

24.25

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería

Aspectos Geohidrológicos de la Franja
Fronteriza entre Piedras Negras, Coah.
y Nuevo Laredo, Tamps.

T E S I S

Que para obtener el título de :

INGENIERO GEOLOGO

p r e s e n t a :

VIRGILIO ORTA DAVILA

México, D. F.

1984



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 esta 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.

INDICE

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

CAPITULO UNO.	INTRODUCCION	----	1
1.1.	GENERALIDADES	----	1
1.2.	OBJETIVOS DEL TRABAJO	----	1
1.3.	LOCALIZACION.	----	2
1.4.	VIAS DE COMUNICACION	----	4
1.5.	RECOPIACION DE INFORMACION	----	7
1.6.	POBLACION Y CULTURA	----	8
CAPITULO DOS.	ACTIVIDADES DE CAMPO	----	10
2.1.	CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRANEA.	----	10
2.2.	VERIFICACION GEOLOGICA	----	11
CAPITULO TRES.	GEOLOGIA.	----	12
3.1.	PROVINCIA FISIOGRAFICA	----	12
3.2.	GEOMORFOLOGIA	----	12
3.3.	ESTRATIGRAFIA	----	14
3.3.1.	FORMACION BUDA	----	16
3.3.2.	FORMACION EAGLE FORD	----	17
3.3.3.	FORMACION AUSTIN	----	18
3.3.4.	GRUPO TAYLOR	----	19
a)	FORMACION UPSON.	----	19

b)	FORMACION SAN MIGUEL	----	20
3.3.5.	GRUPO NAVARRO	----	21
a)	FORMACION OLMOS	----	21
b)	FORMACION ESCONDIDO	----	22
3.3.6.	GRUPO MIDWAY	----	23
a)	FORMACION KINCAID	----	24
b)	FORMACION WILLS POINT	----	25
3.3.7.	FORMACION INDIO.	----	25
3.3.8.	GRUPO CLAIBORNE	----	27
a)	FORMACION CARRIZO	----	27
b)	FORMACION MOUNT SELMAN	----	28
i)	MIEMBRO BIGFORD	----	28
ii)	MIEMBRO ARENISCA PALAFOX	----	30
iii)	MIEMBRO ARENISCA COLOMBIA	----	31
c)	FORMACION COOK MOUNTAIN	----	32
3.3.9.	CONGLOMERADO SABINAS	----	32
3.3.10.	CONGLOMERADO REYNOSA	----	33
3.3.11.	CUATERNARIO	----	34
a)	CUATERNARIO LACUSTRE	----	34
b)	CUATERNARIO ALUVION	----	35
c)	CUATERNARIO FLUVIAL	----	36
3.4.	GEOLOGIA ESTRUCTURAL	----	37
3.5.	ANALISIS PETROGRAFICOS	----	38
3.6.	ANALISIS PALEONTOLOGICOS	----	38
3.7.	SECCIONES GEOLOGICAS	----	38

CAPITULO CUATRO.	HIDROLOGIA SUPERFICIAL	----	43
4.1.	INFORMACION CLIMATOLOGICA	----	43
4.1.1.	PRECIPITACION	----	44
4.1.2.	TEMPERATURA	----	46
4.1.3.	EVAPORACION	----	46
4.1.4.	NUBOSIDAD	----	46
4.1.5.	HELADAS	----	49
4.2.	DESCRIPCION HIDROLOGICA	----	49
4.2.1.	RIO BRAVO	----	49
a)	RIO ESCONDIDO	----	49
b)	OTROS AFLUENTES DEL RIO BRAVO.	----	50
CAPITULO CINCO.	HIDROLOGIA SUBTERRANEA	----	51
5.1.	CLASIFICACION DE UNIDADES DE ACUERDO A SU PERMEABILIDAD.	----	51
5.1.1.	ROCAS DE ALTA PERMEABILIDAD	----	51
5.1.2.	ROCAS DE PERMEABILIDAD ME- DIA.	----	53
5.1.3.	ROCAS IMPERMEABLES.	----	54
5.2.	FUNCIONAMIENTO DEL ACUIFE- RO.	----	55
5.2.1.	ALUVIONES.	----	55
5.2.2.	ARENISCAS.	----	56

5.3.	PROFUNDIDAD AL NIVEL ESTATICO.	-----	57
5.4.	ELEVACION DEL NIVEL ESTATICO.	-----	58
CAPITULO SEIS.	HIDROGEOQUIMICA.	-----	61
6.1.	INTRODUCCION.	-----	61
6.2.	ANALISIS QUIMICOS	-----	62
6.3.	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	-----	64
6.4.	DIAGRAMAS TRIANGULARES	-----	66
CAPITULO SIETE.	CARACTERISTICAS HIDROGEO- LOGICAS Y ZONAS FAVORABLES PARA LA PERFORACION DE PO- ZOS.	-----	70
7.1.	CARACTERISTICAS DE LOS -- APROVECHAMIENTOS CENSADOS.	-----	70
7.2.	CARACTERISTICAS HIDROGEO- LOGICAS DE LA REGION.	-----	71
7.3.	ZONAS APROPIADAS PARA LA PERFORACION DE POZOS.	-----	73
CAPITULO OCHO.	CONCLUSIONES Y RECOMENDA- CIONES.	-----	76
8.1.	CONCLUSIONES.	-----	76
8.2.	RECOMENDACIONES	-----	81
BIBLIOGRAFIA.		-----	83

INDICE DE TABLAS.

1.5.	POBLACION, CULTURA Y SUS ACTIVIDADES. TABLAS (A, B, - C, D y E).	----	86
2.1.	RESUMEN DEL CENSO DE APRO- VECHAMIENTOS. TABLAS (A, B, C, D y E).	----	89
2.2.	CARACTERISTICAS DE LAS - MUESTRAS DE ROCA (OBSERVA- CIONES DE CAMPO).	----	94
3.1.	CORRELACION ESTRATIGRAFICA.	----	15
3.2.	RESULTADOS DE LOS ANALISIS PETROGRAFICOS.	----	99
3.3.	RESULTADOS DE LOS ANALISIS MICROPALAEONTOLOGICOS.	----	100
5.1.	CARACTERISTICAS HIDROGEOLO- GICAS DE LAS UNIDADES EXIS- TENTES.	----	101
6.1.	RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE MUESTRAS DE -- AGUA. TABLAS (A, B y C).	----	102

INDICE DE FIGURAS.

1.1.	LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO.	----	3
3.1.	PROFUNDIDAD AL CONTACTO SUPERIOR DE LA FORMACION CARRIZO.	----	29
3.2.	SECCION GEOLOGICA PARALELA AL RIO BRAVO.	----	42
4.1.	PRECIPITACION	----	45
4.2.	TEMPERATURA.	----	47
4.3.	EVAPORACION.	----	48
5.1.	ACUIFERO EN LA FORMACION CARRIZO.	----	59
6.1.	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS EN PPM PARA LA FORMACION CARRIZO.	----	65
6.2.	DELIMITACION DE ZONAS CON AGUA DULCE Y SALADA EN LOS ACUIFEROS: CARRIZO Y WILCOX (INDIO).	----	67
6.3.	DIAGRAMAS TRIANGULARES PARA CLASIFICACION DE AGUAS FIGURAS (A,B,C,D y E).	----	105

INDICE DE PLANOS.

1. PLANO FOTOGEOLOGICO. (1 DE 2)
2. PLANO FOTOGEOLOGICO. (2 DE 2)
3. SECCIONES GEOLOGICAS
ESQUEMATICAS.
4. SOLIDOS TOTALES DISUELTOS.
(EN PPM).
5. FAMILIAS DE AGUA.

RESUMEN

Las principales finalidades del presente trabajo fueron la delimitación de la Formación Carrizo y la determinación de sus posibilidades acuíferas, así como también, dictaminar las posibilidades -- acuíferas en diferentes zonas favorables para la perforación de pozos de exploración y explotación.

La zona de estudio se localiza entre las ciudades de Piedras Negras, Coah. y Nuevo Laredo, Tamps. con un área de 10.000 Km², en donde se llevó a cabo un muestreo de aprovechamientos de agua subterránea para análisis químicos, y un muestreo de rocas para análisis petrográficos y micropaleontológicos posterior a la fotointerpretación.

Fisiográficamente, el área de estudio se localiza en la Zona Central de la Subprovincia Cuenca del Bravo de la Provincia Fisiográfica Llanura Costera del Golfo de México.

Geomorfológicamente, presenta características de una extensa planicie constituida de valles y pequeñas mesetas y lomeríos en un paisaje semidesértico, con escasas corrientes intermitentes, a excepción del Río Bravo, donde afloran rocas del Cretácico Superior y principalmente del Terciario. Se considera en etapa de madurez.

La estratigrafía está representada por las siguientes formaciones: del Cretácico Superior, Buda, Eagle Ford, Austin, Upson, San Miguel, Olmos y Escondido; del Terciario Kincaid, Wills Point, Indio, Carrizo, Mount Selman, Cook Mountain, Sabinas y Reynosa y del Cuaternario depósitos lacustres, aluvión y depósitos fluviales.

Estructuralmente, la región forma parte del Geosinclinal del Golfo de México, la depositación terciaria se inició al originarse un hundimiento hacia el oriente simultáneo a los plegamientos que se formaron durante la Orogenia Laramide a fines del Cretácico.

El echado regional de las formaciones predomina hacia el oriente con intensidades de 0° a 10°, observándose algunas fracturas en areniscas.

Se contó con información climatológica de DETENAL y datos de precipitación, temperatura y evaporación de estaciones climatológicas de la S.A.R.H.

