESIS PROFESIONAL  
 M M.L. CRISTINA SAINES BAUTISTA 1980

## AEROPUERTOS

La pista aérea pavimentada más cercana al área de estudio se localiza en Cd. Acuña; que es una pista corta únicamente para avionetas de poca capacidad, no hay servicio de aeropuerto.

Hay pistas de aterrizaje particulares, que son de terracería localizadas en varios ranchos, dentro de la zona de estudio.

### II.3. VEGETACION

La vegetación que se presenta en cada región está en función de la precipitación, tipo de suelo y elevación topográfica.

Por tanto, la vegetación que se observa en la región es la clásica de las zonas áridas debido a la baja precipitación pluvial, y a las altas temperaturas en el verano y bajas en invierno, que dan carácter extremoso.

El tipo de vegetación herbácea que se presenta y localiza en toda la zona es muy extensa.

La arbórea se distribuye principalmente a lo largo de los cauces de los ríos, arroyos y en las sierras que se localizan en esta localidad.

Las principales especies de cada grupo se enumeran a continuación.

Nombre común	Nombre científico
Herbáceas	
Uña de gato	Accacia greggii
Hiedra	Rhus eximia
Cenizo	Tucophy Iibun Texanus
Gobernadora	Larrea Divaricata
Candelilla	Euphorbia antisiphilitica
Una variedad de pastos naturales como:	Navajita
Cactáceas	
Palma	Yucca spp
Lechugilla	Agave Lechugilla
Nopal	Opuntia mexicana
Peyote	Laphora williamisii

La vegetación arbórea no es maderable por lo que silvícolamente no se explota.

#### II.4. POBLACION Y ACTIVIDAD ECONOMICA

La zona de estudio se localiza en el estado de Coahuila que es uno de los menos poblados de el país. En el IX Censo de Población de 1980 el estado presentó un número de 1 558 401 habitantes, con un crecimiento de población intercensal del 39.8 %, por lo que se estima que para el año de 1987 la población será de 1 992 271 habitantes.

En la región estudiada no existen poblaciones importantes, sólo rancherías con 100 ó 200 habitantes cada una o menos y en base a ello se estima una población del orden de los 7 000 habitantes.

#### ACTIVIDADES DE LA POBLACION

Las principales actividades a las que se dedica la población económicamente activa son: la ganadería, la agricultura, el comercio y la minería. Aunque la actividad principal es la ganadería.

La agricultura se realiza apoyando a la ganadería y también para autoconsumo.

#### SERVICIOS PUBLICOS

Las escuelas se localizan en las rancherías más grandes, impartándose básicamente la primaria completa.

El servicio de agua potable en las rancherías se proporciona mediante pozos profundos (más de 100 m de profundidad) además aprovechando pequeños manantiales cercanos a ellos. No existe servicio de energía eléctrica.

No funcionan oficinas de correos y telégrafos, estos servicios sólo existen en Cd. Acuña.

### III.- FISIOGRAFIA Y OROGRAFIA

#### III.1. FISIOGRAFIA

El área estudiada se encuentra ubicada dentro de la provincia fisiográfica denominada Región Montañosa de Coahuila, de acuerdo a la clasificación de Alvarez Jr. (1961). Fig. 2. Alvarez Jr. ubica a la región directamente al sur de la gran curva del río Bravo a una altura promedio de 600 m.s.n.m., se subdivide en tres partes, encontrándose en la parte centro-oriental constituida por calizas, lutitas y areniscas en pliegues asimétricos y recostados, orientados de noroeste a sureste.

#### III.2. OROGRAFIA

Para describir de una manera más amplia morfológicamente hablando, la región se ha dividido en dos zonas principales que son: la parte N - NE que cubre aproximadamente 1 000 Km<sup>2</sup> y corresponde a una planicie con pendientes muy suaves del orden de 4 - 5 %, con pequeñas lomas, entre las más notables están el Gato, la Goteras y Piedras Caídas con alturas de hasta 50 metros.

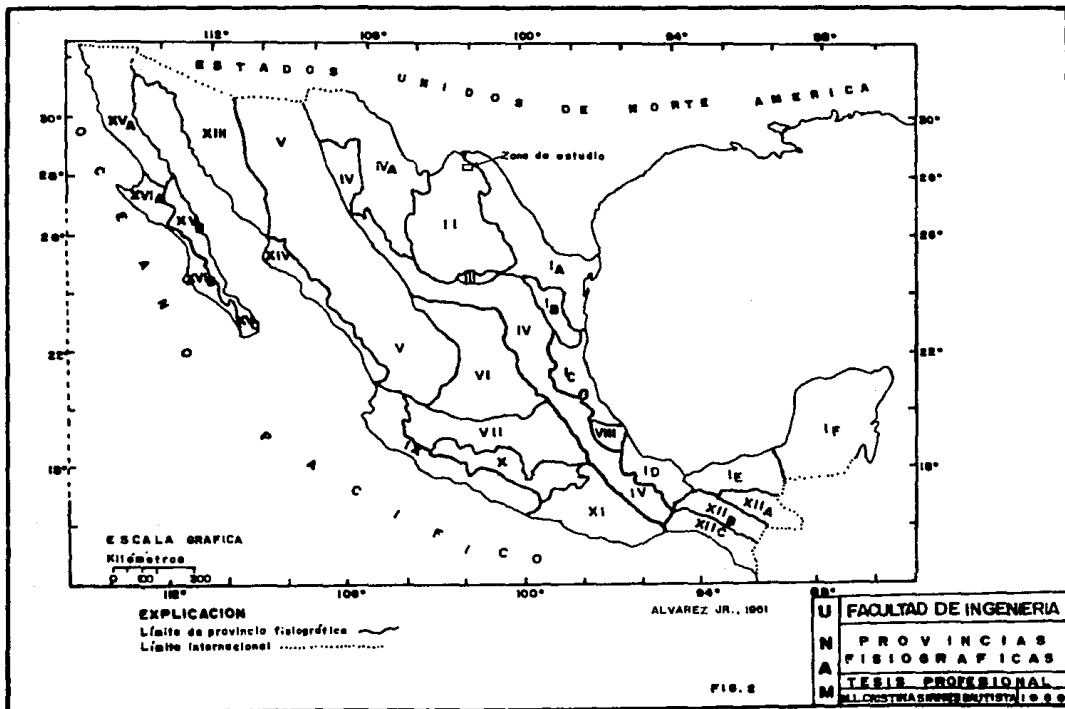
La altura sobre el nivel del mar de esta gran planicie, es en promedio de 500 m, bajando hasta los 400 m, hacia la parte NE del área.

La red de drenaje que presenta no está bien integrada, con un patrón subparalelo, las corrientes en su mayoría son intermitentes. Sobre esta planicie atraviesa la terracería que va de Cd. Acuña a Boquillas del Carmen.

La otra parte del área que corresponde al S-SW es la más abrupta abarcando aproximadamente 1 000 Km<sup>2</sup>.

Esta zona esta formada por algunas sierras alargadas no muy bien definidas con una orientación NE-SW, cuyas longitudes varían de los 32 Km (Sierra la Espada) a pequeñas sierras de 5-10 Km (como la sierra al norte de Loma Palomas).

La sierra del Burro abarca aproximadamente 40 Km, con una orientación NW-SE, la cual no se encuentra bien delimitada. La altura relativa del cerro del Burro es de 1 110 m y 360 de altura absoluta.



Las mayores elevaciones se observan en la sierra el Bonito al SW del área, alcanzando 1 966 m.s.n.m. y 966 m de altura absoluta. Las pendientes que presenta son muy abruptas del orden de 15%.

En esta zona abrupta existen también algunos cerros aislados como el Pico la Rana, el Centinela y Pico San Agustín con promedio de altura absoluta de 250 m y elevaciones sobre el nivel del mar de 1 200 m.

## IV.- GEOLOGIA DEL AREA

### IV.1. GENERALIDADES

El estudio geológico de la zona se llevó a cabo mediante la recopilación de la información existente que se logró obtener como fueron: planos geológicos de la INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática) (antigua DETENAL), Estudio Geológico del Noreste de Coahuila, México; compilado y editado por Charles Isaac Smith, en el año de 1970.

La descripción de las unidades geológicas fue obtenida con el conocimiento que se tiene de la región y verificación de campo que se llevó a cabo, complementada con el reporte de investigaciones número 65 de la Universidad de Texas.

La información obtenida se vació en los planos topográficos de la INEGI (antigua DETENAL); con base en ese plano preliminar se procedió a planear los recorridos para la verificación de campo, que fueran lo más representativos del área, durante las visitas a esos lugares se anotaron las características litológicas, estratigráficas, granulométricas, etc. de las formaciones de roca que afloran.

De las muestras que se colectaron durante la verificación se seleccionaron quince, que se consideraron las más representativas del área, a ellas se les realizó el estudio al microscopio petrográfico correspondiente, los resultados obtenidos se presentan al final de capítulo.

### IV.2. GEOMORFOLOGIA

El relieve topográfico del área es un reflejo de las estructuras, de las rocas sedimentarias cretácicas depositadas en la Paleolaguna de Maverick, cuyos pliegues anticlinales presentan echados muy suaves.

La región presenta, hacia la parte norte, un relieve de valles y lomeríos suaves, mientras que en la porción sur la topografía es abrupta y corresponde a la sierra del Burro.

Se distinguen las siguientes unidades geomorfológicas: sierras, lomeríos, valles y cañones. A continuación se describe cada una de ellas (Fig. 3)



# CROQUIS FISIOGRAFICO

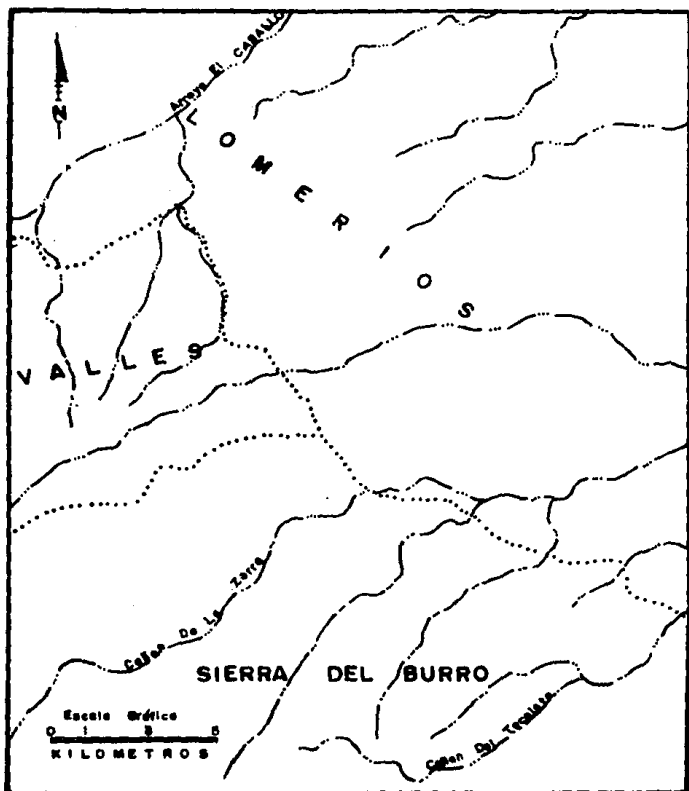


FIG. 3  
FI- UNAM TESIS PROFESIONAL 1989.  
M. L. CRISTINA SIRNES BAUTISTA

EXPLICACION

Arroyo

Límite fisiográfico.....

## SIERRA

La porción sur de la zona estudiada forma parte de la sierra del Burro que corresponde a un anticlinal de tipo dómico cuyos flancos presentan pendientes suaves del orden de 3 - 5 % y poco relieve.

Estructuralmente son anticlinales amplios. Se encuentra densamente disectado por arroyos que dan origen a un sistema de drenaje dendrítico el cual al cortar las formaciones aflorantes hace que los contactos geológicos tiendan a seguir una misma curva de nivel. Las partes más altas de la sierra se elevan alrededor de 1 200 metros sobre el nivel del mar que va disminuyendo suavemente hacia la porción central de la zona de estudio, donde la elevación del terreno es alrededor de 800 m. s. n. m.

## LOMERIOS

La porción norte de la zona en estudio está constituida por una serie de lomeríos con pendientes suaves, redondeados, los cuales se han desarrollado principalmente sobre las calizas de la Formación Salmon Peak.

Los escurrimientos superficiales en estos lomeríos son sensiblemente paralelos y corren en dirección suroeste - noreste, para descargar al río Bravo. Los lomeríos tienen una pendiente suave hacia el norte que desciende de 700 m. s. n. m., en la parte central de la zona de trabajo y 500 m. s. n. m. en la porción noreste.

## VALLES

Entre los lomeríos que forman la parte central de la zona de estudio, se encuentran algunos valles, principalmente en los alrededores del rancho La Huertana. Estos valles drenan hacia el noreste con una elevación aproximada de 700 m. s. n. m.

## CAÑONES

La sierra del Burro se caracteriza por estar densamente disectada por corrientes fluviales, dentro de un sistema paralelo - dendrítico. Los cauces principales tienen un sistema paralelo con una orientación general noreste - suroeste y conforme penetran en la sierra forman cañones que atraviesan parte de la columna estratigráfica.

Los principales corresponden a los cañones de: Buenos Aires, La Zorra, El Tecolote, Los Arboles y La Espada. En algunos sitios estos cañones muestran acantilados hasta de 300 metros.

#### IV.3. ESTRATIGRAFIA

En la zona de estudio afloran sedimentos calcáreos marinos de edad cretácica cubiertos en algunos sitios por materiales aluviales producto de la erosión de las mismas rocas calcáreas. También afloran rocas ígneas intrusivas. (Anexo I y 2).

Las unidades geológicas que afloran en la zona de estudio son las siguientes Formaciones: Glen Rose, Telephone Canyon, West Nueces, Mcknight, Salmon Peak, Del Río, Buda, Boquillas, y Austin, así como intrusivos terciarios y aluvión cuaternario.

A continuación se describen estas unidades en orden cronológico, empezando por la más antigua. En la tabla ( 1 ) se presenta la correlación estratigráfica de dichas unidades.

#### FORMACION GLEN ROSE

Este término fue dado por R.T. Hill (1891, p 504) para la parte superior del grupo Trinity, en la parte norcentral de Texas.

Edad.- Albiano Inferior (según L.B. Kellum y S. Charleston, 1964).