En lo que se refiere a Hidrología Subterránea, las formaciones se clasificaron en rocas de alta permeabilidad (depósitos no consolidados), rocas de permeabilidad media (F. Carrizo, F. Indio, F. Austin y F. Eagle Ford) y rocas impermeables (F. Upson, San Miguel, Olmos, Escondido, Kincaid, Wills Point, Mount Selman y Cook Mountain).

Para dictaminar la calidad del agua de acuerdo al uso que se le pretende dar, así como los procesos a los que ha estado sujeta, se recurrió a la Hidrogeoquímica. Se realizaron análisis químicos para la determinación de conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, dureza total, dureza de calcio, dureza de magnesio, alcalinidad total, calcio, magnesio, sodio, carbonatos, bicarbonatos, cloruros y sulfatos.

Las características de permeabilidad y calidad del agua en el acuífero de la porción norte son apropiadas para la perforación de pozos de explotación de agua subterránea, así mismo, en una porción localizada entre los Ranchos Canoitas, El Sauce, Santa Eulalia, El Cinco, y el poblado Villa Hidalgo, se considera propicia para la explotación de agua subterránea que proviene de la Formación Carrizo.

CAPITULO UNO

INTRODUCCION

1.1. GENERALIDADES.

El presente estudio: "Aspectos Geohidrológicos de la Franja Fronteriza entre Piedras Negras, Coah. y Nuevo Laredo, Tamps", se realizó en un área de 10,000 Km² aprox. La mayor parte de la zona -- explorada corresponde al Estado de Coahuila y la porción restante se encuentra distribuída entre los Estados de Nuevo León y Tamaulipas.

La secuencia de las actividades fue la siguiente: 1) Recopilación, selección y depuración de la información obtenida; 2) Trabajos de Campo; 3) Análisis de laboratorio (en muestras de agua: análisis físicos y químicos; en muestras de roca: análisis petrográficos y paleontológicos; 4) Compilación y procesamiento de toda la información para la elaboración de esta tesis.

1.2. OBJETIVOS DEL TRABAJO.

Uno de los principales acuíferos productores del sur del Estado -- de Texas, E.U. es la Formación Carrizo; de ella se extraen volúmenes importantes de agua que es aprovechada ampliamente de acuerdo a su calidad.

Al sur del Río Bravo se tienen grandes áreas con deficiencias de agua, por esta razón, una de las finalidades del estudio fue la delimitación de la Formación Carrizo en territorio mexicano, así mismo, otro propósito de este trabajo fue la determinación de --

las posibilidades productivas de la formación mencionada.

Para lograr el establecimiento de las posibilidades productivas - fue necesario analizar las condiciones geohidrológicas en diferentes zonas para recomendar la perforación de pozos de exploración y explotación en áreas con potenciales favorables.

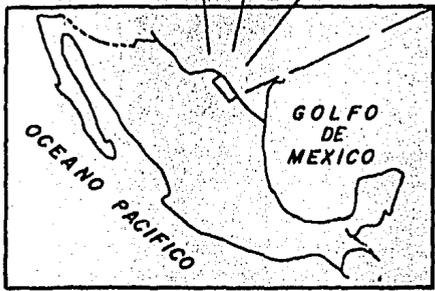
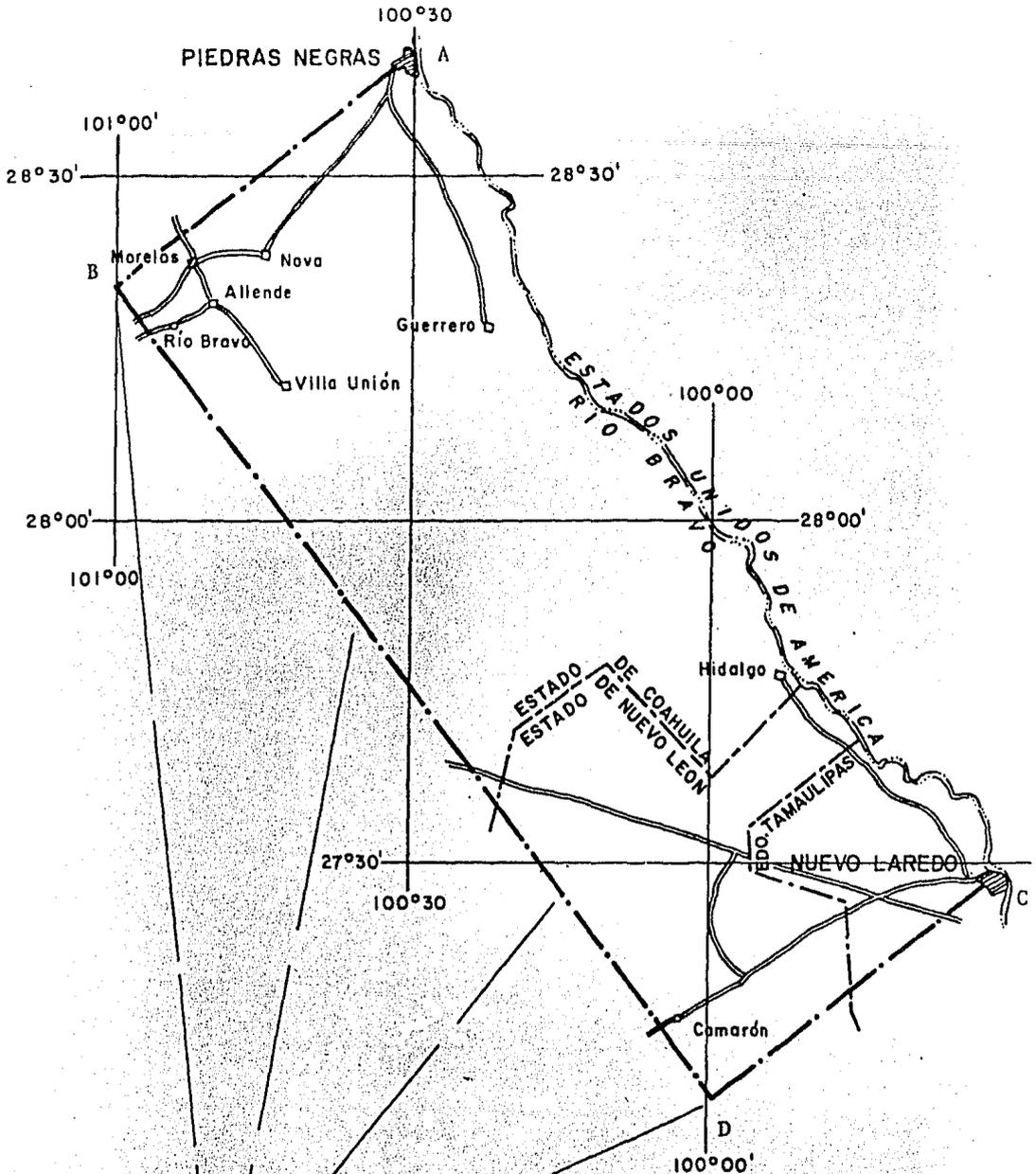
1.3. LOCALIZACION.

El área de estudio presenta una forma rectangular, cuyos lados - mayores presentan una orientación aproximada al NW 36°SE. Uno de sus bordes límites, el que está situado al NE, es un poco irregular debido a que lo constituye el Río Bravo, entre las Ciudades - de Piedras Negras y Nuevo Laredo, Tamaulipas.

Para la localización más exacta en esta superficie se han tomado como referencia a cuatro puntos que son los vértices del rectángulo. Se ha hecho en esta forma debido a que sus lados no guardan paralelismo con los paralelos y meridianos geográficos. (ver figura No. 1.1.).

A. (W) 100°30' ; (N) 28°40' C. (W) 99°30' ; (N) 27°30'

B. (W) 101°00' ; (N) 28°20' D. (W) 100°00' ; (N) 27°10'



LOCALIZACION

Fig. 1.1.
Virgilio Orta Dávila, 1983

LOCALIZACION POLITICA.

Se tienen dos ciudades de gran importancia en el área de estudio - ambas están situadas en el límite con el Estado de Texas, E.U.A., en la rivera del Río Bravo. Una de ellas es la Ciudad de Piedras - Negras, Coahuila, localizada en la esquina noroeste del rectángulo antes mencionado y la otra es la Ciudad de Nuevo Laredo, Tamaulipas situada al sureste de la población anterior constituyendo otro de los límites de la zona de trabajo.

La región que corresponde al Estado de Coahuila se encuentra in-- cluída en los municipios siguientes: Piedras Negras, Zaragoza, --- Morelos, Allende, Villa Unión, Guerrero y Miguel Hidalgo; en la -- porción del Estado de Nuevo León, dos son los municipios que se -- tienen: Colombia y Anáhuac; por último del Estado de Tamaulipas, - sólo el Municipio de Nuevo Laredo penetra parcialmente en el área de estudio.

1.4. VIAS DE COMUNICACION.

La comunicación del área de estudio se considera bastante acepta-- ble debido a que se puede llegar a ella por tierra o por aire. -- Existe una amplia red de carreteras pavimentadas, caminos de te-- rracería y brechas que son transitables durante la mayor parte -- del año, así como también se cuenta con vías de ferrocarril y ae-- ropuertos.

CARRETERAS.

La comunicación del área de estudio con poblaciones importantes -- del noreste del país así como también con la Ciudad de México, se realiza por medio de las siguientes carreteras: México-Piedras Negras (No. 57, federal), México-Nuevo Laredo (No. 85, federal) y -- Monterrey-Nuevo Laredo (estatal No.1).

En lo relativo a recorridos de campo efectuados dentro del área de estudio, las vías pavimentadas que proporcionaron un acceso rápido y fácil se exponen a continuación:

- Carretera No. 57, México-Piedras Negras. Pasa -- por la porción noroccidental de la región explorada, en el tramo Piedras Negras-Allende, con -- una longitud de 60 Km y con un rumbo NE-SW.
- Carretera No. 85, México-Nuevo Laredo. Favorece la comunicación de la parte suroriental.
- Carretera Monterrey-Nuevo Laredo No. 1 . Median te esta vía se consigue un buen acceso en la su-- perficie suroriental.
- Carretera Nuevo Laredo-Piedras Negras. Tiene una longitud aproximada de 170 Km entre las Ciudades mencionadas y un rumbo NW-SE. Se le conoce con el nombre de carretera Riverense debido a su parale-- lismo y cercanía con el Río Bravo; continúa su --

curso hacia el sureste hasta la Ciudad de Matamoros, Tamaulipas y hacia el noroeste hasta Ciudad Acuña, Coahuila. Esta carretera de reciente construcción, fue de gran ayuda para los recorridos en las porciones: norte, noreste y este de la superficie explorada.

- Por último, se cuenta con una vía pavimentada de corta extensión, también de reciente terminación, que entronca a 45 Km de la Ciudad de Nuevo Laredo, sobre la carretera Monterrey-Nuevo Laredo (Vía -- Cd. Anáhuac) y finaliza hacia el noreste en el poblado Colombia, N.L. en un recorrido de 52 Km que atraviesa gran parte de la región sur y sureste de la zona.

La superficie restante se encuentra comunicada por una amplia red de caminos de terracería y brechas transitables la mayor parte del año. De estos caminos, el de mayor importancia es el que sigue una línea recta de 96 Km hasta el límite del área, su rumbo es NW 78° SE. Fue construido por PEMEX paralelo al gasoducto desde la Ciudad de Nueva Rosita, Coahuila, hasta la frontera con los Estados Unidos al sur de Nuevo Laredo, Tamaulipas.

FERROCARRILES.

Existen dos rutas ferroviarias que comunican las regiones noreste y sureste de la zona de interés. La primera se refiere al ferrocarril México-Nuevo Laredo, ambas presentan un rumbo aproximado NE--

SW y longitud aproximada de 65 Km en el área mencionada.

VIAS DE COMUNICACION AEREAS.

Dentro de la superficie rectangular estudiada se tiene un aeropuerto que está situado en la Ciudad de Nuevo Laredo, Tamaulipas y una pista de aterrizaje ubicada en Piedras Negras, Coahuila. El primero tiene servicio comercial diario con la Ciudad de México mientras que la segunda, sólo presta servicio para aviones particulares y avionetas de pequeño calado.

1.5. RECOPIACION DE INFORMACION.

Con el fin de obtener un amplio conocimiento de la geohidrología de la región, se realizó una recopilación de los trabajos topográficos, geológicos e hidrológicos existentes.

Se formaron planos topográficos base con una escala 1:200,000 a partir de las hojas topográficas de escala 1:50,000 de la DETENAL de los cuales el 80% se encuentran en edición final y el 20% en edición preliminar.

Las consultas relacionadas con la geología se realizaron en trabajos existentes que cubren en parte la región de estudio, o que han sido desarrollados para zonas cercanas, incluyendo el sur de Texas que presenta características litológicas similares.

Entre las fuentes de información a las que se hace alusión en el párrafo anterior, se tienen las siguientes: Ref 13, 8, 11, 10, 3, 1, 6, 14 y 15.

Los datos referentes a la hidrología superficial fueror. obtenidos de la carta de climas de la DETENAL, escala 1:1000,000 y de las mediciones climatológicas de la S.A.R.H., Ref. 12, por otro lado no se tiene conocimiento previo y preciso de hidrología subterránea del área, a excepción de la Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas de la DETENAL, misma que se utilizó en escala 1:1000,000. Para una mayor claridad del funcionamiento de los probables acuíferos en esta zona, fueron de gran utilidad algunos de los estudios realizados en el sur del Estado de Texas, E.U.A., Ref. 5.

1.6. POBLACION Y CULTURA.

Es importante tomar en cuenta algunos de los datos estadísticos de población, para así saber sus requerimientos. Por esta razón se ha consultado el IX Censo General de Población de 1970, de los Estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, para obtener información sobre los municipios ubicados en el área de estudio.

A partir de la información obtenida se ha llegado a las siguientes cifras generales en la región: La superficie del conjunto de los municipios tiene un total de 22,069.5 Km² con una población de 247,291 habitantes, de los cuales, 150,293 se encuentran alfabetizados y 19,135 no lo están, en ambos casos, se trata de personas mayores de 10 años de edad; por último, la población económicamente

activa mayor de 12 años de edad es de 64,720 habitantes y se dedican en orden de importancia numérica a lo siguiente: servicios de diversa índole, agricultura y ganadería, industria de la transformación, comercio y construcción. Los datos estadísticos con un mayor detalle, se muestran en las tablas 1.5 (A, B, C,)

La ganadería es una de las actividades más importantes que se realizan en la región, ya que es de tipo extensivo y concluye en el envío de carnes a otras partes del país, así como exportación a los Estados Unidos. La agricultura se ve restringida por las limitaciones de agua, y solo se tienen buenas cosechas en los distritos de riego cercanos a la Presa Don Martín o en las cercanías del Río Bravo. La minería es otra de las actividades importantes que se realizan en la región, ya que una parte de la zona se localiza en una de las regiones carboníferas más importantes del país.

En cuanto a educación se refiere, la mayoría de las poblaciones en el área de estudio cuentan con escuelas primarias. Las cabeceras municipales cuentan con educación secundaria. La preparatoria se cursa en las Ciudades de Nuevo Laredo, Piedras Negras y Allende. Algunas carreras técnicas se pueden cursar en la Ciudad de Nuevo Laredo. Los estudios profesionales se deben realizar fuera de la región, en las Ciudades de Monterrey, Saltillo o la Ciudad de México.

CAPITULO DOS

ACTIVIDADES DE CAMPO

2.1. CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRANEA.

Con el objeto de tener una visión más amplia del funcionamiento de los acuíferos, fue necesario contar con las características principales de los aprovechamientos más representativos del área. Para ello, durante el censo realizado se fueron anotando los datos informativos de cada uno, en hojas del Banco de Información Geohidrológica de la S.A.R.H., y para el mejor manejo de los mismos se trasladaron a las tablas 2.1 (A,B,C,D y E) que se muestran más adelante.

Inicialmente se contó con la información de 32 aprovechamientos ya censados en estudios geohidrológicos anteriores, en seguida se procedió a obtener en el campo los datos de 86 aprovechamientos más para completar un total de 118 que se distribuyen de la siguiente manera: 88 pozos, 25 norias, 4 manantiales y 1 galería filtrante.

Paralela a la anotación de los datos principales de los aprovechamientos (localidad, tipo, N.E. N.D., profundidad, gasto, bomba, uso, formación, pH, coordenadas, etc) se llevó a cabo un muestreo de los que así lo permitieron, utilizando para ello, envases de polietileno con doble tapón. Posteriormente ya en el laboratorio, se realizaron los respectivos análisis químicos.

La localización de los aprovechamientos censados aparecen en los planos No. 4 y 5.

2.2. VERIFICACION GEOLOGICA.

Durante los recorridos efectuados para recabar la información de los aprovechamientos mencionados en el inciso anterior, se realizó el primer reconocimiento de campo basado en la geología recopilada. Se procedió de esta manera con el objeto de tomar familiaridad con el área, al ir conociendo los accesos y características litológicas de la misma para poder establecer, a grandes rasgos, una relación entre la geología recopilada y observada, con las características de los aprovechamientos visitados, haciendo las anotaciones respectivas.

Posteriormente con los planos geológicos formados a partir de la interpretación de fotografías aéreas de la DETENAL, se realizaron nuevos recorridos de verificación con el fin de estudiar y anotar en forma más precisa las características litológicas, estratigráficas, granulométricas y de permeabilidad de las rocas en el afloramiento, así como también, llevar a cabo un muestreo en los afloramientos más representativos del área. Las muestras de roca obtenidas en campo se seleccionaron para después efectuar los análisis petrográficos y paleontológicos correspondientes.

Las características principales de las muestras de roca observadas en campo, se han agrupado en la tabla 2.2, para facilitar la consulta. La localización de dichas muestras aparece en el plano foto-geológico.

CAPITULO TRES

GEOLOGIA

3.1. PROVINCIA FISIOGRAFICA.

El área de estudio se localiza en la zona central de la Subprovincia Cuenca del Bravo, de la Provincia Fisiográfica Llanura Costera del Golfo de México. Las formaciones que aquí afloran, están constituidas por clásticos del Paleoceno y Eoceno a manera de franjas sucesivas que, a la altura del Río Bravo, tienen una orientación norte-sur, y al sur de dicho río cambian ligeramente a noroeste-sureste. Algunas de estas franjas forman tierras bajas, ya que consisten de lutitas y arcillas de fácil erosión; mientras que otras, forman cuevas constituidas de resistentes areniscas

3.2. GEOMORFOLOGIA.

La región, en términos generales, presenta características de una extensa planicie constituida principalmente por valles, y algunas mesetas y lomeríos. La vegetación es escasa, de tipo gobernadora, lo que da a la región un típico paisaje semidesértico.