Descripción.- Consiste de una alternancia de calizas resistentes y margas suaves, las cuales intemperizan formando escalones topográficos característicos. En algunas secciones se observan ciertos cambios en la textura presentándose, de la base a la cima una caliza mudstone alternando con lutitas, caliza en estratos medianos, caliza grainstone alternando con lutitas, caliza en estratos gruesos y delgados, en ocasiones margosas.

En la base se llega a encontrar un horizonte de caliza grainstone, oolítico - pelítica, con cavidades de disolución y manchas de óxido de fierro, esta superficie se interpreta como una discordancia (Smith, 1970).

Sobreyace a la anterior una caliza wackstone nodular, con fragmentos de conchas alternando con una caliza grainstone pelítica.

**TABLA I**  
**TABLA DE CORRELACION ESTRATIGRAFICA**

		NUEVO LEON (1)	BOQUILLAS DEL CARMEN, COAH.(2)	AREA DE ESTUDIO (2)	PIEDRAS NEGRAS LAREDO (3)	
E D A D		FORMACIONES	FORMACIONES	FORMACIONES	FORMACIONES	
<b>CENOZOICO</b>	<b>CUATERNARIO</b>	ALUVIONES	ALUVION	ALUVION	ALUVION	
	<b>TERCIARIO</b>		?		CONGLOMERADO SABINAS	
	<b>OLIGOCENO</b>		IGNEO EXTRUSIVO			
	<b>MIOCENO</b>	YEGUA COOK-MOUNTAIN	IGNEO INTRUSIVO	IGNEO INTRUSIVO	COOK MOUNTAIN	
	<b>PLIOCENO</b>	WILCOX-INDIO			NAVARRO TAYLOR WILCOX	
	<b>PLEISTOCENO</b>	MIDWAY			MIDWAY	
	<b>MESOZOICO</b>	<b>CRETACICO SUPERIOR</b>	DIPUNTA	TERLINGUA		NAVARRO TAYLOR
		<b>CRETACICO MEDIANO</b>	PARRAS	SAN VICENTE	AUSTIN	AUSTIN
		<b>CRETACICO INFERIOR</b>	TURONIANO	BOQUILLAS	BORNILLAS	TABLE FORD
		<b>CRETACICO INFERIOR</b>	INDIGURA	SUDA	SUDA	SUDA
<b>CRETACICO INFERIOR</b>		CUESTA DEL CURA	DEL RIO	DEL RIO		
<b>CRETACICO INFERIOR</b>		ALBIANO	SANTA ELENA	DEVILS RIVER	SALMON PEAK DEVILS RIVER MCKNIGHT WESTMELES	
<b>CRETACICO INFERIOR</b>		AURORA	SUE PEAK	RIVER	TELEPHONE CANYON WLEN ROSE	
<b>CRETACICO INFERIOR</b>		APTIANO	LA PEÑA			
<b>CRETACICO INFERIOR</b>			CUPIDO			
<b>CRETACICO INFERIOR</b>		TARAISES	LA MULA			
<b>JURASICO SUPERIOR</b>	TITONIANO	LA CASITA				
<b>JURASICO SUPERIOR</b>		OLVIDO				
<b>JURASICO SUPERIOR</b>		ZULOAGA				
<b>JURASICO SUPERIOR</b>	CAONIANO	MINAS VIEJAS				
<b>JURASICO SUPERIOR</b>	SANTONIANO					
<b>JURASICO SUPERIOR</b>	SAUCOIANO					
<b>TRIASICO</b>						
<b>PERMIANO</b>						
<b>PERMIANO</b>			PALEOZOICO METAMORFICO			

NOTA. (1) E LOPEZ RAMOS, 1970 (2) C.LSMITH, 1964 (3) PEMEX

F1- UNAM TESIS PROFESIONAL 1989.  
M.L. CRISTINA SIRNES BAUTISTA

Se observaron lentes y nódulos de pedernal. Comúnmente intemperiza formando fragmentos ovoides. Presenta poco fracturamiento en dos direcciones sensiblemente perpendiculares y de orientación variable. Estas fracturas son más notables en estratos gruesos de la parte superior. Se depositó en mares someros. La determinación de la edad de la Formación está basada en fósiles colectados e identificados por L.B. Kellum y Santiago Charleston. Algunos de ellos son: Exogyra quitmanesis, Douvilliceras sp. y Orbitulina texana, utilizando este último como fósil índice.

Espeor.- El espeor de esta Formación es de 525 metros aproximadamente.

Distribución.- Esta Formación aflora ampliamente en el Arroyo de la Zorra, a la altura del cerro del Centinela.

Correlación.- Se correlaciona con la Formación La Paila del sur del estado de Coahuila.

#### FORMACION TELEPHONE CANYON

Edad.- Albiano medio (según L.B. Kellum)

Descripción.- Consiste de gruesas capas de caliza wackstone margosa nodular y margas fosilíferas amarillentas, separadas por caliza packstone de Gryphaea y caliza wackstone con fragmentos de conchas, en estratificación delgada. Se encuentra fracturada, sin embargo, la densidad de fracturamiento es baja.

La fauna colectada en varias localidades fue identificada por L.B. Kellum como Gryphaea mucronata, Exogyra texana y otros; no obstante ninguno de los fósiles marcan la edad exacta, aunque comprenden una fauna típica del Albiano Medio y característica de la Formación Walnut de Texas. Fue depositada en un ambiente de aguas someras, en el límite entre la plataforma y la línea de costa, en aguas tranquilas que propiciaron el desarrollo de moluscos.

Espeor.- tiene un espeor de alrededor de 26 metros.

Distribución.- Esta Formación aflora en la estribación norte de la sierra del Burro.

Correlación.- Se correlaciona con la Formación Walnut de Texas.

### FORMACION WEST NUECES

Edad.- Albiano Medio.

Descripción.- Consiste principalmente de calizas mudstone en estratos delgados y gruesos hacia la parte inferior, con abundantes pelletes. Incluye pequeños gasterópodos y capas de pedernal. Los sedimentos que constituyen a esta formación se depositaron dentro de la laguna de Maverick la cual tiene su límite en el oeste de la zona de estudio, donde cambia lateralmente al complejo arrecifal denominado Devil's River.

Correlación.- se correlaciona con las formaciones Devil's River, Del Carmen y Aurora.

### FORMACION MCKNIGHT

Edad.- Albiano Medio

Descripción.- Esta formación ha sido dividida en tres miembros, mismos que a continuación se describen: el miembro inferior consiste de una caliza gris en capas delgadas que incluyen miliolidos y gasterópodos. Su textura varía de wackstone y presenta fósiles de tipo Gryphaea, así como litoclastos y pelletes. En esta porción de la formación no se han encontrado evaporitas, solamente algunos cristales pseudomorfos de sales que han sido detectados a partir de láminas delgadas de roca.

La porción media de la Formación Mcknight consiste de una caliza con abundantes amonitas del tipo Oxytropidoceratid. Tiene un color blanquizo y prácticamente no existe vegetación, por lo que es fácilmente reconocible en el campo, así como en fotografías aéreas. La porción superior de dicha formación está constituida por capas de brechas, separadas por capas delgadas de caliza de textura variable. Se encuentra pedernal en forma de delgadas capas nodulares, así como con fragmentos rojos dentro de las capas de brechas. Esta parte superior está caracterizada por incluir pelletes fecales, así como por la ocurrencia de un tipo de pelletes poco usual conocido como Ribbon Pelletes.

Se considera que la parte superficial de la Formación Mcknight estuvo conformada inicialmente por evaporitas, principalmente yesos y anhidritas, las cuales fueron removidas por el agua

subterránea dando por resultado el colapso de capas de caliza y la formación de brechas, las que son evidencia actual y característica de esta formación. En algunos sitios donde existieron evaporitas que fueron lixiviadas por aguas meteóricas se encuentran oquedades.

Se depositó en un ambiente de aguas someras, dentro de la laguna de Maverick. Se encuentra cubriendo a la Formación West Nueces y subyaciendo a la Formación Salmon Peak.

Espesor.- El miembro inferior tiene aproximadamente 50 metros de espesor. La porción media tiene un espesor aproximado de 13 metros en capas de caliza que varían de delgadas a laminares.

La porción superior de la Formación Mcknight está formada por capas de brechas de alrededor de 15 metros, separadas por capas delgadas de caliza de textura variable.

Distribución.- Aflora en forma de cordón alargado en una franja este - oeste ubicada al centro de la zona de estudio.

Correlación.- Se correlaciona con las formaciones: Devil's River, Sue Peak y Aurora hacia el oeste, como puede observarse en la tabla de correlación.

#### FORMACION SALMON PEAK

Edad.- Albiano Superior

Descripción.- Ha sido dividida en dos partes, las que a continuación se describen: la parte inferior está constituida por gruesas capas de caliza con Globigerinas, las cuales tienen una textura que va de mudstone a wackstone. Se llega a encontrar pedernal en forma de capas nodulares.

La porción superior de la Formación Salmon Peak forma una especie de lengua que proviene del arrecife Devil's y que se acuña en dirección al este. Consiste de calizas grainstone en capas medianas, que en su porción superior presenta miliolidos y gasterópodos.

Los estratos no son claros y dan el aspecto de masivos. Tiene abundante fracturamiento en la parte intemperizada. Su textura es

fina ( mudstone ) y en los planos de estratificación generalmente se observan estilolitas. Aflora en el piso del cauce fluvial del arroyo de la Zorra.

Se depositó en un ambiente de aguas someras, dentro de la laguna de Maverick.

Espesor.- La parte inferior tiene un espesor de más de 100 metros. La porción superior de la formación tiene un espesor aproximado de 100 metros que disminuye hacia el este.

Distribución.- Aflora principalmente al centro del área estudiada. Afloramientos claros de esta unidad se encuentran a lo largo del arroyo de la Zorra, a la altura del rancho San Miguel; donde forman los acantilados, observándose bancos gruesos de 1 a 3 metros de espesor.

Correlación.- Se correlaciona con las formaciones: Devil's River, Santa Elena y Aurora.

#### FORMACION DEL RIO

Hill y Vaughan en 1898, llamaron Formación del Río a los sedimentos que afloran en el valle del Río Bravo cerca de la ciudad Del Río, Texas.

Edad.- Albiano Superior

Descripción.- Esta formación está constituida por rocas arcillosas con abundantes nódulos de pirita. Tiene un color al intemperismo rojizo o amarillento. Dentro de esta formación se distinguen 3 miembros. El miembro inferior litológicamente consiste de una caliza wackstone margosa, nodular. El miembro medio es una caliza similar a la anterior pero de consistencia más suave. El miembro superior está compuesto de caliza mudstone blanca, quebradiza, de estratificación media.

Hacia el suroeste, no es posible distinguir ninguno de estos tres miembros, por tanto se describe como una caliza de estratificación de delgada a media, de textura mudstone, y dúctil. Sus fósiles más comunes son: Exogyra arietina, Haplostiche texana, foraminíferos y equinoideos. Se depositó en aguas poco profundas. Descansa discordantemente sobre la Formación Devi's River y concordantemente sobre la formación Salmon Peak. Subyace



concordantemente a la formación Buda.

Espesor.- En la formación se distinguen 3 miembros; el inferior tiene un espesor de 3 a 6 metros. El miembro medio es de 9 a 16 metros de espesor, y el miembro superior tiene un espesor de 11 a 19 metros.

#### FORMACION BUDA

La formación "Caliza Austin", tuvo su nombre aplicado por vez primera por Shumard en 1860 en su localidad tipo en la ciudad de Austin, Texas.

Edad.- Cenomaniano Inferior-Albiano Superior.

Descripción.- Se puede dividir en 3 partes que son las siguientes: La parte baja litológicamente consiste de una caliza wackstone, nodular, poco compacta, en parte margosa. La parte media es una caliza margosa poco consolidada, y la parte superior es una caliza mudstone. Se encuentra generalmente fracturada. Se depositó en aguas poco profundas.

Descansa concordantemente sobre la Formación del Río y se encuentra cubierta por la Formación Boquillas.

Espesor.- Como se dividió en 3 partes, la parte baja tiene un espesor de 3 a 6 metros, la porción media tiene un espesor de 10 a 18 metros y la parte superior; entre 12 y 20 metros. Los estratos de toda la Formación varían en espesor de delgados a medios.

Distribución.- Esta Formación aflora en la parte norte del área de trabajo.

Correlación.- Se correlaciona con la Formación Eagle Ford.

#### FORMACION BOQUILLAS

Esta formación fue descrita por G.A. Kiersh, Hughes y Warren (a 952, pag. 794, 806), para un trabajo de localización estructural de agua subterránea en calizas en el distrito Big-Bend, del estado de Texas, E.E.U.U. y la región de Boquillas en el estado de Coahuila, México.

Edad.- Genomaniano Superior - Turoniano.

Descripción.- Para su descripción litológica se ha dividido en 3 miembros, que de la base a la cima se describen a continuación.

Unidad A:- Consiste de una alternancia de caliza de grano fino, de coloración gris clara, petrolífera, con lutitas negras que se desprenden en delgadas láminas con tendencia a agrietarse.

Unidad B:- Roca arcillosa laminar, físil, de color negrusco.

Unidad C:- Caliza de color gris de grano fino y estratificación mediana.

Se depositó en un ambiente de plataforma de aguas someras. Descansa discordantemente sobre la Formación Buda e infrayace a la Formación Austin transicionalmente.

Espesor.- Como se dividió en 3 unidades a continuación se da el espesor de cada una de ellas.

Unidad A:- El espesor aproximado de esta unidad es de 22 metros.

Unidad B:- Su espesor es de 39 metros.

Unidad C:- El espesor es de 68 metros aproximadamente.

El espesor total de la Formación Boquillas resulta de 129 metros aproximadamente.

Distribución.- Esta formación aflora en la porción norte del área de trabajo.

Correlación.- Es correlacionable con las Formaciones Eagle Ford, Agua Nueva, Indidura y Soyatal.

#### FORMACION AUSTIN

Edad.- Santoniano-Coniaciano

Descripción.- Litológicamente consiste de calizas de color gris claro, litoclastica, en ocasiones margosa, de estratificación mediana, con alternancia de lutitas delgadas. Algunas veces su

composición litológica es muy similar a la que presenta la Formación Boquillas, aunque existen diferencias en el comportamiento por intemperismo, ya que la Formación Austin sufre desprendimientos en fragmentos ovoides, mientras que la Formación Eagle Ford se desprende en lajas delgadas. Se depositó en un ambiente de aguas someras. Se encuentra sobreyaciendo a la Formación Boquillas.