Los valles se elevan en la porción occidental a 400 m.s.n.m. y a 35 Km al este, en las inmediaciones del Río Bravo, descienden a 250 m.s.n.m. Su pendiente resulta apenas perceptible, por lo cual se consideran valles planos. Están constituidos por materiales de relleno, principalmente gravas y arcillas, como producto de la erosión de rocas del Cretácico Superior y del Terciario,

presentándose también algunas arenas. Dichos materiales han sido transportados por medio de corrientes superficiales que provienen del Lomerío de Peyotes; son intermitentes ya que solo llevan agua en períodos extraordinarios de lluvias, y forman un sistema de drenaje insecuente que conduce al Río Bravo, hacia el noreste.

Las formaciones terciarias presentan echados de 0° a 10° con buzamientos al oriente. Están constituidas por areniscas y horizontes de lutitas, las primeras de mayor resistencia que las segundas, implicando que los agentes meteóricos efectúan un trabajo desigual. Se origina entonces, una erosión diferencial en estos dos tipos de roca, que contribuye a la formación de unidades similares a mesetas y terrazas con elevaciones de 20 m a 30 m, sobre el nivel del valle.

Las corrientes superficiales que atraviesan a las rocas terciarias, en su mayoría, forman parte de un drenaje incipiente; dejan rebajes por lo general, en las partes que dan al poniente, en contra del echado, donde se observan a manera de escalones, las rocas más resistentes a la erosión. Hacia el oriente, a favor del echado, las mismas rocas se desvanecen suavemente atendiendo a la ligera inclinación de sus capas.

En algunas partes de la región se observan pequeñas lomas que no exceden los 30 m sobre el valle; son de formas redondeadas y de pendientes muy suaves, y las rocas que las conforman consisten de areniscas y lutitas del Terciario.

El Río Bravo tiene un amplio valle de inundación en el se pueden apreciar las terrazas aluviales que su cauce va dejando en las diferentes temporadas de lluvia.

En términos generales, se puede ver que en la región no existen elevadas montañas con impetuosas corrientes de paredes verticales, que indiquen erosión rápida en etapa de juventud. Por el contrario, la región es una gran planicie cubierta por escasas e intermitentes corrientes; las diferencias de elevación son poco representativas, y se observan, aún, rocas del Cretácico Superior y del Terciario que probablemente forman parte del flanco del Geoanticlinal Tamaulipeco (Swanziger, 1976) y del Geosinclinal Terciario del Golfo de México, cuyos ejes se encuentran alejados. Queda todavía parte de la estructura original que permite hacer una reconstrucción, por lo cual se ha considerado que el área atraviesa por una etapa de madurez.

3.3. ESTRATIGRAFIA.

Las formaciones que se encuentran expuestas en el área de estudio son de origen sedimentario; la mayoría de éstas, fueron depositadas en el medio marino desde el Cretácico Superior (Cenomaniano), hasta el Eoceno del Terciario. Otras, las más modernas, son continentales y corresponden a conglomerados terciarios del Plioceno y Sedimentos Lacustres, Aluviales y Fluviales del Cuaternario.

CRETACICO SUPERIOR.

3.3.1. FORMACION BUDA.

Fueron varios los nombres de esta formación, anteriores al que - ahora lleva. El primero fue Caliza Shoal Creek dado por Hill - - (1889), que cambió a Caliza Burut y Caliza Vola sucesivamente. - Por último Vaughan (1900) la llamó Formación Buda situando su lo calidad tipo en una serie de granjas en el Condado de Hays, Tex.

Su distribución en el área de estudio es escasa y sus principa-- les afloramientos se tienen en la porción NW del área de estudio, a 15 Km aproximados al SW del Poblado de Villa Unión, Coahuila.

Su litología consiste de calizas de estratificación media de co- lor gris y gris claro, textura "mudstone", con algunos nódulos - de pedernal y hematita. Presenta algunas intercalaciones de mar- gas y hacia la cima, escasas lutitas grises con alto contenido - faunístico.

El espesor de esta formación tiene variaciones entre los 30 y -- 70 m. y por consiguiente, existen afloramientos en los que se -- pueden apreciar tres miembros (Charles I. Smith, 1980, p. 47): - El inferior, es de caliza "wackestone", nodular, con algunas in- tercalaciones de margas; el miembro medio, consiste de calizas - de consistencia suave de textura "wackestone", e intercalaciones de margas; y el superior, que presenta mayor espesor que los an- teriores, es de caliza "mudstone" de estratificación media.

De acuerdo a su posición estratigráfica, se le ha asignado una edad de Cenomaniano Inferior, siendo correlacionable con la Formación Cuesta del Cura, y con el Grupo Washita indiferenciado -- del NE de México.

Su contacto superior con la Formación Eagle Ford, es concordante y brusco.

3.3.2. FORMACION EAGLE FORD.

Originalmente fue estudiada por Ferdinand Romer en 1852, posteriormente, Hill en 1887, la considera en la base de las series -- del Golfo y la llama lutitas Eagle Ford. Su localidad tipo se encuentra en Eagle Ford, a 10 Km al oeste de la Ciudad de Dallas, Texas.

Su distribución en el área de estudio es limitada y solo se observan algunos afloramientos en la porción noroeste.

Litológicamente, está compuesta de lutitas calcáreas de color -- gris a gris oscuro que alternan con calizas de estratificación delgada y margas de color gris oscuro. Al actuar el intemperismo sobre estas rocas, se observa un desprendimiento característico en lajas debido a su estructura laminar. El espesor de esta alternancia es de aproximadamente 300 m.

El contacto inferior con la Formación Buda es concordante y brusco, mientras que el contacto superior con la Formación Austin es concordante y transicional.

Tomando en cuenta su contenido faunístico (Inoceramus labiatus, scaphites sp. López Ramos, 1979) y su posición estratigráfica, se le ha asignado una edad: Cenomaniano Superior-Turoniano. Así mismo, es correlacionable con el Grupo Woodbide de Texas, la Formación Indidura del noreste de México, la Formación Agua Nueva de la cuenca Tampico-Misantla y Formación Chispa Summit del Valle del Río Conchos.

3.3.3. FORMACION AUSTIN.

Este término fue utilizado inicialmente por Shumrad en 1860, para la secuencia calcáreo-arcillosa expuesta en la Ciudad de Austin, Texas.

Las principales exposiciones de la Formación Austin dentro del área estudiada se observan en la porción occidental, en una franja que tiene una orientación NW-SE, de aproximadamente 85 Km de longitud.

Su litología guarda gran semejanza con la de la Formación Eagle Ford, ya que consiste de lutitas grises (en ocasiones carbonosas) alternando con calizas delgadas de color gris. En esta formación, no se presentan estructuras de lutitas calcáreas y margas con lentes de caliza, y al intemperizarse, se desprende en fragmentos -

ovoides; éstas últimas observaciones permiten establecer diferencias con las rocas de la Formación Eagle Ford.

La Formación Austin, infrayace a la Formación Upson Clay y supra yace a la Formación Eagle Ford con un espesor de 200 metros -- aproximados. Ambos contactos, tanto superior como inferior, se -- presentan concordantes y transicionales.

Se le ha asignado una edad: Coniaciano-Santoniano, de acuerdo a la determinación de fósiles como: Inoceramus, undulatoplicatus Roemer, Durania sustinensis Roemer y Baculites sp. Los dos últimos, representan otra diferencia con la Formación Eagle Ford.-- (López Ramos, 1979).

3.3.4. GRUPO TAYLOR.

En este grupo se incluyen las Formaciones Upson Clay y San Miguel, mismas que se comentan a continuación:

a) FORMACION UPSON.

Fue definida por E.T. Dumble en 1892, en la oficina postal de -- Upson, Condado de Maverick, Texas, sitio considerado como su localidad tipo.

Su litología consiste en la base de lutitas calcáreas laminares de color gris oscuro a negro, con un color de intemperismo gris verdoso. La parte media está formada por lutitas calcáreas y --

margas laminares. Hacia la cima, contiene capas arcillosas de color gris verdoso de apariencia masiva.

La Formación Upson, con un espesor de 130 m, sobreyace a la Formación Austin y subyace a la Formación San Miguel presentando -- transición y concordancia en ambos contactos.

Se le ha asignado la edad Campaniano Inferior basándose en estudios de foraminíferos (Steven K. Fox) López Ramos, 1979.

Esta formación, es correlacionable con el Grupo Taylor de Texas y con la parte inferior de la Formación Méndez en México.

b) **FORMACION SAN MIGUEL.**

Se le asignó como localidad tipo el Rancho San Miguel situado al norte de Eagle Pass, Texas, lugar en que fue definida por T. -- Dumble en 1892.

Se han observado ciertas diferencias en su litología, motivo -- por el cual, se considera en cinco miembros que de acuerdo a su composición, de la base a la cima serían: De concreciones fósilíferas, partes inferior y superior de limolita, limolita masiva y areniscas calcáreas de color gris claro; presentando un -- espesor aproximado de 200 m.

El contacto inferior es concordante y transicional con la Formación Upson, mientras que el superior, con la Formación Olmos, es concordante y brusco.

La edad Campaniano Tardío, está apoyada en el contenido faunístico (Ostrea saltillensis, Shenodiscus, Coahuilites), Lopez Ramos 1979 y posición estratigráfica. Se puede correlacionar con el -- Grupo Taylor que aflora en Texas, con la base de la Formación -- Méndez y con la base del Grupo Difunta del NE de México.

3.3.5. GRUPO NAVARRO.

a) FORMACION OLMOS.

E.T. Dumble en 1892, la llamó: "Series de Carbón"; también se le conoció con el nombre "División Eagle Pass" utilizado por White. Posteriormente, en el año de 1927, Stephenson la define como -- Formación Olmos en el Arroyo Olmos del Condado de Maverick, Texas sitio de su localidad tipo.