Espesor.- El espesor aproximado de esta Formación es de 200 metros.

Distribución.- Aflora en el extremo norte del área de trabajo.

Correlación.- La Formación Austin es contemporánea del Grupo Austin de Texas y puede correlacionarse con las formaciones San Felipe y Parras.

#### TERCIARIOS INTRUSIVOS

En la porción sur de la zona de estudio se encuentran seis afloramientos de rocas intrusivas, dos de ellos conocidos como cerro San Graciano y cerro San Pedro.

Forman parte de una fractura regional orientada este-oeste que continúa con afloramientos del mismo tipo hacia los cerros: Prieto, Pico Etéreo, La Cueva, El Fuste, El Veinte, La Salada, Colorado y Nevado.

Se considera que se emplazaron durante el Terciario.

#### ALUVION CUATERNARIO

En la parte central de la zona en estudio, se encuentra una franja alargada orientada este-oeste, la cual está cubierta por materiales aluviales como arenas, gravas, arcillas y cantos rodados, los cuales son el producto de la erosión e intemperismo de las rocas calcáreas marinas. Tiene un espesor muy reducido ya que en la parte baja de los lomeríos, donde surcan los cauces de los arroyos, generalmente afloran las rocas calizas del Cretácico Superior, de donde se estima que el espesor de estos materiales va de 1 a 15 metros.

#### IV.4. GEOLOGIA ESTRUCTURAL

En este inciso el objetivo a tratar es mostrar los elementos estructurales más importantes de la zona en estudio, como son los sistemas de fallas y fracturas, los cuales son el resultado directo de los eventos tectónicos y que han tenido influencia sobre las rocas ya existentes.

Por tanto la zona de trabajo corresponde al flanco norte del anticlinal dómico sierra del Burro, con una orientación preferencial NW - SE, el cual presenta echados muy suaves del orden de  $3^{\circ}$  a  $5^{\circ}$ . Sobre este anticlinal se encuentran fallas normales producidas por el esfuerzo que originó el plegamiento, las cuales tienen una orientación general NE - SW.

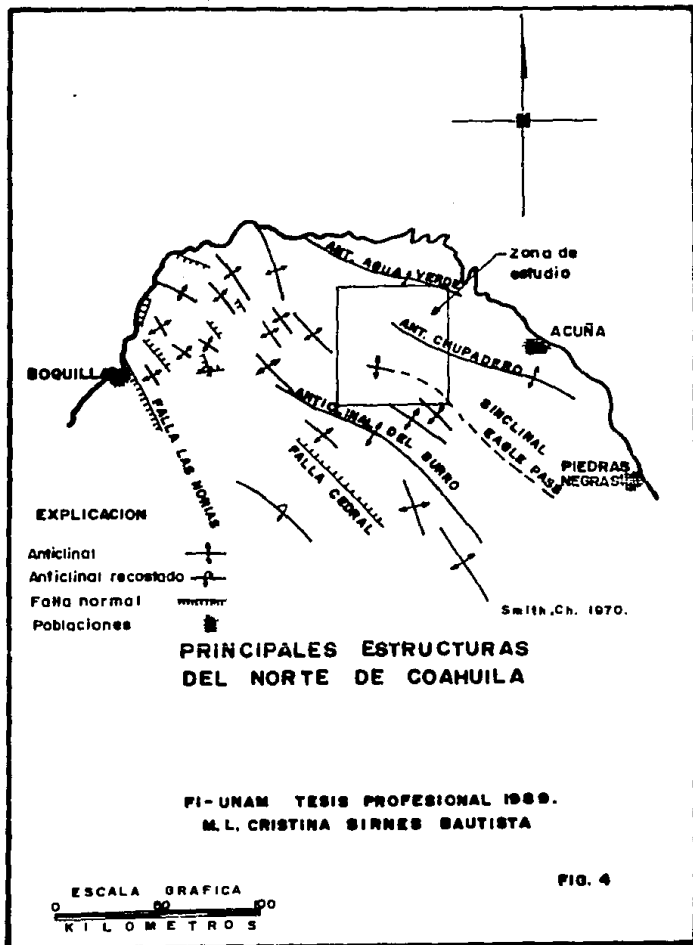
Sobre este tipo de fallas se ha establecido el principal drenaje fluvial.

Gran parte de las rocas del Cretácico, que afloran en la región, se presentan densamente fracturadas debido a que corresponden a calizas en estratos delgados de baja compacidad.

Las rocas de mayor compacidad corresponden a las calizas de las formaciones: Salmon Peak, West Nueces, Telephone Canyon y Glen Rose, en las que se advierten fracturamientos en dos direcciones principales: N - S y N  $40^{\circ}$  W.

En la figura ( 4 ) se muestran las principales estructuras del norte de Coahuila. Donde se incluye el gran anticlinal del Burro sobre el que, asociados a sus flancos, se encuentran varios plegamientos menores con una orientación paralela al eje principal, o sea NW - SE. Los echados de los flancos de estos plegamientos son muy suaves (  $3^{\circ}$  -  $5^{\circ}$  ).

Hacia el norte de la zona de estudio se encuentra el anticlinal de Chupadero, el cual corresponde a una suave flexión de las capas del Cretácico cuyo eje tiene una orientación ESE - WNW. En la parte suroeste y fuera del área de trabajo, se localizan fallas de grandes dimensiones como son: El Cedral y Las Norias; sin embargo, dentro de la zona no se encuentra este tipo de estructuras regionales, solamente fallas locales que generalmente son de tipo normal.



#### IV.5 PETROGRAFIA

Durante los recorridos geológicos se obtuvieron muestras de roca en sitio de las formaciones que se consideraron de interés para completar la verificación geológica de los levantamientos existentes.

Se obtuvieron 15 muestras, a las cuales se les realizaron láminas delgadas de roca las que fueron estudiadas desde el punto de vista petrográfico, los resultados se resumen en el cuadro 1.

#### IV.6 GEOLOGIA HISTORICA

##### Generalidades

Para analizar la evolución tectónica de la zona en estudio, es necesario tomar en cuenta la secuencia litológica existente. De los eventos geológicos acontecidos, se hará mención de aquellos que se tenga evidencia dentro del área, por tanto se abarcará desde el Cretácico Inferior hasta el Reciente.

Se dará una breve explicación de los eventos geológicos que se hayan efectuado, y la relación existente de estos eventos con la Paleogeografía preponderante en cada una de las etapas geológicas por las que atraviesa el área en la cual se desarrolló el presente estudio.

En el Oxfordiano Tardío - Kimeridgiano Temprano, sedimentos terrígenos fueron depositados en la parte oeste del golfo de Sabinas y a lo largo de los bordes de la península El Burro - Peyotes.

En el Cretácico Temprano una secuencia gruesa de carbonatos empezaron a desarrollarse. La península El Burro - Peyotes y las islas de Coahuila y la Mula fueron emergidas y bordeadas por sedimentos terrígenos.

Durante el Hauteriviano - Aptiano Temprano, la península El Burro - Peyotes y la isla de Coahuila eran parcialmente bordeadas por areniscas de la Fm. La Mula (Padilla, 1982).

A principios del Cretácico Superior empezaron a depositarse sedimentos clásticos y carbonatos de las Formaciones Del Río y

Buda, provenientes de las áreas que empezaban a emerger hacia el oeste como consecuencia de la Orogenia Laramide.

Durante el Coniaciano - Santoniano el patrón sedimentario, tuvo un ligero cambio. La mayor parte de esta área fue cubierta por aguas poco profundas de carbonato y lutita, el cual ha sido considerada como equivalente de el Grupo Austin (López-Ramos, 1980).

Durante el Terciario, el paquete sedimentario del Cretácico, fue afectado intensamente por los movimientos tectónicos ocasionados por la Orogenia Laramide; provocando que en los valles sinclinales y las fosas tectónicas (grabens), se depositaron sedimentos clásticos que es de lo que están compuestos los Valles Aluviales; probablemente a fines del Terciario cesaron los esfuerzos orogénicos.

Durante el Cuaternario, el proceso erosivo siguió rellenando los mencionados valles, hasta lograr las características superficiales que se observan en la actualidad.

#### IV.7 TECTONICA

Las estructuras y evolución tectónica del NE de México han sido motivo de discusión por varios autores como Kellum (1936), Imlay (1936), Kane (1936), Humphrey (1956) y Padilla (1986).

A finales del Cretácico y principios del Terciario, el área de Coahuila sufre una deformación, relacionada con la Orogenia Laramide. Después de haberse considerado las reconstrucciones hechas por los autores antes mencionados se decidió adoptar el de movimientos de cizalleo sinistral durante el Paleoceno Tardío y Eoceno Temprano (Padilla op. cit., 1982).

El grado de deformación en rocas mesozoicas fue controlado por la posición de los elementos paleogeográficos del Jurásico Superior (Humphrey, 1956, p. 25)

Los anticlinales que forman el plegamiento marginal de Coahuila son más estrechos que largos, sus ejes se orientan en dirección NW-SE y guardan una distribución "en echelón" muy característica.

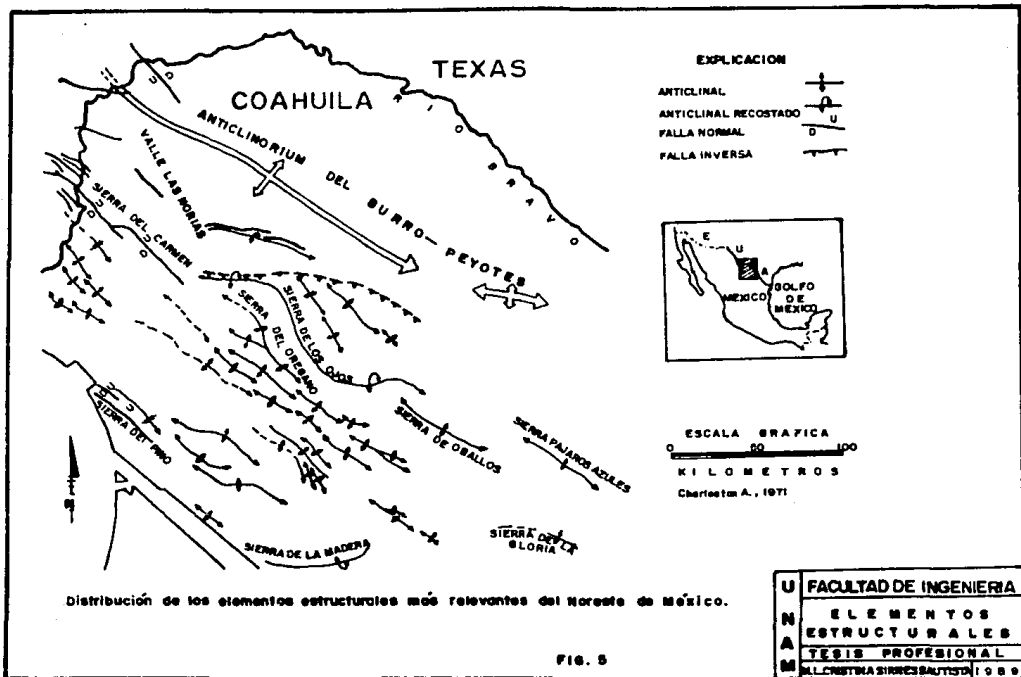
### Anticlinorium Burro - Peyotes

El área de este estudio queda fuera, del anticlinorium Burro-Peyotes, pero su cercanía a este elemento paleogeográfico ejerció influencia en cuanto al tipo y dirección de fallas y plegamientos. Este anticlinorium se caracteriza por estar formado por una serie de pliegues anticlinales abiertos, que en conjunto constituyen una estructura alargada cuyo eje está orientado en dirección NW-SE. El eje está mejor definido en la porción que corresponde a la sierra del Burro.

Existen algunas fallas e intrusiones de rocas ígneas que afectan notablemente a los pliegues del anticlinorium.

Entre las más importantes destacan la falla de Agua Verde y la del Carmen que se localizan en la parte norte, como se puede observar en la fig. (5).





CUADRO 1

RESUMEN DE LOS ESTUDIOS PETROGRAFICOS

MUESTRA No.	CLASIFICACION	FORMACION	GEOLOGICA
1	BIONICRITA	SALMON	PEAK
2	BIONICRITA	SALMON	PEAK
4	GALIZA MICRITICA	GLEN	ROSE
5	BIONICRITA	GLEN	ROSE
6	GALIZA MICRITICA	GLEN	ROSE
7	BIONICRITA	WEST	NUECES
8	BIONICRITA	WEST	NUECES
9	BIONICRITA	SALMON	PEAK
10	GALIZA FOSILIFERA	MCKNIGHT	
11	GALIZA RECRISTALIZADA	SALMON	PEAK
13	GALIZA MICRITICA	GLEN	ROSE
14	BIONICRITA	GLEN	ROSE
18	GALIZA FOSILIFERA	SALMON	PEAK

## V. - HIDROLOGIA SUPERFICIAL

### V.1. CLIMATOLOGIA

#### GENERALIDADES

La zona de estudio se localiza en la región al norte de la República Mexicana muy cerca a la frontera con los Estados Unidos de Norteamérica. En ella existen estaciones climatológicas que se localizan un tanto dispersas y las que se encuentran dentro del área de estudio cuentan con muy poca información; la mayoría se encuentra suspendida y sus datos no son confiables para elaborar el estudio, por lo que se procedió a localizar estaciones cercanas al área con información más completa.

### V.2. ESTACION CLIMATOLOGICA

Analizados los registros de las estaciones meteorológicas próximas a la zona, se llegó a la conclusión de que la estación de Palestina es la más conveniente para hacer el estudio del clima por tener registros de lluvia, temperatura y evaporación de un período de 30 años, faltando solamente valores de lluvia máxima en 24 horas. (Localizada a 50 km del área de estudio)

Esta estación se localiza en las coordenadas norte latitud  $29^{\circ} 09' 00''$  y longitud al oeste de Greenwich  $101^{\circ} 56' 00''$ . La opera la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y los registros con los que cuenta corresponden al período de observación de 1951 a 1980.

A continuación se describe cada uno de los elementos climatológicos.

#### LLUVIA

La lluvia media anual tiene un valor de 493.7 mm correspondiente al período 1951 - 1980. Como se puede observar en el cuadro (2) durante todos los meses con excepción de septiembre, los valores mínimos de lluvia han sido de ceros, habiendo ocurrido durante varios años.

De acuerdo a los valores de lluvias mensuales, se pueden apreciar

dos periodos, uno seco, de noviembre a marzo y otro de lluvia, de abril a octubre, presentándose un máximo en el mes de septiembre.

El valor de la lluvia en el periodo seco es de 86.7 mm correspondiendo al 17.6 % del total y del periodo de lluvias de 407.0 mm correspondiendo al 82.4 % del total.

El año con mayor cantidad de lluvia fue el de 1969 con 782.1 mm y el de menor cantidad de lluvia, el de 1956 con un valor de 45.5 mm.

#### TEMPERATURA

1980. En el cuadro (2) se indican los valores de temperaturas medias, máximas y mínimas, de donde se desprende que el valor medio mensual más bajo es de 9.7 °C el medio mensual más alto es de 30.4 °C.

El valor máximo registrado en el periodo de observación fue de 49 °C que ocurrió durante varios días del mes de julio de 1974 y la mínima registrada fue de -15 °C ocurrida el día 2 de febrero de 1951.

#### EVAPORACION

La evaporación media anual es de 2 372. 00 mm, siendo los meses con mayor evaporación de 300 mm, julio y agosto y los de menos de 100 mm, diciembre y enero.

Como se aprecia en el cuadro (2), en todos los meses el valor medio mensual de evaporación es mayor que el valor medio mensual de lluvia.

#### NUBOSIDAD

Los datos del Atlas del Agua de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos muestran que la zona de estudio tiene un promedio de nubosidad de 105 días al año presentándose éste fenómeno más marcado en los meses de enero a marzo de cada año.

## HELADAS

Este fenómeno se presenta frecuentemente en la zona de estudio como lo sugiere la ocurrencia de temperaturas mínimas hasta de  $-15^{\circ}\text{C}$ . El período de heladas corresponde al de los meses de noviembre a febrero, con una frecuencia media de 30 días al año.

## GRANIZO

Este fenómeno no es común en la zona de estudio según comentarios de los lugareños del área; sin embargo, se presentan de 5 a 10 granizadas al año, aproximadamente entre los meses de agosto a octubre.

## CLASIFICACION DEL CLIMA

Con el fin de conocer las características climáticas del área de estudio relacionadas con el comportamiento de la vegetación y el desarrollo de los cultivos, se procedió a realizar la clasificación del clima según el segundo sistema de clasificación de C. W. Thornthwaite en el que interviene el concepto de balance de agua, utilizando los datos de temperatura y de precipitación de la estación meteorológica de Palestina, Coahuila.

Para llevar a cabo esta clasificación se principó por calcular los índices siguientes: Índice de humedad (Ih), Índice de aridez (Ia), Índice pluvial (Im) y el Índice de concentración térmica en el verano (s). Estos índices se calcularon con los valores contenidos en el cuadro 3 del cálculo del clima, que tiene los siguientes significados:

i = Índice de calor mensual

E. P'. = Evapotranspiración potencial mensual sin corregir en cm.

E. P. = Evapotranspiración potencial mensual corregida en cm.

M. H. S. = Movimiento de humedad en el suelo en cm.

H. A. = Humedad almacenada.

E. P. R. = Evapotranspiración real en cm.

d = Deficiencia de agua en cm.

s = Demasía de agua en cm.

E = Escurrimiento en cm.

R. P. = Relación pluvial.

En el cuadro 3 se presentan los elementos del cálculo del clima, los valores de los índices y la fórmula resultante del clima, la cual para este caso fue la siguiente: ( D d' b' 4 ) que corresponde a un clima seco, con nula demasía de agua, cálido, con alta concentración de calor en el verano.

La gráfica 1 representa el climograma de Thornthwaite de la estación de Palestina, en la que se pueden observar los meses en donde existe deficiencia de agua y en los meses en los que existe agua almacenada. En este climograma también se puede observar que la lluvia tiene un ascenso en el mes de abril y un descenso en el mes de octubre.

#### DESCRIPCION HIDROGRAFICA

El área de estudio pertenece a la cuenca hidrográfica del río Bravo o Grande del Norte que sirve de límite entre México y los Estados Unidos de Norteamérica y sobre él se encuentra construida la presa internacional de la Amistad, que se localiza al noreste de la zona de trabajo.

Los principales afluentes del río Bravo dentro de la zona de estudio son los arroyos de: Las Vacas, La Zorra y El Caballo. Estas tres corrientes son de régimen intermitente.

#### RIO BRAVO

El área total de la cuenca del río Bravo es de 869 000 kilómetros cuadrados y de esta área total se estima que sólo 500 000 kilómetros cuadrados son productores de escurrimientos con volúmenes aproximados de 11 000 millones de metros cúbicos anuales. Esta corriente se encuentra regularizada mediante presas de almacenamiento construidas entre ambos países con capacidad de 23 000 millones de metros cúbicos, siendo las principales las presas internacionales de La Amistad y La Falcon. Los afluentes

que entrecruzan la zona de estudio confluyen con esta corriente en la presa de La Amistad.

Cabe mencionar que entre Ojinaga y la presa de la Amistad no existen estaciones hidrométricas sobre el río Bravo que permitan conocer con precisión los volúmenes que gana o pierde el río entre esas dos estaciones.

#### ARROYOS DEL CABALLO Y DE LA ZORRA

Estas corrientes nacen en la sierra del Burro a una altitud de 1750 m.s.n.m., y desde esa altitud bajan rápidamente al valle que se encuentra a los 500 m.s.n.m. cortando los materiales geológicos sedimentarios aflorantes, formando cañones como los de El Caballo y el de San Agustín. El recorrido total de estos arroyos es de 90 km, aproximadamente.

El arroyo del Caballo se localiza en la parte noroeste del área, con un recorrido corto dentro de la misma pero es colector de arroyos pequeños. El arroyo de la Zorra cruza la zona en la parte central siendo también colector principal de pequeños arroyos. Todas las corrientes que drenan el área de estudio tienen una dirección noreste y confluyen en la presa de la Amistad. Por su régimen intermitente, estas corrientes no cuentan con estaciones hidrométricas y por tal motivo no se conocen los gastos drenados por ellas.

#### ARROYO DE LAS VACAS

La cuenca de este arroyo tiene una área de 923 kilómetros cuadrados. Se forma en las estribaciones de la sierra del Burro a una altura de 1 000 m.s.n.m. y en su parte alta se localizan varios manantiales. Tiene una dirección noreste y una longitud de 95 km hasta la confluencia con el río Bravo, 5 Km antes de dicha confluencia intercepta el arroyo del Cedro. Este arroyo entrecruza la zona en la parte suroeste teniendo un corto recorrido dentro de ella.

CUADRO - 2

ESTACION PALESTINA, COAHUILA

DATOS CLIMATOLOGICOS

PERIODO 1951-1980

Latitud : 29° 09' 00"

Longitud : 101°56' 00"

Operada por SARE

MESES	LLUVIA							TEMPERATURA					EVAPO- RACION
	MEDIA	MAXIMA		MINIMA		MAXIMA 24 HORAS		MEDIA	MAXIMA		MINIMA		
		mm	mm	Ocurrio año'	mm	Ocurrio año	mm		Ocurrio año	°C	°C	Ocurrio año	
Número de años	30							30	30		30		30
ENERO	13.9	82.5	58	0	Va	-	-	9.7	37.0	1974	-12.0	1963	85.9
FEBRERO	21.3	67.0	60	0	Va	-	-	17.8	36.0	1974	-15.0	1951	103.3
MARZO	16.8	126.0	79	0	Va	-	-	17.0	42.0	1974	- 6.0	1951	155.7
ABRIL	46.1	184.5	77	0	56	-	-	21.7	45.0	1974	1.0	1972	198.8
MAYO	47.3	147.0	57	0	Va	-	-	25.7	46.0	1974	7.5	1970	254.0
JUNIO	61.9	348.0	61	0	Va	-	-	28.8	48.0	73-74	11.0	1973	299.3
JULIO	45.9	281.0	75	0	Va	-	-	30.4	49.0	1974	10.0	1973	326.7
AGOSTO	58.0	245.0	71	0	Va	-	-	30.0	47.0	1974	13.0	1973	320.9
SEPTIEMBRE	74.9	361.0	64	3.0	61	-	-	27.0	46.0	1973	7.0	1965	248.1
OCTUBRE	72.9	237.5	77	0	53 y 79	-	-	20.8	42.0	1973	1.0	1955	178.7
NOVIEMBRE	22.7	148.0	78	0	Va	-	-	14.8	38.0	1973	- 6.0	1979	116.5
DICIEMBRE	12.0	44.0	60	0	Va	-	-	10.8	39.0	1973	- 7.0	1966	84.1
ANUAL	493.7							21.2					2372.0



CUADRO - 3

CALCULO DEL CLIMA

ESTACION PALESTINA, COABUILA

PERIODO 1951 - 1980

Latitud: 29° 09' 00"

Longitud: 101° 56' 00"

Operada por: SARR

CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL						DETERMINACION DE LOS FACTORES DE CLASIFICACION DEL CLIMA							
MES	TEMPERATURA °C	i	E.P. SIN CORRECCION cm	FACTOR DE CORRECCION	E.P. CORREGIDA cm	P LLUVIA EN cm	MHS	HA	E.P.R. cm	d	S	E	RP
ENERO	9.7	2.73	1.13	0.91	1.03	1.39	0.36	0.36	1.03	0	0	0	0.35
FEBRERO	17.8	6.84	5.07	0.87	4.41	2.13	-0.36	0	2.49	1.92	0	0	-0.52
MARZO	17.0	6.38	4.52	1.03	4.66	1.68	0	0	1.68	2.98	0	0	-0.64
ABRIL	21.7	9.23	8.27	1.07	8.85	4.61	0	0	4.61	4.24	0	0	-0.48
MAYO	25.7	11.92	12.92	1.17	14.70	4.73	0	0	4.73	9.97	0	0	-0.68
JUNIO	28.8	14.17	15.39	1.15	17.70	6.19	0	0	6.19	11.51	0	0	-0.65
JULIO	30.4	15.38	16.46	1.19	19.59	4.59	0	0	4.59	15.00	0	0	-0.77
AGOSTO	30.0	15.07	16.21	1.13	18.32	5.80	0	0	5.80	12.52	0	0	-0.68
SEPTIEMBRE	27.0	12.85	13.95	1.03	14.37	7.49	0	0	7.49	6.88	0	0	-0.48
OCTUBRE	20.8	8.66	7.45	0.98	7.30	7.29	0	0	7.29	0.01	0	0	-0.001
NOVIEMBRE	14.8	5.17	3.21	0.89	2.86	2.27	0	0	2.27	0.59	0	0	-0.21
DICIEMBRE	10.8	3.21	1.48	0.89	1.32	1.20	0	0	1.20	0.12	0	0	-0.09
ANUAL	21.2	111.61			115.11	49.37				65.74	0		

$$I_h = \frac{100 \times 0}{115.11} = 0 \%$$

$$I_m = 0 - 0.06 \times 57.14 = -34.27\%$$

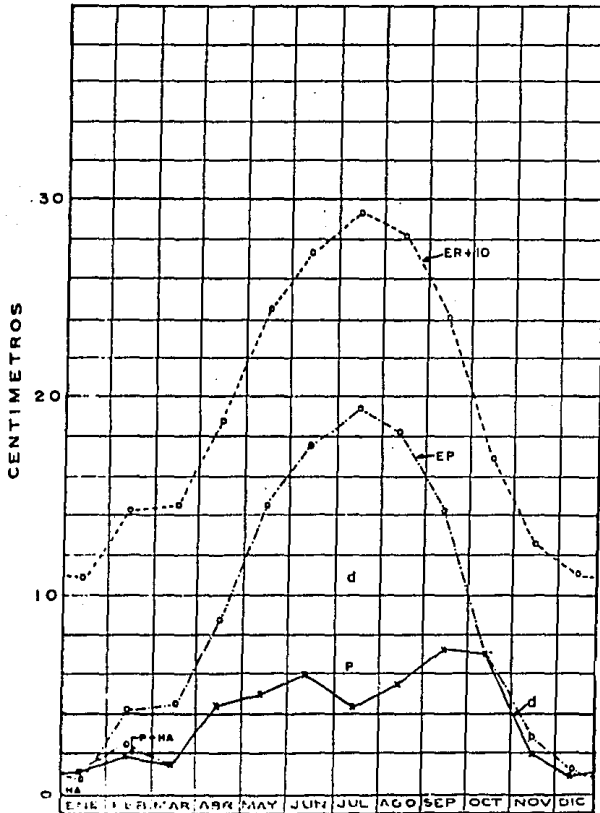
$$I_a = \frac{100 \times 65.74}{115.11} = 57.11\%$$

$$S = \frac{100 \times 55.61}{115.11} = 48.31\%$$

CLIMA: ( D d A' b' ) Seco, con falta de agua, cálido, con alta concentración de calor en el verano.

CLIMOGRAMA DE THORNTHWAITE

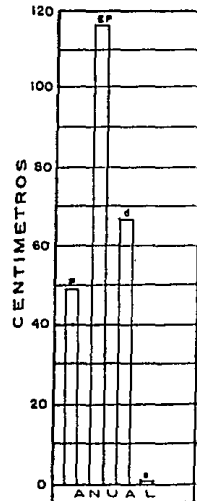
ESTACION PALESTINA, COAH.



P : Precipitación  
 EP : Evapotranspiración  
 s : Demosías de humedad  
 d : Deficiencias de humedad  
 HA : Humedad almacenada  
 AHA : Aprovechamientos de HA

SIGNOS

EP - - - - -  
 P ————  
 P+HA - - - - -



## VI.- HIDROGEOLOGIA

Se clasificaron las unidades de roca aflorantes dentro de la zona de trabajo en rocas: permeables, impermeables y ocasionalmente permeables.

### VI.1 ROCAS PERMEABLES

Las rocas permeables corresponden a cuerpos de calizas de las Formaciones: Salmon Peak, Mcknight, West Nueces, Telephone Canyon y Glen Rose. Estas formaciones corresponden a una secuencia geológica constituida esencialmente por calizas. En la parte inferior, entre las Formaciones West Nueces y Glen Rose, se presenta en estratos gruesos y fracturada, mientras que hacia la parte superior, entre las Formaciones Mcknight y Salmon Peak, los estratos son más delgados. En su conjunto, estas unidades forman un paquete de rocas que por lo general permiten la infiltración, circulación y almacenamiento del agua subterránea. El fracturamiento no se encuentra homogéneamente distribuido, por lo que las porciones acuíferas no se continúan en toda la extensión de las formaciones, sino que se reducen a las áreas donde se presenta el fracturamiento y su potencialidad acuífera está en relación con la densidad del fracturamiento. Pozos perforados en la parte oriental de la sierra del Burro, entre Nevada y Morelos han demostrado que generalmente atravesando esta secuencia de rocas se llegan a cortar fracturas que permiten conectar con el acuífero.