La Formación Olmos se ha dividido en cinco miembros (Mendoza, -- 1976; Robeck y Colegas) al igual que la Formación San Miguel, -- mismos que consisten de la base a la cima de la composición si-- guiente: roca arcillosa con mantos de carbón interestratificados; areniscas de grano fino a medio en capas delgadas a gruesas, color gris claro, en ocasiones con gasterópodos y madera petrificada, así como fangolitas y limolitas en capas delgadas; limolita -

maciza; arenisca de grano grueso; limolita y lodolita con capas delgadas de arenisca. Se le considera un espesor total aproximado de 380 metros.

Sobreyace a la Formación San Miguel y subyace a la Formación Escondido, presentando concordancia en ambos contactos.

Los fósiles descubiertos en esta formación (Sphenodiscus, s.p., Exogyra costata y algunos gasterópodos) López Ramos, 1979, indican una edad Maestrichtiano Inferior y así mismo se puede correlacionar con la parte superior del Grupo Navarro de Texas, Formación Muzquiz del NE del Estado de Coahuila, Grupo Difunta y parte superior de la Formación Méndez.

b) FORMACION ESCONDIDO.

Fue definida en las márgenes del Río Escondido, al sur de la Ciudad de Piedras Negras, Coahuila, por E.T. Dumble en 1892.

La Formación Escondido se ha dividido en siete miembros que se exponen a continuación en forma muy general: limolitas, lutitas y algunos lentes calcáreos; areniscas de grano medio de color gris claro; lutitas suaves de color gris claro; areniscas de grano fino color gris claro; lutitas grises a pardas; areniscas de grano fino a medio; material arcilloso suave de color pardo rojizo. Su espesor aproximado es de 280 metros.

Por su posición estratigráfica se le ha asignado una edad Maes--trichtiano Superior, resultando así, correlacionable con la parte superior del Grupo Navarro de Texas, Formación Muzquiz del NE de Coahuila, Grupo Difunta y la parte Superior de la Formación - Méndez.

Descansa discordante y transicionalmente sobre la Formación Olmos y subyace probablemente discordante al Grupo Midway del Terciario.

Su depósito se desarrolló bajo condiciones que varían entre nerfíticas y continentales costeras. Al finalizar este depósito termina también la sedimentación del Mesozoico.

Las Formaciones Upson Clay, San Miguel, Olmos y Escondido; pertenecientes las dos primeras al Grupo Taylor y las dos últimas al - Grupo Navarro, no se han diferenciado detalladamente debido a la escasez de sus afloramientos, las cuatro formaciones anteriores - se han colocado juntas en el plano geológico en una franja con el símbolo Kst-n (Cretácico Superior, Grupos Taylor y Navarro) para la mayor parte de sus exposiciones; y sólo en el extremo sureste de la franja, se han diferenciado por separado.

TERCIARIO.

3.3.6. GRUPO MIDWAY.

Las diferencias en las características litoestratigráficas del - Grupo Midway, se deben a ciertos cambios en su ambiente de depósito. Algunos autores dividen este grupo en dos formaciones ya - que su parte inferior, consiste de sedimentos de litoral y fa--ciés marina, mientras que la parte superior está formada de sedi

mentos marinos de aguas profundas, lo que obedece a una transgresión del mar terciario sobre sedimentos marinos cretácicos (López Ramos, 1979).

Como anteriormente se dijo, el grupo se divide en dos formaciones que llevan por nombre: Kincaid y Wills Point, mismas que se consideran de edad Paleoceno en los pisos Daniano-Montiano, correlacionables con la Formación Velasco, con espesor de 150 m aproximadamente (Kincaid 30 m y Wills Point 120 m). Se identificaron fósiles como Globorotalia trinidadensis y Globorotalia angulata (Rodríguez L. 1976).

A continuación, se amplía su descripción por separado:

a) FORMACION KINCAID.

Consiste de calizas arenosas y areniscas de color gris verdoso y amarillento en capas medianas, que se asocian con arcillas verdosas.

Una guía de importancia para el reconocimiento de esta formación, es la ausencia casi total de fauna en contraste con los horizontes fosilíferos de la Formación Escondido que la subyace.

Ambos contactos, tanto inferior con la Formación Escondido como superior con la Formación Wills Point, se presentan en discordancia estratigráfica.

b) FORMACION WILLS POINT.

Su litología, está dada por limolitas de color amarillo verdoso, calizas con concreciones y arcillas arenosas y calcáreas de color amarillento a gris.

Los contactos, tanto inferior como superior, está en una marcada discordancia estratigráfica.

La edad Paleoceno Superior (Montiano) se ha determinado con ayuda de microfósiles (Vaginulina midwayana, Robulus midway ensis, Cibicides alleni, 1962) identificados por la Sra. Ma. Luisa Flores.

Las Formaciones Kincaid y Wills Point, están expuestas ampliamente en el área estudiada. Afloran en una larga franja de 120 Km. por 5 Km. de ancho, que en afloramientos del Río Bravo -- tiene una orientación aproximada N-S, modificando su rumbo a -- NW-SE, al SW de Nuevo Laredo, Tamaulipas.

3.3.7. FORMACION INDIO.

Su litología consiste de limolitas arcillosas de color rojizo - en capas delgadas, descansando bajo una arenisca maciza rojiza - que lleva por nombre "Puerto Colorado"; posteriormente y sobreyaciendo a la anterior, se presenta una gruesa secuencia de arenas, areniscas y limolitas de color gris a gris oscuro. A menudo se - observa estratificación cruzada en las areniscas mencionadas.

Una de las características típicas en esta formación, es la gran cantidad de concreciones de carbonato de calcio que contiene; observándose también con frecuencia la estructura "cono en cono"

Sus afloramientos se observan a lo largo de una franja de 120 Km de largo por 6 Km de ancho con una orientación paralela al Grupo Midway (N-S en el Río Bravo, modificándose gradualmente hasta -- NW-SE, al sur de Nuevo Laredo, Tamaulipas).

El espesor de la Formación Indio varía según el lugar de apari-- ción, así en afloramientos del Río Bravo, Kane, dá un espesor de 100 m a 210 m y para el área de Hidalgo, 462 m, observándose - - echados de 5°

Existe cierta confusión en cuanto a que algunos autores conside-- ran la Formación Indio correlacionable con la Formación Wilcox, mientras que otros prefieren utilizar "Formación Indio" como parte del "Grupo" Wilcox. En México, aparece la Formación Indio y Gardiner (1945, p.8) identifica Ostrea multilirata y moldes de - Cardium en muestras de Jewel. Se le ha colocado en el piso Ypre-- siano del Eoceno.

Ambos contactos se presentan en discordancia.

3.3.8. GRUPO CLAIBORNE.

a) FORMACION CARRIZO.

Su localidad tipo se encuentra en Carrizo Springs, Texas y es Owen quien en 1883 la define por vez primera en el sitio mencionado.

En términos generales, está constituida de arenas y areniscas de grano medio a fino, con una coloración blanca y rojiza de acuerdo a su intemperismo. Contiene también, intercalaciones arcillosas de 2 m a 15 m de espesor. La arenisca de la base es conglomerática y presenta fósiles de *Lumachella*, sp. Una de sus características importantes es la estratificación cruzada que se presenta en la arenisca conocida con el nombre Once Lomas. Su tamaño de grano varía de fino a grueso y presenta colores: gris, naranja, rojo y gris azulado (López Ramos, 1979).

La Formación Carrizo se ha colocado en los pisos Luteciano-Priaboniano Inferior del Eoceno.

Tiene un espesor, al sur del Río Bravo, entre 30 m y 50 m. Al cruzar dicho río en el Estado de Texas, E.U., alcanza los 300 m.

Sus afloramientos se pueden observar a lo largo de una franja de 10 m de ancho y 120 Km de largo con un rumbo N-S, en las cercanías del Río Bravo; esta dirección se modifica tanto en Texas como al sur del Río Bravo sensiblemente hacia el este, para quedar al SW de Nuevo Laredo, Tamaulipas, con una orientación SE.

El afloramiento de la Formación Carrizo en las cercanías del -- Río Bravo se muestra en la figura 3.1., así también se muestran curvas de igual profundidad al contacto superior de la misma, -- observándose un aumento gradual en su profundidad hacia el SE en dirección a la Ciudad de Nuevo Laredo, donde alcanza los 650 metros o más.

b) FORMACION MOUNT SELMAN.

i) MIEMBRO BIGFORD.

El primer término con que se conoció este miembro fue Formación Recklaw, mismo que Plummer asignó en 1932. Posteriormente, en 1938, Kane le da el nombre de Miembro Bigford y algunos autores como Gardner en 1945, utilizan Formación Bigford. Las tres anotaciones anteriores se refieren a la porción inferior de la Formación Mount Selman.

En este caso se considera como Miembro Bigford, que a su vez se divide en M. Bigford Inferior y Superior de acuerdo a un marcado cambio fotogeológico, aunque ya en el campo, la litología no presenta cambios característicos.

Sus afloramientos se extienden a una franja de 80 Km. de longitud y orientación aproximada N-S y NW-SE, al SW de Nuevo Laredo, Tamaulipas.

PROFUNDIDAD AL CONTACTO SUPERIOR
DE LA FORMACION CARRIZO (EN M.)