### VI.2 ROCAS OCASIONALMENTE PERMEABLES

Se consideraron como ocasionalmente permeables, a las rocas calcáreas de las Formaciones Austin, Boquillas, Buda, así como los materiales aluviales cuaternarios. Las formaciones mencionadas, generalmente se comportan como impermeables por su litología arcillosa, baja solubilidad y bajo fracturamiento. Sin embargo, en la parte expuesta a la erosión se llegan a fracturar permitiendo la formación de acuíferos someros de poco potencial, reducida extensión, razón por la cual se clasificaron, en este estudio como ocasionalmente permeables.

Los materiales aluviales cuaternarios se encuentran formados por arenas, arcillas, gravas y boleos, en espesores muy reducidos. Tanto la presencia de material arcilloso, como el escaso espesor

en que se presentan, hace que por lo general no se formen acuíferos dentro de estos materiales, sin embargo, ocasionalmente se llegan a encontrar acumulaciones de agua, aunque éstas son explotables solamente por medio de norias o papalotes de reducido caudal.

### VI.3 ROCAS IMPERMEABLES

Se clasificaron como rocas impermeables a la Formación Del Río, por estar constituida de materiales arcillo-calcáreos que podrían impedir el flujo y almacenamiento de agua subterránea. Solamente en ocasiones aisladas en que se encuentren fallas atravesando esta formación, permite el paso de agua entre las unidades acuíferas superior e inferior a la Formación Del Río, aunque en general funciona como confinante.

## VII.- GEOQUIMICA DEL AGUA SUBTERRANEA

### INTRODUCCION

El agua subterránea disuelve las rocas a través de las cuales circula, por lo que existe una relación directa entre la geología y la química del agua. Por ello se obtuvieron muestras de agua que se analizaron químicamente y cuyos resultados se interpretaron conjuntamente con el tipo de materiales existentes.

### ANALISIS QUIMICOS

Durante los trabajos del censo se obtuvieron muestras de agua de 36 aprovechamientos. Las muestras se depositaron en envases de polietileno con doble tapón, registrándose en el momento de tomarlas, su temperatura y pH; posteriormente se enviaron al laboratorio en donde se hicieron los análisis químicos correspondientes, que incluyó la determinación de los elementos siguientes:

Calcio	Sólidos totales disueltos
Magnesio	Dureza total
Sodio	Dureza de calcio
Carbonatos	Dureza de magnesio
Bicarbonatos	Alcalinidad total
Sulfatos	Conductividad eléctrica
Cloruros	

En el cuadro 4 se presentan los resultados de los análisis químicos de las aguas los que se representan gráficamente por medio de diagrama de STIFF en el anexo 3.

### SOLIDOS TOTALES DISUELTOS

Los sólidos totales disueltos corresponden a la suma de los elementos que el agua disuelve durante su recorrido.

El agua de lluvia al precipitarse sobre la corteza terrestre arrastra una cierta cantidad de partículas que se encuentran suspendidas en la atmósfera, además de algunos gases como el bióxido de carbono. Por ello, el agua de lluvia presenta una cierta cantidad de sales disueltas, en bajas concentraciones, entre las que predominan el sodio y los bicarbonatos. Al tener

contacto con la superficie terrestre, el agua, que además contiene ácido carbónico, disuelve las sales minerales que constituyen las rocas con las que tiene contacto, incrementando su contenido salino conforme el agua circula por el subsuelo, o permanece mayor tiempo en contacto con las rocas. La cuantía y tipo de elementos disueltos dependerá de la composición y solubilidad de las rocas con las cuales tiene contacto.

En el área de trabajo las concentraciones de sólidos totales son muy bajas, del orden de 300 a 400 partes por millón, lo que indica que el agua es de reciente infiltración y además que no ha recorrido grandes distancias.

#### CATIONES

Los principales cationes determinados fueron el calcio, el magnesio y el sodio.

El calcio es un ion bivalente de carga positiva que se encuentra formando parte de la mayoría de las rocas que constituyen la corteza terrestre. Por ello, es común encontrarlo disuelto en el agua.

En la zona predominan las rocas calcáreas por lo que es de esperarse que el calcio se encuentre como principal catión en el agua.

El magnesio corresponde a un catión que forma parte de un buen número de rocas. Dentro del área proviene de la disolución de algunos horizontes dolomitizados presentes en las rocas calcáreas.

El sodio es un elemento, que junto con el calcio y el magnesio, corresponde a los principales cationes encontrados en la naturaleza.

En el área de trabajo se encuentra en concentraciones muy bajas debido a que no existen fuentes importantes de este ion.

#### ANIONES

Los principales aniones detectados fueron los bicarbonatos, los sulfatos y los cloruros.

Los bicarbonatos, a diferencia del resto de los iones analizados, son el resultado de reacciones químicas producidas por la interacción entre el agua y las rocas.

En el área de trabajo proviene, junto con el calcio, de la disolución de las rocas calcáreas.

Los sulfatos se encuentran formando parte de algunas rocas, principalmente de yeso y anhidrita. Dentro del área, estos sedimentos evaporíticos no se encuentran presentes, sin embargo, a profundidad y en los alrededores, se han determinado concentraciones altas de este ion.

Los cloruros provienen principalmente de sales de origen marino, encontrándose en concentraciones muy variadas.

Dentro de la zona no existen fuentes importantes de este ion y sólo se le encontró en concentraciones muy bajas.

#### RANGOS DE VARIACION Y PROMEDIOS

En el cuadro 5 se muestran los rangos de variación y promedios de los principales parámetros analizados. Los valores más bajos corresponden a las muestras COA-8802, COA-8804 y COA 8841, con 156 p.p.m. de sólidos totales disueltos. Estos puntos se localizan en la porción central- este de la zona de trabajo y corresponden a agua de lluvia de reciente infiltración contenida en un acuífero somero. Los valores de salinidad mayores son de 540 p.p.m. y corresponden a las muestras COA-8829 y COA-8840; se localizan al noreste y oeste del área de trabajo, sobre un acuífero somero en materiales calcareo-arcilloso del Cretácico Superior.

#### FAMILIAS DE AGUA

Se denomina familia de agua a la composición química representada por la predominancia de un ion y un catión en solución.

Existen varios métodos para determinar la familia de agua a la que pertenece una muestra. En el presente trabajo se utilizó el método de diagramas triangulares que consiste en graficar en dos triángulos equiláteros los contenidos de aniones y cationes respectivamente.

En las figuras 6 y 7 se presentan los diagramas triangulares elaborados con los datos de laboratorio de las 30 muestras de agua analizadas, observándose que predomina el calcio entre los cationes y el bicarbonato entre los aniones, marcando claramente el carácter calcareo de las rocas de la región.

#### CALIDAD DEL AGUA PARA USO POTABLE

Para que una agua se considere apropiada para usos domésticos, debe de presentar bajas concentraciones de elementos, tanto orgánicos como inorgánicos. La Secretaría de Salubridad y Asistencia Pública, en el año de 1953, publicó las normas de calidad para el agua potable que incluyen entre otros, los siguientes límites:

Elemento	Límite máximo permisible en p.p.m.
Ca ++	250
Mg ++	125
HCO <sub>3</sub> -	250
SO <sub>4</sub> =	250
STD (sólidos totales disueltos)	1 000

Mediante el tipo de análisis químico efectuado para el presente trabajo, se puede dictaminar, de una manera parcial, sobre la calidad del agua para uso potable.

Por otra parte, en muchos sitios de el país, el agua que se consume presenta altos contenidos salinos, de donde se ha optado, informalmente, en clasificarla de acuerdo a dos de los parámetros más importantes de las aguas naturales, que son, el sulfato y los sólidos totales disueltos, de la manera siguiente:

CALIDAD DEL AGUA	CONTENIDO SALINO	OBSERVACIONES
Buena	Menos de 250 ppm de SO <sub>4</sub> = menos de 1 000 ppm STD.	Apropiada para su utilización como potable.



Mediana	Menos de 250 ppm de $SO_4$ entre 1 000 y 2 000 ppm de STD.	= Utilizable cuando no exista otra de mejor calidad.
Mala	Más de 250 ppm de $SO_4$ o más de 2 000 ppm de STD.	= No apropiada como potable.

Nota: se hace la observación de que el dictamen que se presenta en el presente estudio, es de tipo parcial ya que faltan varias determinaciones para que éste sea completo.

Examinando el resultado de los análisis efectuados, se encontró que el agua de la región es de muy buena calidad y apropiada para su utilización como potable, ya que su concentración salina es muy reducida.

#### CALIDAD DEL AGUA PARA RIEGO

La clasificación del agua con fines de riego o para uso agrícola se hace sobre la base de dos parámetros: la salinidad o sólidos totales disueltos y la concentración de sodio.

La clasificación más comunmente utilizada para este fin es la de Wilcox que utiliza la relación de adsorción de sodio como índice para determinar el peligro de sodificación del suelo y la conductividad eléctrica como parámetro identificador de la salinidad total del agua.

En trabajos efectuados por la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo, México, ahora Universidad Autónoma de Chapingo, se ha propuesto una clasificación que completa a la de Wilcox en la cual paralelamente a la relación de adsorción de sodio, utiliza el porcentaje de sodio posible y el contenido de carbonato de sodio residual. Por otra parte, además de la conductividad eléctrica, utiliza la salinidad potencial y la salinidad efectiva. Además incluye a dos elementos que son importantes por su toxicidad para las plantas como son los cloruros y el boro.

En el siguiente cuadro se resumen los parámetros con los que se clasificó el agua subterránea mediante el método de la E.N.A.

CLAVE	PARAMETRO	ABREVIATURA
1a.	Conductividad eléctrica	C.E.
1b.	Salinidad efectiva	S.E.
1c.	Salinidad potencial	S.P.
2a.	Relación de adsorción de sodio	R.A.S.
2b.	Carbonato de sodio residual	C.S.R.
2c.	Porcentaje de sodio posible	P.S.P.
3a.	Boro	B.
3b.	Cloruros	Cl.

Los parámetros anteriormente citados, son calculados mediante las fórmulas siguientes:

Salinidad potencial:

$$SP = Cl - \frac{1}{2} SO_4$$

Salinidad específica:

Si  $Ca > CO_3 + HCO_3 + SO_4$ ;  $SE = \text{Cationes} - (CO_3 + HCO_3 + SO_4)$

Si  $Ca < CO_3 + HCO_3 + SO_4$ ; pero  $Ca > CO_3 + HCO_3$ ;  $SE = \text{Cationes} - Ca$

Si  $Ca < CO_3 + HCO_3$ ; pero  $Ca + Mg > CO_3 + HCO_3$ ;  
 $SE = \text{Cationes} - (CO_3 + HCO_3)$

Si  $Ca + Mg < CO_3 + HCO_3$ ;  $SE = \text{Cationes} - (Ca + Mg)$

Relación de adsorción de sodio:

$$R A S = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$$

Porcentaje de sodio posible:

$$P S P = \frac{Na}{S E} \times 100$$

Carbonato de sodio residual:

$$C S R = (CO_3 + HCO_3) - (Ca + Mg)$$

En el cuadro 6 se muestran los valores obtenidos mediante los cálculos efectuados con las fórmulas anteriores.

Tomando en cuenta dichos valores, se clasifica al agua como B de buena calidad cuando todos los valores obtenidos son bajos. Si alguno de los parámetros anteriores se encuentra en concentraciones ligeramente elevadas, se clasifica como C condicionada respecto al mismo parámetro y por último si el valor es alto el agua se clasifica como NR no recomendable para uso agrícola.

La utilización de agua condicionada dependerá de la textura de los suelos y del tipo de cultivo. Para mayor información puede consultarse el instructivo para clasificación de aguas para riego de la E.N.A. que incluye también los rendimientos de cultivos al utilizar agua con diferentes grados de salinidad.

Los cálculos efectuados se resumen en el cuadro 6 observándose que la mayoría de las muestras se clasifican como de buena calidad y apropiadas para riego. Sólo algunas están condicionadas por cloruros; no obstante, los valores que presentan son bajos y en general se puede considerar como apropiadas para riego sin peligro de salinización o sodificación de los suelos.

# RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICOS DE MUESTRAS DE AGUA

CUADRO - 4

NUMERO	ZONA		CANTON		FECHA		TEMPERATURA		ANALISIS													
	U.P.	U.P.	C.E.	C.E.	FECHA	FECHA	TEMP.	TEMP.	CATIONES		ANIONES		OTROS									
	°C	°C	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>							
									ppm	me/l	ppm	me/l	ppm	me/l	ppm	me/l						
104-8472		7.1	225	90	160			150	36	1.9	12	1.0	12	0.5	108	3.8	0	0	15	0.5	24	0.5
104-8451		7.2	325	150	160			230	98	2.5	12	1.0	12	0.5	120	2.2	0	0	15	0.5	24	0.5
104-8524		7.5	225	90	160			156	36	1.7	12	1.0	12	0.5	107	3.8	0	0	16	0.5	24	0.5
104-8425		7.7	350	150	200			265	55	2.7	25	1.2	12	0.5	168	2.7	0	0	20	0.6	48	1.0
104-8426		7.6	380	150	200			265	55	2.7	20	1.7	12	0.5	168	2.7	0	0	20	0.8	48	1.0
104-8427		7.6	225	90	160			152	36	1.5	12	1.0	12	0.5	108	3.8	0	0	15	0.5	24	0.5
104-8428		7.6	515	200	280			350	72	3.0	24	2.0	12	0.5	240	5.0	0	0	15	1.0	22	1.5
104-8479		7.7	325	150	180			230	98	2.5	12	1.0	12	0.5	120	2.2	0	0	18	0.5	24	0.5
104-8411		7.1	325	130	180			230	98	2.5	12	1.0	12	0.5	120	2.8	0	0	16	0.5	24	0.5
104-8413		7.2	325	130	180			230	98	2.5	12	1.0	12	0.5	120	2.4	0	0	16	0.5	24	0.5
104-8415		7.1	450	170	210			315	60	3.0	12	1.5	12	0.5	205	3.4	0	0	18	0.6	48	1.0
104-8416		7.5	325	130	180			210	98	2.5	12	1.5	12	0.5	120	2.8	0	0	16	0.5	24	0.5
104-8417		7.2	515	200	280			360	72	3.6	24	2.0	12	0.5	240	5.0	0	0	15	1.0	22	1.5
104-8418		7.5	515	200	280			360	72	3.6	24	2.0	12	0.5	240	5.0	0	0	15	1.0	22	1.5
104-8420		7.5	450	170	210			315	60	3.0	16	1.5	12	0.5	255	3.4	0	0	18	0.7	48	1.0
104-8421		7.7	515	200	280			360	72	3.6	24	2.0	12	0.5	240	5.0	0	0	15	1.0	22	1.5
104-8422		7.5	515	200	280			360	72	3.6	24	2.0	12	0.5	240	5.0	0	0	15	1.0	22	1.5
104-8423		7.1	620	250	320			815	80	5.0	12	0.5	12	0.5	300	8.0	0	0	15	1.0	22	1.5
104-8424		7.5	515	200	280			360	72	3.6	24	2.0	12	0.5	240	5.0	0	0	15	1.0	22	1.5
104-8425		7.2	450	170	210			315	60	3.0	12	1.5	12	0.5	255	3.4	0	0	18	0.8	48	1.0
104-8426		7.6	515	200	280			360	72	3.6	24	2.0	12	0.5	240	5.0	0	0	15	1.0	22	1.5
104-8427		7.7	380	150	200			265	55	2.7	20	1.7	12	0.5	168	2.7	0	0	20	0.6	48	1.0
104-8428		7.5	450	170	210			315	60	3.0	18	1.5	12	0.5	265	3.4	0	0	15	0.6	48	1.0
104-8429		7.1	725	280	350			650	110	5.0	4	1.5	12	0.5	330	5.0	0	0	15	1.5	22	1.5
104-8430		7.7	450	170	210			315	60	3.0	12	1.5	12	0.5	265	3.4	0	0	18	0.8	48	1.0

# RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICOS DE MUESTRAS DE AGUA

CUADRO - 5

ZONA		COMUNDA						FECHA: DICIEMBRE 1965														
N. MUESTRO	TEMP °C	PH	C E	ALCALI- NIDAD TOTAL PPM	DUREZA TOTAL PPM	DUREZA CALCO PPM	DUREZA MAGNESIO PPM	S.T.D. PPM	C A T I O N E S						A N I O N E S							
									Ca <sup>++</sup>		Mg <sup>++</sup>		No <sup>+</sup>		HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		Cl <sup>-</sup>		SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	
									PPM	MEQ/L	PPM	MEQ/L	PPM	MEQ/L	PPM	MEQ/L	PPM	MEQ/L	PPM	MEQ/L	PPM	MEQ/L
CA-3212	7.4	325	150	180			230	48	2.5	22	1.0	12	0.5	170	2.8	0	0	16	0.5	20	0.5	
CA-3213	7.5	620	250	310			435	80	4.0	28	2.3	12	0.5	300	4.5	0	0	35	1.5	25	1.3	
CA-3215	7.4	620	250	320			435	80	4.0	28	2.3	12	0.5	300	4.5	0	0	35	1.5	25	1.3	
CA-3216	7.5	380	150	200			265	55	2.7	20	1.7	17	0.5	168	2.7	0	0	24	0.8	15	1.0	
CA-3217	7.4	325	150	180			230	48	2.5	22	1.0	12	0.5	170	2.8	0	0	16	0.5	20	0.5	
CA-3218	7.4	275	250	380			590	110	5.5	36	3.0	12	0.5	335	5.3	4	0	52	1.5	22	1.3	
CA-3219	7.5	225	50	160			156	35	1.9	22	1.0	17	0.5	108	1.8	0	0	18	0.5	14	0.5	
CA-3222	7.2	515	200	260			360	72	3.5	24	2.0	12	0.5	240	3.6	6	0	35	1.2	22	1.3	
CA-3248	7.2	450	170	210			315	60	3.0	18	1.5	12	0.5	205	3.4	0	0	28	0.9	16	1.0	
CA-3253	7.4	380	150	200			265	55	2.7	22	1.7	12	0.5	168	2.7	0	0	20	0.7	12	1.0	
CA-3267	7.4	325	180	180			230	48	2.5	22	1.0	12	0.5	170	2.8	0	0	16	0.5	20	0.5	

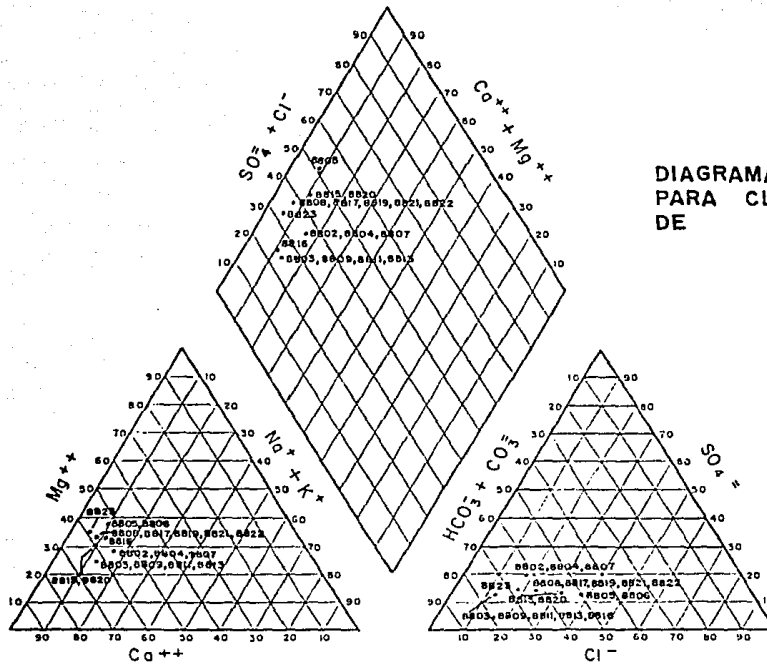


DIAGRAMA TRIANGULAR  
PARA CLASIFICACION  
DE  
AGUAS

DICIEMBRE DE 1985  
HIDE 2

FIGURA : 6



**CLASIFICACION DEL AGUA PARA RIEGO**

APROV. NA	1 a C. E.	1 b S. E.	1 c S. P.	2 a R. A. S.	2 b C. S. R.	2 c P. S. P.	3 b C. l	CLASIFICACION
8802	225	1.5	0.75	0.41	0	33	0.5	B
8803	325	1.2	0.75	0.38	0	42	0.5	B
8804	225	1.5	0.75	0.41	0	33	0.5	B
8805	380	2.2	1.6	0.34	0	23	0.6	B
8806	380	2.2	1.6	0.34	0	23	0.6	B
8807	225	1.5	0.75	0.41	0	33	33	B
8808	515	2.1	1.75	0.30	0	24	1.0	$\frac{c}{3b}$
8809	325	1.2	0.75	0.38	0	42	0.5	B
8811	325	1.2	0.75	0.38	0	42	0.5	B
8813	325	1.2	0.75	0.38	0	42	0.5	B
8815	450	1.6	1.80	0.33	0	31	0.8	B
8816	325	1.7	0.75	0.35	0	29	0.5	B
8817	515	2.1	1.75	0.30	0	24	1.0	$\frac{c}{3b}$
8819	515	2.1	1.75	0.30	0	24	1.0	$\frac{c}{3b}$
8820	450	1.6	1.80	0.33	0	31	0.8	B
8821	515	2.1	1.75	0.30	0	24	1.0	$\frac{c}{3b}$
8822	515	2.1	1.75	0.30	0	24	1.0	$\frac{c}{3b}$
8823	620	1.9	1.65	0.28	0	26	1.0	$\frac{c}{3b}$

C. E. : CONDUCTIVIDAD ELECTRICA  
 S. E. : SALINIDAD ESPECIFICA  
 S. P. : SALINIDAD POTENCIAL  
 R. A. S. : RELACION DE ADSORCION DE SODIO  
 C. S. R. : CARBONATO DE SODIO RESIDUAL  
 P. S. P. : PORCIENTO DE SODIO POSIBLE  
 C. l : C L O R U R O

Z O N A COAHUILA

CUADRO 6

HOJA 1 DE 2



**CLASIFICACION DEL AGUA PARA RIEGO**

APROV. Nº	1 a C. E.	1 b S. E.	1 c S. P.	2 a R. A. S.	2 b C. S. R.	2 c P. S. P.	3 b C l	CLASIFICACION
8824	515	2.1	1.75	0.30	0	24	1.0	$\frac{c}{3b}$
8825	450	1.6	1.80	0.33	0	31	0.8	B
8826	515	2.1	1.75	0.30	0	24	1.0	$\frac{c}{3b}$
8827	380	2.2	1.6	0.38	0	23	0.6	B
8828	450	1.6	1.8	0.33	0	31	0.8	B
8829	775	3.5	2.25	0.24	0	14	1.5	$\frac{c}{1b, 3b}$
8830	450	1.6	1.80	0.33	0	31	0.8	B
8832	325	1.2	0.75	0.38	0	42	0.5	B
8833	620	1.9	1.71	0.28	0	26	1.0	$\frac{c}{3b}$
8835	620	2.9	1.75	0.26	0	17	1.0	$\frac{c}{3b}$
8836	380	2.2	1.60	0.34	0	23	0.6	B
8837	325	1.2	0.75	0.38	0	42	0.5	B
8840	775	3.5	2.25	0.24	0	14	1.5	$\frac{c}{1b, 3b}$
8841	225	1.5	0.75	0.41	0	33	0.5	B
8842	515	2.1	1.75	0.30	0	24	1.0	$\frac{c}{3b}$
8844	450	1.6	1.80	0.33	0	31	0.8	B
8845	380	2.2	1.60	0.34	0	23	0.6	B
8847	325	1.2	0.75	0.38	0	42	0.5	B

C.E. = CONDUCTIVIDAD ELECTRICA  
 S.E. = SALINIDAD ESPECIFICA  
 S.P. = SALINIDAD POTENCIAL  
 R.A.S. = RELACION DE ADSORCION DE SODIO  
 C.S.R. = CARBONATO DE SODIO RESIDUAL  
 P.S.P. = PORCIENTO DE SODIO POSIBLE  
 C l = C L O R U R O S

Z O N A COAHUILA

CUADRO 6

HOJA 2 DE 2

## VIII.- FUNCIONAMIENTO DEL ACUIFERO

Existen dos aspectos que controlan la potencialidad acuífera de las rocas, las cuales son: el medio ambiente de depósito y el fracturamiento.

### Censo de los aprovechamientos del agua subterránea

Esta actividad se llevó a cabo en forma directa en el campo, apoyada en las hojas topográficas escala 1:50 000 de la INEGI (antigua Detenal), en las que se localizaron los aprovechamientos visitados, obteniendo un número de 46 entre pozos, norias y manantiales. La distribución de estos aprovechamientos es como sigue:

Pozos	33
Norias	4
Manantiales	<u>9</u>
Total	46

Las características físicas de cada aprovechamiento visitado se asentó en las formas BNI-1 del Banco Nacional de Información Geohidrológica de la Subdirección de Geohidrología de la SARH, en el cuadro 7 se presenta un resumen de esa información. Para numerar los aprovechamientos durante el censo se solicitó a la Residencia de esa Dirección en el estado de Coahuila clave nacional del Banco, habiéndose asignado la siguiente numeración: del COA-8802 al COA-8847. (Anexo 4).

### MEDIO AMBIENTE DE DEPOSITO

Con las experiencias obtenidas en trabajos efectuados en los alrededores, así como a través de los reconocimientos de campo que se realizaron mediante este trabajo, se confirma que el medio ambiente en que se depositaron los sedimentos calcáreos influye en la permeabilidad de los mismos. En los sedimentos de mar abierto las rocas se presentan más densas y con menor porosidad primaria que impiden generalmente el desarrollo de una porosidad secundaria. Contrastando con dichos sedimentos de mares profundos, se tienen a los desarrollos arrecifales, donde la alta porosidad primaria permite el paso del agua y favorece la disolución de las rocas.

Un tercer tipo de sedimento corresponde al depositado en un ambiente marino somero, como es el caso de las rocas correspondientes al área estudiada. En estas rocas la porosidad se puede considerar como intermedia en comparación con los dos casos mencionados anteriormente.

#### FRACTURAMIENTO DE LAS ROCAS

Las rocas sedimentarias generalmente presentan un fracturamiento cuya densidad está en relación con la compacidad y tipo de rocas de que se trate y área tectónica de emplazamiento así como por la intensidad de los plegamientos a que han estado sujetas.

Las rocas depositadas en mar abierto generalmente son más compatibles y presentan menor fracturamiento que las rocas arrecifales.

Las rocas de ambiente de depósito marino somero lagunar, como las correspondientes a la zona de trabajo, presentan un fracturamiento intermedio en relación con los otros dos tipos mencionados por ser menos compatibles.

#### LOCALIZACION DE ZONAS FAVORABLES PARA LA PERFORACION DE POZOS

Para localizar los sitios con mejores posibilidades geohidrológicas para la perforación de pozos: a continuación se definen las unidades geohidrológicas que tienen potencial acuifero, así como su posición o estructura y los datos de pozos existentes, en especial su posición del nivel estático y caudal. Con base en lo anterior se efectúan las recomendaciones pertinentes.

#### Unidades Geohidrológicas

Las unidades que de acuerdo a sus características litológicas y de medio ambiente de depósito presentan mejores condiciones para permitir la infiltración, circulación y almacenamiento del agua subterránea corresponden a las Formaciones Glen Rose, Telephone Canyon, West Nueces, Mcknight y Salmon Peak.

#### Estructuras

En el tercio sur del área de trabajo el paquete de rocas que

presentan posibilidades acuíferas se encuentran aflorando y en parte erodinadas. El tercio norte el paquete acuífero se encuentra cubierto por un espesor que puede alcanzar varios cientos de metros, que incluye a las Formaciones: Del Río, Buda, Boquillas y Austin, lo cual encarecería la perforación. El área donde las rocas potencialmente acuíferas se presentan topográficamente y estructuralmente en forma más apropiada para permitir la formación de acuíferos accesibles, corresponde al tercio central del área de trabajo. En esta porción aflora la Formación Salmon Peak sitio donde se podrían ubicar las perforaciones a fin de atravesar unidades acuíferas.