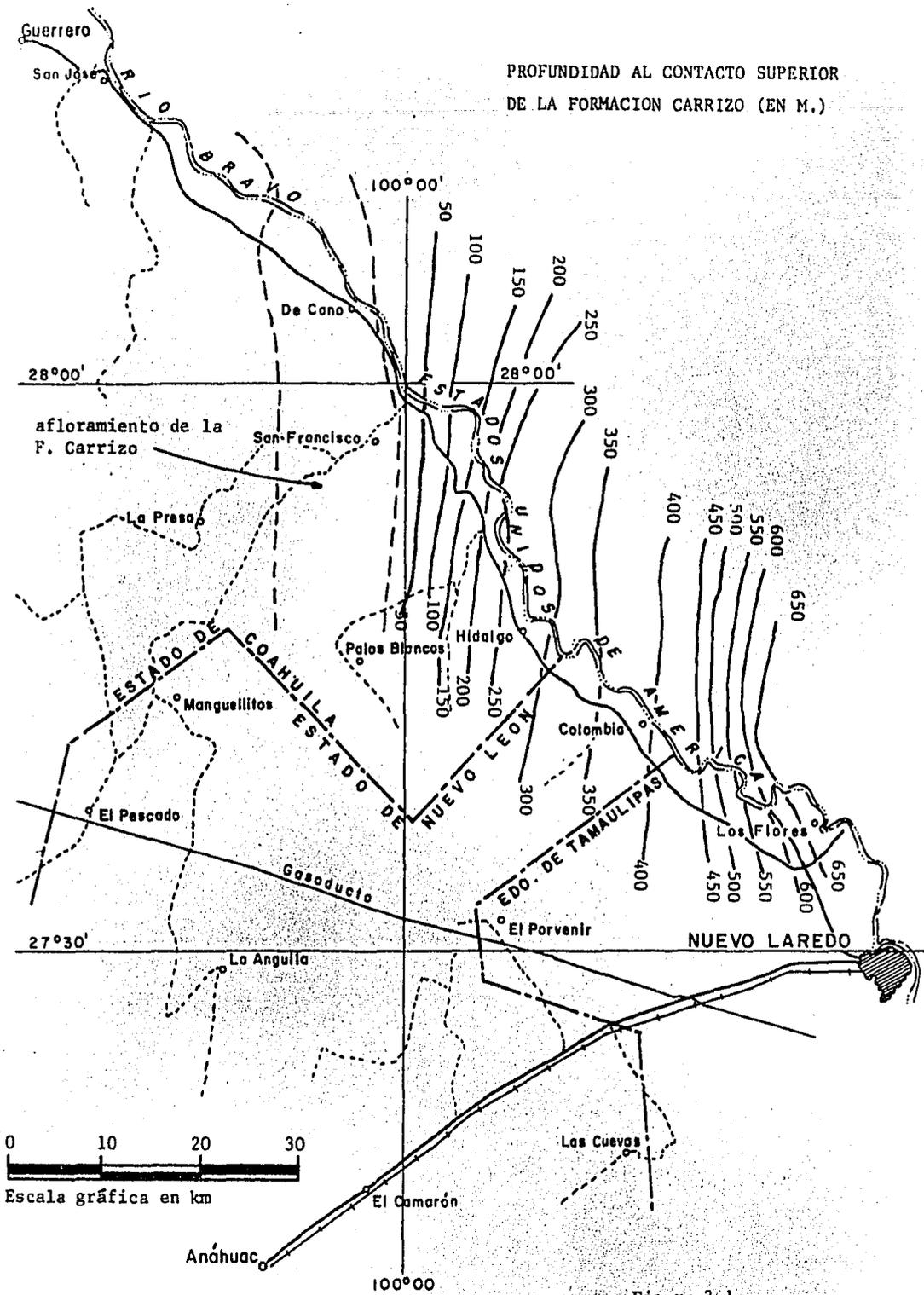


Figura 3.1.

El ancho de esta franja varía entre los 2 Km y 10 Km. A lo largo el Miembro Bigford aparece desde el Rancho Arroyitos y el Poblado Villa Hidalgo, a orillas del Río Bravo, hasta unos 18 Km al SE del Rancho La Tortuga presentando una longitud de 84 Km.

Consiste, en la relativo a su litología, de areniscas ferruginosas macizas, intercalando con arenas de color gris a pardo poco consolidadas, limolitas rojizas y gris verdosas y capas de lutitas carbonosas. Contiene concreciones de fierro, yeso y azufre.

El espesor de este miembro fue medido por Kane en 1935, obteniendo de 104 m a 213 m en el área de Villa Hidalgo.

De acuerdo a su posición estratigráfica se le considera una edad que abarca parte de los pisos Ypresiano y Luteciano del Eoceno.

ii) MIEMBRO ARENISCA PALAFOX.

Tiene su localidad tipo en el Rancho Palafox, situado en el sur del Estado de Texas, a orillas del Río Bravo, frente a la población de Villa Hidalgo, Coahuila.

La litología de este miembro, consiste de areniscas de estratificación media a masiva que presentan color gris a gris rojizo, -- con un color de intemperismo rojizo. También contiene capas de arenas mal consolidadas y lutitas arenosas. La arenisca Palafox, sobresale entre los otros miembros de la Formación Mount Selman, debido a que forma una clara ceja que es posible seguir en afloramientos más lejanos.

El espesor de la arenisca Palafox en las cercanías de Villa Hidalgo, es de 90 m. aproximados.

De acuerdo a su posición estratigráfica, su edad se considera Luteciano.

iii) MIEMBRO ARENISCA COLOMBIA.

Sus afloramientos característicos se encuentran en las cercanías del poblado de Colombia, Nuevo León, lugar considerado como localidad tipo. El Miembro Colombia, corresponde a la cima de la Formación Mount Selman y se correlaciona con la Formación Weches del sur de Texas.

Litológicamente consiste de areniscas macizas de estratificación media y grano fino, presentando coloraciones de gris a gris rojizo. Contiene también intercalaciones de limolitas y lutitas arenosas de color pardo a rojizo, en ocasiones seleníticas, con creaciones limolíticas. Hacia la cima la cantidad de limolitas y lutitas aumenta. Su espesor para el área de Colombia, Nuevo León, es de 220 m aproximadamente.

Dentro del área de estudio se localizaron afloramientos del Miembro Colombia en una franja de 45 m de longitud, con una anchura de 2 Km a 4 Km que corre de norte a sur, desde el Río Bravo hasta 18 Km al sur del Rancho La Charretera.

De acuerdo a su posición estratigráfica, se considera de una edad Luteciano.

c) FORMACION COOK MOUNTAIN.

Los afloramientos típicos de la Formación Cook Mountain, en el área de estudio, se observan a lo largo del Río Bravo en los alrededores de la Ciudad de Nuevo Laredo, Tamaulipas, a distancias de 25 Km al NW, 20 Km al W y 30 Km al SW de dicha ciudad. La superficie que ocupa el afloramiento de esta formación se encuentra parcialmente cubierta por aluviones cuaternarios.

Su litología consiste de una secuencia de areniscas glauconíticas de color gris verdoso, intercaladas con arcillas en capas delgadas de colores pardo y gris, su color de intemperismo es amarillento y contiene gran cantidad de fósiles.

Un cambio de facies en la formación hace que sea posible determinar dos miembros que la constituyen: el Miembro Inferior Sparta, contiene sedimentos continentales en general mientras que el Miembro Superior Crockett, muestra su origen marino ya que aparece fauna fósil de gasterópodos, pelecípodos y foraminíferos (López Ramos, 1979).

3.3.9. CONGLOMERADO SABINAS.

Se refiere a depósitos conglomeráticos de la Región Carbonífera de Sabinas, Humphrey (1956); que afloran a lo largo del Río Sabinas y en las partes bajas de los flancos de anticlinales. Este tipo de depósitos han sido encontrados y estudiados en los alrededores de la Población de Sabinas, Coahuila y posteriormente correlacionados con sedimentos similares que descansan sobre el Cretácico Superior.

En el área de trabajo, los afloramientos correspondientes a esta unidad han sido encontrados en la porción central y occidental.

Su composición litológica consiste de fragmentos de caliza con - diámetros de 5 cm a 1 m aproximadamente y generalmente bien cementados por carbonato de calcio. Se le ha dado a esta unidad un espesor de 30 m aproximados.

Sobreyace, al parecer discordantemente, a la Formación Cook Mountain en el área de estudio, y de acuerdo a su posición estratigráfica se le ha asignado una edad Mioceno-Plioceno.

Equivale en correlación a las formaciones Ahuichila que aflora en los Estados de Zacatecas, San Luis Potosí y sur de Coahuila; Reynosa de la porción nororiental del país y Jabonero del Altiplano Mexicano.

3.3.10. CONGLOMERADO REYNOSA.

Está constituido por sedimentos de origen continental, cuyo acarreo se llevó a cabo por medio de ríos y arroyos de gran caudal y que fueron asentados en forma de grandes abanicos aluviales durante el Plioceno.

Consiste de gravas, arenas y arcillas con algunas manifestaciones de material yesífero y cementante de carbonato de calcio, con lo que forma grandes costras discordantes sobre sedimentos del Cretácico, Eoceno, Oligoceno y Mioceno. Su espesor varía entre 5 m y 35 m.

Su distribución en el área de estudio es pobre y solo se encuentran sus afloramientos en la porción suroccidental.

3.3.11. CUATERNARIO.

Está representado por sedimentos clásticos que cubren a rocas -- del Cretácico Superior y del Terciario; dichos sedimentos, han sido clasificados en tres tipos según su forma de depósito y a continuación se describen.

a) CUATERNARIO LACUSTRE.

Los principales afloramientos de sedimentos lacustres aparecen en la porción central y occidental del área de trabajo, a manera de relleno de pequeñas cuencas endorréicas que forman pequeñas lagunas efímeras en donde se acumulan depósitos de arcillas, arenas y sales en capas delgadas horizontales.

Los lugares más representativos de este tipo de depósitos se encuentran en las cercanías de los Ranchos El Pescado, La Azufrosa, El Durazno y El Pintado.

b) CUATERNARIO ALUVION.

Una extensa superficie del área de trabajo se encuentra cubierta por gravas, arenas y arcillas como material de acarreo, producto de intemperismo y desintegración de rocas aflorantes en elevaciones superiores, que es transportada a las partes bajas.

En la región norte, los aluviones cubren prácticamente toda el área extendiéndose entre los poblados de Piedras Negras, Allende, Villa Unión y Guerrero; en donde sus espesores en ocasiones alcanzan los 70 metros. Estos sedimentos se encuentran descansando en discordancia erosional sobre sedimentos marinos del Cretácico Superior.

Algunas veces, los materiales arcillo-arenosos predominan sobre las gravas y se tiene el caso contrario, en zonas donde la abundancia de gravas es mayor. También se observó material cementado por carbonato de calcio y en ocasiones cubierto por una capa de caliche.

En las regiones central y sur, los aluviones tienen una distribución más aislada y espesores tan pequeños que sólo en algunos casos alcanzan los 30 metros.

El material que constituye estos sedimentos consiste de gravas,-

arenas, arcillas y cantos rodados; que generalmente se encuentran sueltos y mal clasificados. Gran cantidad de los fragmentos son angulosas debido a que poco han sido transportados.

c) CUATERNARIO FLUVIAL.

Los sedimentos fluviales están representados por el material que acarrea las corrientes superficiales. Sus afloramientos son escasos, ya que sólo se encuentran a lo largo de los cauces formando acumulaciones de gravas, arenas y arcillas fluviales.

La gran mayoría de los escurrimientos existentes en el área, son de tipo torrencial pues sólo funcionan en temporadas excepcionales de lluvia y sus espesores son reducidos. El Río Bravo, es la única corriente perenne del área; por esta razón ha formado, un valle de inundación a base del acarreo y depósito constante de los materiales granulares (arenas, arcillas y algunas gravas), - así como también algunas terrazas aluviales en ambos lados de su cauce, como resultado del aumento y disminución de su caudal.

3.4. GEOLOGIA ESTRUCTURAL

A fines del Cretácico y principios del Terciario, la Orogenia -- Laramide alcanzó su máximo desarrollo poniendo fin a la depositación Cretácica, elevando, plegando y fallando los grandes depósitos del Geosinclinal Mexicano. Simultáneamente a los plegamientos se originaba un marcado hundimiento hacia el oriente, iniciándose una franca regresión marina que dió lugar a la gran depositación terciaria, durante ésta, los movimientos tectónicos actuaron moderadamente.

Todas las formaciones terciarias tienen un echado regional predominante hacia el oriente, con deformaciones suaves formando terrazas estructurales y pequeños anticlinales orientados NNW-SSE que guardan cierto paralelismo con los plegamientos de la Sierra Madre, indicando que los esfuerzos deformantes provienen del SW y del NE. Ref. 7.

En el área de estudio se observó que la orientación de los echados predomina hacia el oriente con intensidades de 0° a 10°. Se observaron algunas fracturas en areniscas y pequeñas fallas de transcurrancia al SW de Nuevo Laredo.

Dada la importancia que tiene la Geología Estructural en estudios geohidrológicos, es recomendable profundizar en este campo, en trabajos posteriores.

3.5. ANALISIS PETROGRAFICOS.

Durante los recorridos de campo fueron colectadas 40 muestras de roca de las diferentes formaciones. La localización de dichas -- muestras se puede consultar en el plano fotogeológico.

De las 40 muestras se seleccionaron 14 para análisis petrográfi--cos a detalle, cuyos resultados se presentan en la tabla 3.2.

3.6. ANALISIS PALEONTOLOGICOS.

Como se ha dicho, 40 son las muestras que se colectaron en el cam--po; todas ellas pertenecen a formaciones terciarias que guardan -- gran similitud litológica y en algunos casos se complica su dife--renciación; por este motivo, se escogieron 13 muestras representa--tivas para su análisis micropaleontológico, en busca de fauna ca--racterística para su mejor clasificación.

En la tabla No. 3.3. se muestran los resultados de análisis res--pectivos, observándose la ausencia de microfauna en la totalidad de las muestras.

3.7. SECCIONES GEOLOGICAS.

Se construyeron cuatro secciones geológicas. Las tres primeras -- (A - A', B - B' y C - D - E) se encuentran distribuídas en las -- partes más esquemáticas del área, atendiendo a las formaciones -- aflorantes. Para su construcción se utilizó únicamente la infor--mación de geología superficial, debido a que los pozos perfora--dos en el área no cuentan con registros eléctricos que son muy --

útiles para la interpretación del subsuelo. La localización de estas secciones se muestra en el plano fotogeológico, y los cortes respectivos aparecen en el plano No. 3. Por otro lado, la cuarta sección (F-F') que se muestra en la figura No. 3.2., se construyó a partir de la información consultada en el boletín No. 6502 de la Texas Water Comisión, de una serie de pozos localizados a cortas distancias del Río Bravo en el sur del Estado de Texas, E.U.A.

Sección A-A'. Tiene una longitud de 68.5 Km y una orientación --W-E desde el Rancho El Cedrito hasta el Rancho Canoitas. De poniente a oriente afloran las formaciones del Cretácico Superior: Buda, Eagle Ford, Austin y los Grupos Taylor y Navarro; del Paleoceno las Formaciones Kincaid y Wills Point, y del Eoceno: Indio y Carrizo. La topografía generalmente es suave y sólo se presenta un poco accidentada en el extremo occidental en los límites del Lomerío de Peyotes donde se tienen elevaciones de 600 m.s.n.m. en contraste con las mínimas, en esta sección, de 200 m.s.n.m.

Sección B-B'. A lo largo de esta sección, se encuentran expuestas las Formaciones de los Grupos Taylor y Navarro en el extremo occidental y hacia el este, afloran del Paleoceno las Formaciones Kincaid y Wills Point, y del Eoceno: Indio, Carrizo y Mount Selman - (Miembro Bigford). Presenta una longitud de 56 Km y elevaciones topográficas de 250 m.s.n.m. en la parte oeste y 150 m.s.n.m., en la parte este.

Sección C-D-E. Se podría considerar dividida en dos partes. La primera, C-D, tiene un rumbo NE 60°SW y una longitud de 30 Km. De suroeste a noreste, afloran algunos aluviones, las formaciones del Cretácico Superior: San Miguel, Olmos y Escondido; del Paleoceno : Kincaid y Wills Point, y finalmente del Eoceno: Indio y Carrizo. La segunda parte, D-E, tiene un rumbo aproximado W-E y una longitud de 42.5 Km. En la dirección mencionada se presentan afloramientos de las formaciones del Eoceno: Carrizo, Mount Selman (Miembros: Bigford Superior e Inferior, Palafox y Colombia) y Cook Mountain. La elevación máxima en la sección C-D-E es de 250 m.s.n.m. cerca del punto D y la mínima es de 150 m.s.n.m. en la Ciudad de Nuevo Laredo, Tamaulipas.

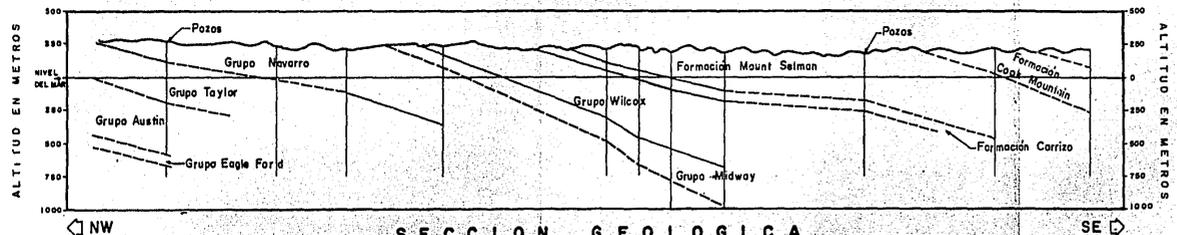
En las secciones anteriores, las formaciones presentan generalmente buzamientos hacia el este y noreste con inclinaciones de 0 a 10°

Sección F-F'. Está situada entre las Ciudades de Eagle Pass y Laredo, Texas siguiendo un rumbo NW-SE con una longitud aproximada de 170 Km. Como ya se dijo, se ha construido a partir de los cortes litológicos de pozos cuya posición constituye, de manera aproximada, una línea paralela al Río Bravo.

Esta sección ya no se encuentra dentro del área de trabajo, pero se ha incluido debido a que no existen cambios notables en la geología superficial de la región, en ambos lados de la frontera, y proporciona algunos de los pocos datos disponibles de geología del subsuelo, para obtener una mejor interpretación.

A lo largo de la sección F-F', de SE a NW, afloran las siguientes formaciones que también han sido cortadas por las perforaciones mencionadas: Cook Mountain, Mount Selman y Carrizo del Grupo Midway; Escondido y Olmos del Grupo Navarro. Otras formaciones que se cortaron por medio de los pozos, aunque ya no aparecen en la superficie atravesada por la sección, son las siguientes que a su vez subyacen a las anteriores: San Miguel y Upson del Grupo Taylor, Austin, y por último, Eagle Ford.

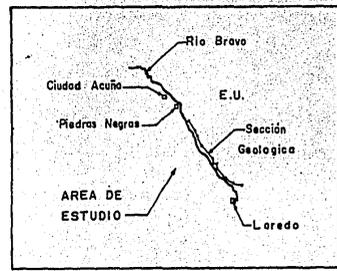
La Formación Carrizo presenta en esta sección un espesor de 70 m. y las formaciones que la limitan, Mount Selman en la cima e Indio del Grupo Wilcox en la base, registran espesores de 500 m. y 400 m. respectivamente.