#### Datos de pozos existentes

En la porción central norte de la zona de estudio se censaron 24 pozos perforados a profundidades entre 300 y 500 metros. Como puede observarse en el anexo 4, los pozos 8836 y 8837 tienen una profundidad total de 500 metros de acuerdo a la información verbal de los pobladores de la zona. El pozo 8822 se perforó a 400 metros de profundidad; los pozos 8838, 8824, 8821 y 8820 tienen 300 metros y el resto de ellos entre 200 y 230 metros.

#### Zonas apropiadas para perforación

De acuerdo a los datos mencionados en los puntos anteriores se observa que el tercio central de la zona de trabajo es el que presenta rocas en posición topográfica y estructural más apropiada para su perforación, sin embargo, el alto número de pozos ya perforados evidencian que en esta zona las rocas presentan baja permeabilidad que hace que rindan caudales reducidos de agua subterránea, por lo que se concluye que "la zona estudiada no presenta condiciones favorables para la extracción de agua subterránea".

Sin embargo, los pozos existentes son antiguos y fueron perforados para abrevadero por lo que en algunos de ellos posiblemente sea factible extraer una mayor cantidad de agua. Por lo anterior, se considera conveniente antes de descargar a esta zona efectuar tres perforaciones exploratorias a 500 y 600 metros de profundidad en los sitios que se comentan a continuación.

#### Sitio No. 1

Este sitio se localizó cerca del eje de el Anticlinal de Chupadero, donde afloran rocas de la parte superior de la Formación Salmon Peak, por lo que se espera atravesar a las Formaciones geológicas siguientes : Mcknight, West Nueces, Telephone Canyon y parte de la Glen Rose, perforando una longitud de 600 metros.

En el anexo 5 se muestra una sección donde se incluyen los espesores probables por atravesar.

#### Sitio No. 2

Este sitio se localiza aproximadamente a 2.5 kilómetros al norte del rancho de San Miguel y sobre la margen derecha del arroyo de La Zorra. La perforación se iniciaría en los afloramientos de la Formación Salmon Peak y atravesaría a las Formaciones Mcknight, West Nueces, Telephone Canyon y parte de la Glen Rose, con una profundidad de 600 metros. En el anexo 5 se muestra el corte litológico probable.

#### Sitio No. 3

Bajo las rocas aflorantes se encuentra la Formación Aurora o Tamaulipas Superior\*, la cual, de acuerdo a las características litológicas que de ella se conocen en sierras circundantes, podría presentar zonas acuíferas. Debido a que una de las funciones de la Subdirección de Geohidrología es la exploración, se consideró conveniente marcar este punto para perforación en la porción interna de la sierra del Burro, a fin de interceptar a la Formación Tamaulipas Superior a una profundidad de aproximadamente 250 metros. En la sección No. 3 se incluye una sección geológica mostrando las rocas que atravesaría dicha perforación (Anexo 5). Se recomienda perforar a 500 metros.

\* Smith considera a la Formación Aurora bajo los sedimentos de la laguna de Maverick. Por comunicación verbal de personal de PEMEX, se está considerando que por su medio ambiente de depósito su nombre correcto debería ser Tamaulipas Superior.

CUADRO - 7

RESUMEN DEL CENSO

HIDE 2

CANTON	PROPIETARIO	PREDIO O LOCALIDAD	COORDENADAS		TIPO DE ALMOCENAMIENTO	N E	N D	PROFUNDIDAD (m)	GASTO (l/a)	B O M B A	TIPO DE BOMBA	USO DEL AGUA (%)	FORMACION	OBSERVACION
			(N)	(W)										
1-0001	Armando López	El Pasadito	10° 08' 04"	101° 26' 42"	N	14.00		20.0						
1-0003	Armando López	Barra Galatia	10° 07' 33"	101° 24' 34"	N			10.0						
1-0004		La Piedad	10° 07' 33"	101° 24' 42"	N	14.20		14.00	2.0	E	TF	A Y B		
1-0005	Ernesto Filitton	San Felipe	10° 04' 43"	101° 28' 30"	N			13.0						
1-0006	Jorge Luis Sánchez	Barra Galatia	10° 04' 21"	101° 27' 31"	N			1.0						
1-0007	Sanjito Benítez	Agua de Sombra	10° 03' 15"	101° 30' 00"	N			1.0						
1-0008	Sanjito Benítez	Las Galinas	10° 03' 15"	101° 31' 11"	N			0.0						
1-0009	Juan Alvarado	Agua de Jilisco	10° 03' 35"	101° 31' 31"	N			0.0						
1-0010	Juan Sánchez	Las Virgenes Mayas	10° 03' 40"	101° 30' 47"	F			100.0	0.0	E	TF	A Y B		
1-0011	Luisa Gerona Landa	Pedregal de Sanjano	10° 03' 34"	101° 31' 18"	F	12.0		100.00	2.0					
1-0012		Santa Catalina	10° 03' 30"	101° 31' 18"	F									
1-0013	Josue Castellano	San Agustin	10° 00' 19"	101° 38' 43"	N			1.0						Pozo abocado. No aprovechable
1-0014	Josue Castellano	San Agustin	10° 01' 03"	101° 38' 34"	F									
1-0015	Cilberto Luna	El Peral	10° 13' 56"	101° 34' 47"	F				2.0					Pozo abocado. No aprovechable
1-0016	Luisa López de Lora	El Gavilán	10° 13' 40"	101° 28' 48"	F				2.0					
1-0017	Alcira Meliso	El Comodo	10° 13' 43"	101° 40' 01"	F				2.0					
1-0018		San Rocio	10° 14' 03"	101° 40' 40"	N	19.0		11.0	0.0					
1-0019		San Cristobal	10° 09' 43"	101° 40' 57"	N			1.0						
1-0020	Fernando Diego	San Fernando	10° 13' 59"	101° 40' 29"	F			300.0	0.0	E				
1-0021	Fernando Diego	San Fernando	10° 14' 38"	101° 40' 01"	F			300.0	0.0	E				
1-0022	Vidal Cavallero	El Para	10° 13' 59"	101° 38' 26"	F			400.0	0.0	E				
1-0023	Vidal Cavallero	El Perseverancia	10° 13' 24"	101° 37' 33"	F			300.0	0.0	E				HL 150.0 m aprox.
1-0024	Manuel Amador	La Esperanza	10° 13' 25"	101° 27' 33"	F			Manuel	2.0					
1-0025	Manuel Amador	Sancho Sica	10° 14' 43"	101° 25' 41"	F			110.0	2.0	E				HL 100.0 m aprox.
1-0026	Manuel Amador	Sancho Sica, Puerto	10° 14' 43"	101° 27' 13"	F			100.0	1.0	E				
1-0027	Manuel Amador	San Lito	10° 13' 28"	101° 27' 33"	F			100.0	1.0	E				
1-0028	Manuel Amador	San Pedro	10° 14' 34"	101° 31' 43"	F			100.0	1.0	E				
1-0029	Patricio Labriza	Barra Margarita	10° 16' 30"	101° 30' 41"	N				2.0					
1-0030	Patricio Labriza	Barra Margarita	10° 16' 31"	101° 30' 31"	F			110.0	2.0	E				
1-0031	Manuel Amador	La Puercalita	10° 13' 45"	101° 31' 11"	F									
1-0032	Isidoro Suarez	La Codalita	10° 16' 18"	101° 34' 42"	F			100.0						Pozo abocado

P = Pozo N = hand M = Manual G F = Geotric filtrante

L 1] T F = Turbina Hecho S = Sumergible C = Centrífuga

G = Guimbaile M = Manual

L 1] A = Abrevadora B = Riego A P = Agua potable D = Diferente I = Industrial

CUADRO - 7

RESUMEN DEL CENSO

11ZDE2

SERVICIO VENIDA N°	PROPIETARIO	PREDIO O LOCALIDAD	COORDENADAS		TIPO DE APROX. (KMS/CM) (1)	N. E (m)	N. D (m)	PROFUN- DIDAD (m)	GASTO (l/a)	B O M B A		TIPO DE BOMB(A)s	USO DEL AGUA (2)	FORMACION	O B S E R V A C I O N E S
			( N )	( W )						(m)	(l/a)				
EDA-0933	Sanjuro Grande	Los Angeles	29° 29' 37"	101° 41' 33"	F			100.0	1.0	1		F	ATD		
EDA-0936	Sanjuro Grande	Los Angeles	29° 29' 36"	101° 41' 03"	F			100.0	1.0			F	ATD		
EDA-0935	Sanjuro Grande	Los Angeles	29° 28' 57"	101° 43' 09"	F			130.0	2.0	2		F	ATD		
EDA-0936	Quez Gaudios	La Huerrfana	29° 18' 54"	101° 33' 50"	F			100.0	1.0	2		F	ATD		
EDA-0937	Quez Gaudios	La Huerrfana	29° 19' 41"	101° 36' 43"	F			100.0	2.0	1		F	ATD		
FMA-0938	Quez Gaudios	La Huerrfana	29° 19' 30"	101° 48' 16"	F			100.0	1.0			F	ATD		
FMA-0939	Quez Gaudios	La Huerrfana	29° 19' 33"	101° 47' 51"	F	14.70		100.0	1.0			F	ATD		
EDA-0940	Quez Gaudios	La Huerrfana	29° 19' 06"	101° 47' 43"	F	26.87		100.0	1.0			F	ATD		
EDA-0941	Sanjuro Grande	San Miguel	29° 32' 55"	101° 39' 57"	H	27.02		10.0	1.0	1		F	ATD		
EDA-0942	Sanjuro Grande	Santa Clara	29° 09' 49"	101° 34' 09"	F	14.53		100.0	1.0			F	ATD		
EDA-0943		Santa Elvella	29° 08' 51"	101° 34' 30"	F									Terro abandonado S.E. 110.0 m aprox.	
EDA-0944	Sanjuro Amague	El Cimo	29° 15' 00"	101° 33' 21"	F			100.0	1.0			C	ATD		
FMA-0945	Sanjuro Amague	Huacalima	29° 28' 23"	101° 27' 03"	F			100.0	1.0			F	ATD		
EDA-0946	Sanjuro Amague	Cordillera	29° 18' 33"	101° 26' 00"	F			100.0	1.0			C	ATD		
EDA-0947	Sanjuro Amague	Los Males	29° 18' 27"	101° 25' 41"	F			200.00	1.0			F	ATD		

(1) F = Freno H = Huevo M = Manopala G = Galleta (1) = 12) T = Turbina Freno S = Sumergible C = Centrifuga G = Guibabete M = Manual (3) A = Abandono R = Riego B = P. Aguaparra D = Demora  
(+ Industrial)

-59-  
 ESTA TESIS NO DEBE  
 SALIR DE LA BIBLIOTECA

## I X.- CONCLUSIONES

Tomando como base los estudios que se realizaron en el área las conclusiones derivadas son las siguientes:

1.- La lámina media anual de lluvia para el período 1950-1988 es de 493.7 mm, teniendo un período seco, de noviembre a marzo, con una precipitación de 86.7 mm y otro de lluvias, de abril a octubre, con lluvia de 407.0 mm. La temperatura media anual para ese período es de 21.1 °C y la evaporación de 2 372.0 mm. La fórmula climática, es (Dda'b'4), que corresponde a un clima seco, con nula demasía de agua, cálido, con alta concentración de calor en el verano, según el segundo sistema de clasificación de C.W. Thornthwaite.

2.- Se muestrearon y analizaron químicamente 36 aprovechamientos del agua subterránea. Esas aguas pertenecen a la familia de aguas Cálcico-Bicarbonatadas. Desde el punto de vista potable el agua es de buena calidad y apropiada para su consumo, ya que su concentración salina es muy baja. Para el riego de cultivos las aguas se clasificaron como de buena calidad y apropiada para el riego y sólo unas 10 muestras se clasificaron como condicionadas por cloruros, sin embargo los valores son bajos y en general se puede considerar como apropiadas para el riego sin peligro de salinización o sodificación de los suelos.

3.- Las unidades geológicas que de acuerdo a sus características litológicas y de medio ambiente de depósito, presentan mejores características para permitir la infiltración, circulación y almacenamiento del agua subterránea, son las siguientes: Glen Rose, Telephone Canyon, Wuest Nueces y Salmon Peak.

En la zona sur estas unidades geohidrológicas afloran y en parte se encuentran erosionadas. El lugar que presenta las condiciones favorables para obtener agua es la parte central, inclusive en esa parte aflora la Formación Salmon Peak, en tanto que en el norte las unidades geohidrológicas se encuentran cubiertas por las Formaciones Del Río, Buda, Boquillas y Austin, que atravesarlas aumentaría el costo de la perforación.

4.- Los depósitos aluviales recientes se componen de arena, gravas arcillas y cantos rodados, producto de la erosión e intemperismo de las rocas calcáreas marinas. Esta unidad no se considera



geohidrológica debido a su espesor que es del orden de 1 a 15 metros.

5.- Las características climatológicas prevaecientes en esta región hacen que se considere como una área poco favorable para la formación de acuíferos.

#### RECOMENDACIONES

1.- Llevar acabo las tres perforaciones exploratorias propuestas en el capítulo ocho. En los dos primeros sitios se espera atravesar las Formaciones Salmon Peak, Mcknight, West Nueces, Telephone Canyon y parte de la Glen Rose. En dos de los casos se propone perforar a 600 metros. En el tercer sitio se recomienda llegar a una profundidad de 500 metros; este sitio se localiza en las cercanías de la sierra del Burro y en el se trata de alcanzar a la formación Aurora (Tamaulipas Superior) con la que se espera hacer contacto a los 250 metros. Las secciones de estos tres sitios se presentan en el anexo 5.

2.- En virtud de las condiciones que prevalecen en la zona se sugiere emprender los estudios necesarios para llevar a cabo el aprovechamiento de los pequeños escurrimientos superficiales intermitentes (arroyos) mediante bordos para la formación de abrevaderos con el propósito de impulsar el desarrollo ganadero de la región. Con la misma finalidad se sugiere hacer el aprovechamiento de los escasos recursos de agua subterránea mediante le bombeo de pequeños gastos para alimentar depósitos de agua para abrevadero de ganado.

3.- Teniendo en cuenta la escasa información climatológica de la zona de trabajo, se recomienda la instalación de por lo menos cuatro estaciones termopluviométricas, lo mejor distribuidas que sea posible, en toda la zona de estudio.

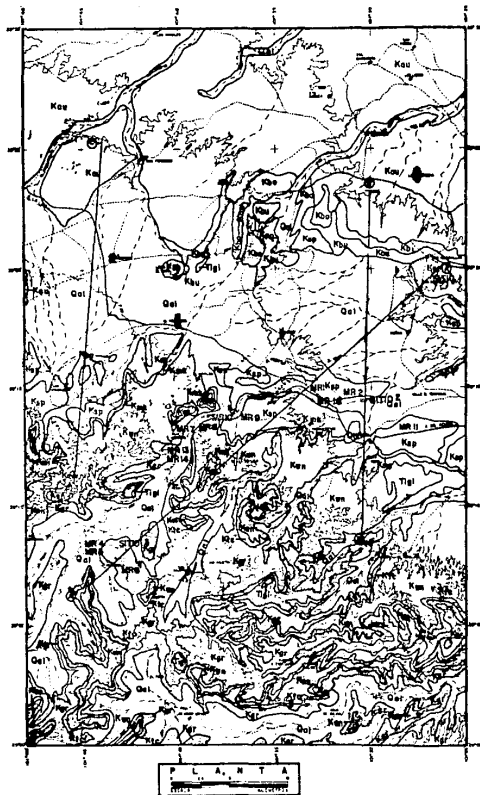
## B I B L I O G R A F I A

- Alvarez Jr. M. Provincias Fisiográficas de la República Mexicana. Sociedad Geológica Mexicana. Boletín 2, Tomo XXIV. 1961.
- Agrogeología, S.A. Prospección Geohidrológica en la zona Boquillas del Carmen, Coah. Junio, 1985.
- Prospección Geohidrológica Las Cuevas-La Partida Coah., México. Mayo, 1986.
- Ayala, M. S. y Solana, L. J. Estudio de la porción sur de la Sierra Hermosa de Santa Rosa, Coah. Méx. Tesis Profesional UNAM, México, D.F. 1989.
- Bebout, D. G, and Loucks, R. G. Cretaceous Carbonates of Texas and Mexico. Applications to subsurface exploration. Bureau of Economic Geologic. The University of Texas, 1977.
- Charleston, A.S., Utilización de fotografías aéreas espaciales en trabajos de Geología Regional. Rev. I.M.P. (p. 5-11, Julio. 1971).
- Stratigraphy, Tectonics and Hydrocarbon Potential of the Lower Cretaceous, Coahuila, Series, Coahuila, Mexico. University of Michigan, 1977.
- A summary of the Structural Geology and Tectonics of the state of Coahuila, Mexico, p. 28-36. Lower Cretaceous Stratigraphy and Structure,

- Northern Mexico, november 11-16, 1981.
- García, G. J.                    Estudio Geohidrológico para abastecer de agua potable a las poblaciones de la región carbonífera de Sabinas, Edo. de Coah., México. Tesis Profesional UNAM, México, D.F. 1965.
- González, G.R.                    Bosquejo geológico de la zona Noreste. Asoc. Mex. Geol. Petrol. Bol. (28-1/2) p.1-56 1976.
- Hidrogeología, S.A.                Servicios de Prospección y Levantamientos Geológicos y Geofísicos en la Zona del Distrito de Riego 06, Palestina, estado de Coahuila, Méx. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1981
- López, R. E.                        Geología de México , 3a. Edición. Tomo II. 1982
- Morán Zenteno, D.J.                Geología de la República Mexicana. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 1984
- Padilla y Sánchez, R.                Post-Paleozoic Tectonics of Northeast Mexico and its Role in the Evolution of the Gulf of Mexico. 1986
- Secretaría de Recursos Hidráulicos. Boletín Hidrológico No. 34. Región Hidrológica No. 24 Oriente (Región del Medio Bravo y Río Salado). 1970
- Smith Charles I.                    Geologic Map of Northern, Coahuila Mexico Bureau of Economic Geology the University of Texas

at Austin. 1964

Lower Cretaceous Stratigraphy,  
Northern Coahuila, Mexico. Report  
of Investigation No. 65, Bureau  
of Economic Geology. The  
University of Texas. Austin  
Texas. 1970



### SIMBOLOGIA

- Publicaciones:
- Aeropuerto:
- Curvas de nivel:
- Reche:
- Camino de terracería:

### SIMBOLOS GEOLOGICOS

- Contacto geológico:
- Contacto geológico inferido:
- Línea de sección geológica:
- Plegue anticlinal:
- Plegue sinclinal:
- Fracturas:
- Falla:
- Mezcla de roca:

### COLUMNA LITOSTRATIGRAFICA

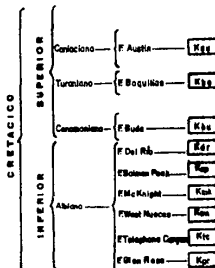


#### Explicación litológica

- Lutite
- Arenosa
- Marga
- Lutite arenosa
- Caliza estratóna
- Caliza con bandas de pedregal
- Caliza

### COLUMNA ESTRATIGRAFICA

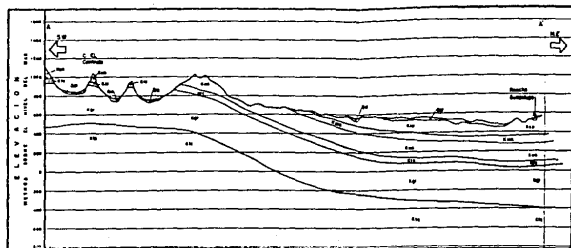
- Terciaria: Terciaria
- Cuaternaria: Cuaternaria



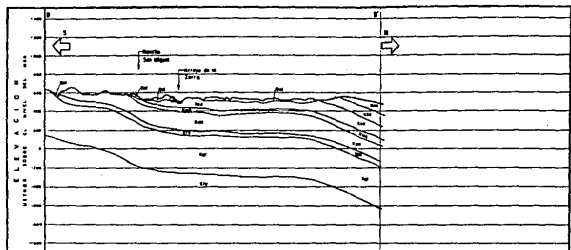
NOTA: La Geología está basada en el mapa geológico del interior de Coahuila, editado por Charles Isaac Smith.

Anexo (1)

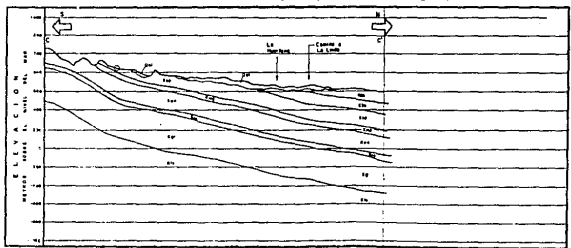
U  
N  
A  
M  
FACULTAD DE INGENIERIA  
G E O L O G I C O  
TESIS PROFESIONAL  
MIL CRISTINA SANCHEZ DIAZTISTA 1989



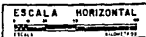
SECCION GEOLOGICA A-A'



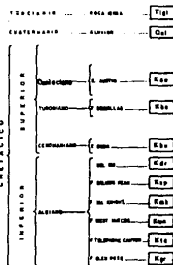
SECCION GEOLOGICA B-B'



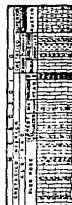
SECCION GEOLOGICA C-C'



COLUMNA ESTRATIGRAFICA



COLUMNA LITOESTRATIGRAFICA



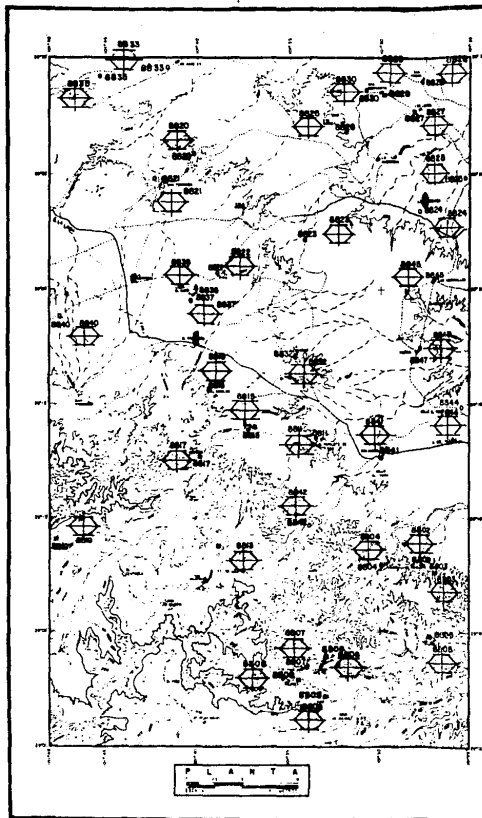
EXPLICACION LITOLOGICA

- LITAS
- ARENOSAS
- ARCILLAS
- LITAS VERDES
- CAJAS APOLDAS
- CAJAS CON BRANCO DE FERRO
- CAJAS

NOTA: La interpretación de los nombres geológicos se encuentra en el Anexo (I).

ANEXO (I)

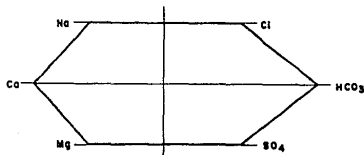
U FACULTAD DE INGENIERIA  
 M SECCIONES  
 A GEOLOGICAS  
 M EXAMEN PROFESIONAL  
 11-01-1973



### SIMBOLOGIA

- Poblaciones
- Arroyos
- Curvas de nivel
- Brecha
- Camino de terracería
- Pozo
- Noria
- Manantial

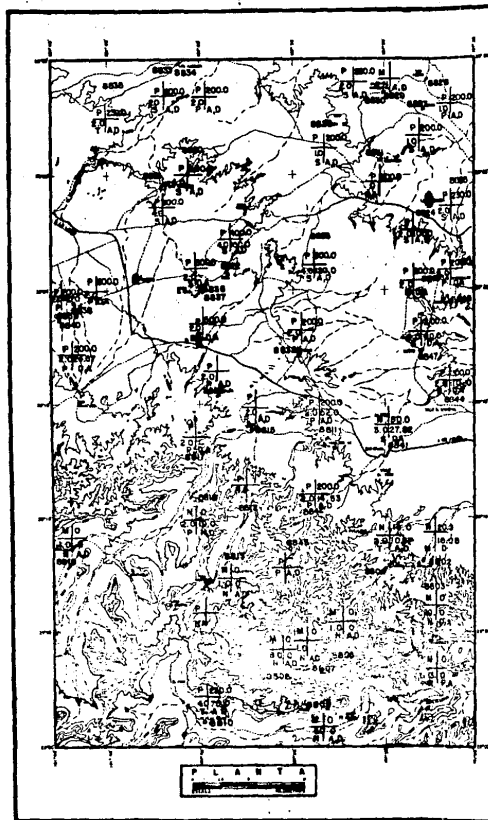
### DIAGRAMAS DE STIFF



NOTA: La topografía se obtuvo de las reducciones de las hojas H14C32, H14C42, H14C41 y H14C31 de I.N.E.G.I. sólo aparecen los aprovechamientos subterráneos con análisis químicos.

U FACULTAD DE INGENIERIA  
 N DIAGRAMAS DE  
 A STIFF  
 M TESIS PROFESIONAL  
 DEL CENTRO SINES BAUTISTA 1989

Anexo (3)



### SIMBOLOGIA

Poblaciones	—	■
Arroyos	—	—
Curvas de nivel	—	100
Brecha	—	—
Camino de terracería	—	—
Pozo	—	+
Noria	—	+
Manantial	—	□

### TIPO DE APROVECHAMIENTO

P = POZO  
 N = NORIA  
 M = MANANTIAL  
 S.F. = GALERIA FILTRANTE

### GASTOS EN L.P.S. Y/O FORMA DE EXTRACCION

P = PAPALOTE  
 T = TURBINA FLECHA  
 C = CENTRIFUGA  
 S = SUMERGIBLE  
 M = MANUAL  
 N. = NATURAL  
 N.A. = NO APROVECHABLE

### PROFUNDIDAD

PROFUNDIDAD TOTAL  
 EN METROS

### PROFUNDIDAD AL NIVEL ESTATICO EN METROS

NIVEL DINAMICO \*  
 Y USO DEL AGUA  
 A = ABBREVADERO  
 R = RIEGO  
 P = POTABLE  
 I = INDUSTRIA  
 D = DOMESTICO

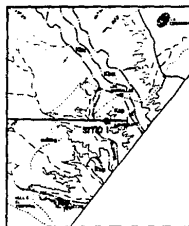
NOTA: La topografía es abstracta de los  
 levantamientos de los años 1942, 1943, 1944,  
 1945 y 1946 de INZ.A.

PLANTA  
 1:50,000

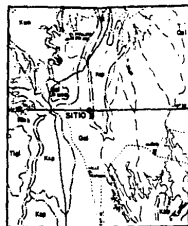
Anexo (4)

U FACULTAD DE INGENIERIA  
 N APROVECHAMIENTOS  
 A CENSADOS  
 M TESIS PROFESIONAL  
 MLCRISTINA SFRIS BAUTISTA 1989





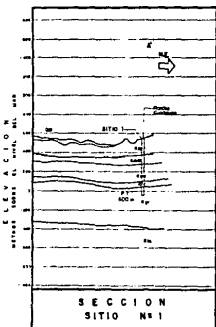
PLANTA  
SITIO N° 1



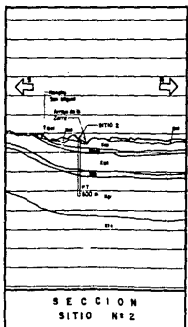
PLANTA  
SITIO N° 2



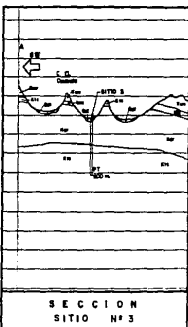
PLANTA  
SITIO N° 3



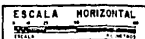
SECCION  
SITIO N° 1



SECCION  
SITIO N° 2



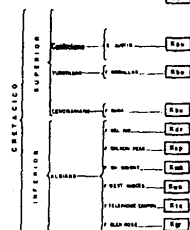
SECCION  
SITIO N° 3



COLUMNA ESTADISTICA

TERCIARIO: ... 7m

CUATERCARIO: ... 5m



Anexo (5)

U FACULTAD DE INGENIERIA  
N LOCALIZACION DE ZONAS FAVORABLES PARA LA PERFORACION DE POZOS.  
A TESIS PROFESIONAL  
M. CRISTINA SPINNEBAULTZ