COLUMNA ESTRATIGRAFICA

TERTIARIO	GRUPO CLAIBORNE	FORMACION COOK MOUNTAIN	MEMBRO BIGFORD ARENISCA PALAFOX ARENISCA COLOMBIA
		FORMACION MOUNT SELMAN	
		FORMACION CARRIZO	
	GRUPO WILCOX	FORMACION INDIO	
GRUPO MIDWAY		FORMACION WILLS POINT	
		FORMACION KINCAID	
CRETACICO	GRUPO NAVARRO	FORMACION ESCONODO	
		FORMACION OLMOS	
	GRUPO TAYLOR	FORMACION SAN MIGUEL	
		FORMACION UPSON	
GRUPO AUSTIN			
GRUPO EAGLE FORD			

LOCALIZACION



NOTA: En el área de trabajo no existen reportes sobre cortes litológicos de pozos. La sección presentada se obtuvo del boletín 6 502 de la Texas Water Commission



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL		
Aspectos Geohidrológicos de la Franja Fronteriza entre Piedras Negras, Coah y Nuevo Laredo, Tamps		
SECCION GEOLOGICA PARALELA AL RIO BRAVO		
VIRILIO ORTA DAVILA	MEXICO, D.F. 1963	FIGURA 3.2

CAPITULO CUATRO

HIDROLOGIA SUPERFICIAL

4.1. INFORMACION CLIMATOLOGICA.

Para la obtención del conjunto de caracteres atmosféricos que distinguen a la región, se consultaron las dos fuentes siguientes: - clasificación de climas de Köppen (Ref. 5), y datos de estaciones climatológicas de la S.A.R.H. (Ref. 12).

En base a la clasificación de Köppen se tienen los siguientes tipos de clima: Bso (h') h x', que es un clima seco, de lluvias escasas todo el año, con precipitación invernal mayor a 18% y un -- invierno tibio; Bs, h x', que es de tipo semiseco-semicálido, con lluvias en verano y escasas todo el año, precipitación invernal -- mayor a 18% y un invierno fresco; Bsoh x' y Bso h w (x'), ambos -- muy similares, de tipo seco-semicálido, con lluvias en verano y -- escasas a lo largo del año y un invierno fresco. Los dos primeros cubren la mayor parte del área, mientras que los dos últimos cubren solo un 10% del área poniente.

Por otro lado, se recolectaron datos de precipitación, temperatura y evaporación de las estaciones: Piedras Negras, Allende, Hidalgo, Nueva Rosita, Sabinas y Villa Juárez del Estado de Coahuila; así como Nuevo Laredo y Camarón del Estado de Tamaulipas. -- (Nueva Rosita, Sabinos y Villa Juárez se encuentran fuera del -- área de estudio pero la información de estas estaciones se utilizó para obtener la precipitación y temperatura). Esta información se utilizó para realizar un análisis climatológico más aproximado de la región, que a continuación se expone.

4.1.1. PRECIPITACION.

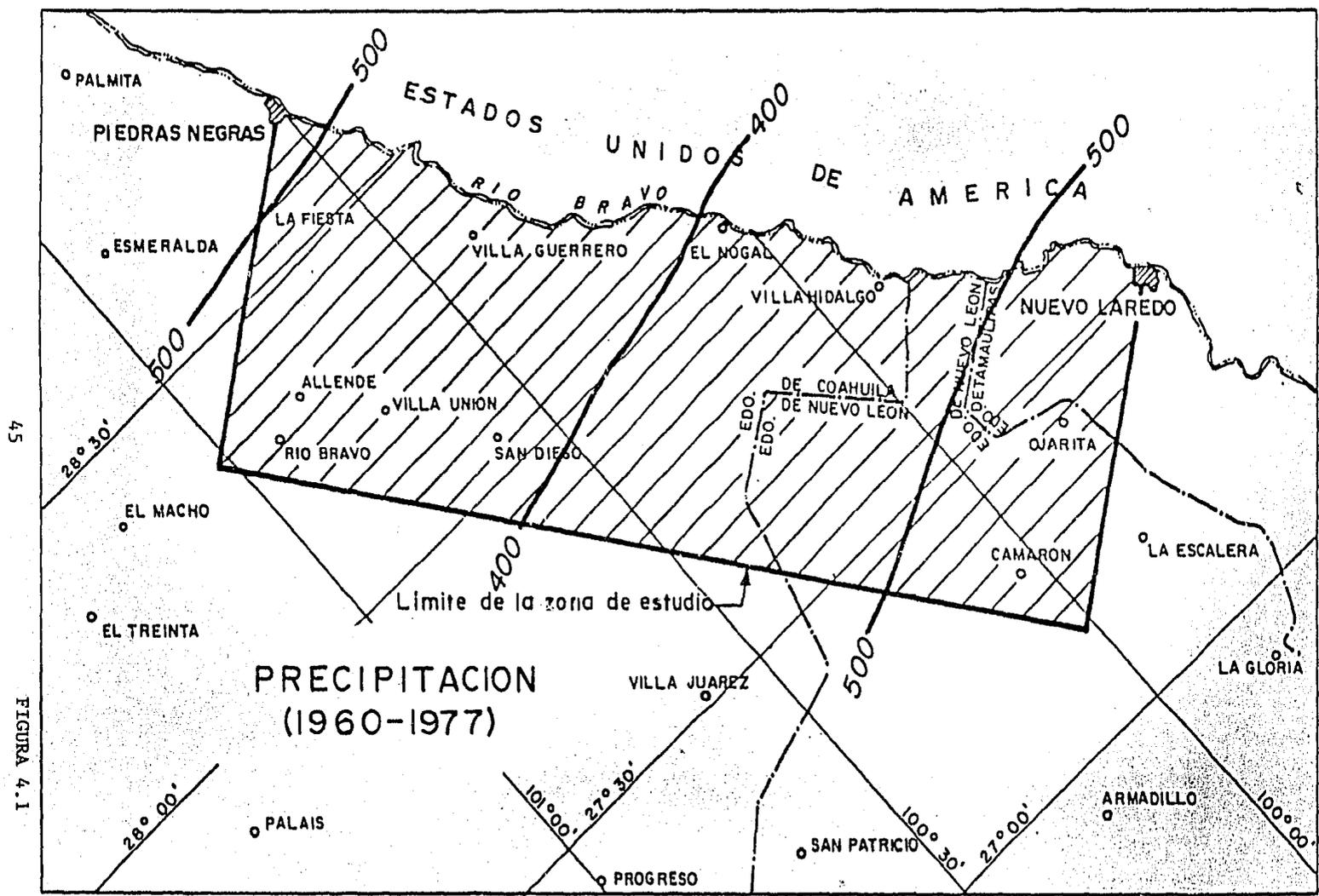
Es el elemento de partida del ciclo hidrológico, razón por la que se debe conocer lo mejor que sea posible. Para el área de estudio de 10 000 Km² se disponen de los datos de isoyetas medias anuales del periodo 1960 - 1977, figura 4.1.

El valor de la lámina de lluvia media anual del área se conoce de la siguiente manera: se calcula el volumen total del agua de lluvia que cae, midiendo con un planímetro las superficies de influencia de cada isoyeta. El área obtenida se multiplica por el valor de la isoyeta correspondiente y se obtiene un volumen total de 4684.5 x 10⁶ M³. Posteriormente, este volumen total se divide entre la superficie total del área de estudio para llegar al resultado.

$$\text{Lámina media anual} = \frac{4684.5 \times 10^6 \text{ M}^3}{10000 \times 10^6 \text{ M}^2}$$

$$\text{Lámina media anual} = 470 \text{ mm.}$$

La temporada lluviosa está ubicada en los meses de mayo a julio. También, se puede mencionar que el área de estudio está situada en una región extrema, lo que hace que la precipitación pluvial varíe considerablemente al presentarse, algunos años, una lámina de 1000 mm., en contraste con otros de sólo 200 mm.



45

FIGURA 4.1

4.1.2. TEMPERATURA.

Utilizando la información de las 8 estaciones climatológicas en el periodo 1960-1977, se puede observar que el comportamiento - de las áreas que abarcan dichas estaciones, es muy semejante; - sólo hacia el noroeste la temperatura media anual disminuye un poco figura 4.2.

Las temperaturas mínimas registradas llegan hasta - 13°C en la estación Hidalgo y las máximas, alcanzan los 48°C en la estación Villa Juárez; como se puede observar, la oscilación de temperaturas es muy amplia, y tomando los demás datos de la información, se obtiene una temperatura media anual de 21.8°C típica de extratropical, al norte del Trópico de Cáncer.

4.1.3. EVAPORACION.

Los datos de evaporación se consultaron en cuatro de las cinco estaciones del área de estudio, únicamente la estación Nuevo - - Laredo no cuenta con ellos. Se analizaron los datos disponibles y se obtuvo una evaporación potencial media anual de 2 333 mm.

4.1.4. NUBOSIDAD.

El promedio de nubosidad es de 110 días al año, predominando los días nublados en los meses de enero a marzo.



48

FIGURA 4.3.

4.1.5. HELADAS.

Son frecuentes en el lugar y generalmente se presentan en los -- meses de noviembre a febrero. En promedio, se tienen heladas en 20 días por año, resultando más marcado el fenómeno hacia el -- área de Piedras Negras.

4.2. DESCRIPCION HIDROLOGICA.

El Río Bravo (Río Grande) es la corriente superficial de mayor importancia en el área de estudio; otras de menor proporción -- son afluentes de dicho río, entre ellos se tienen al Río Escondido, Arroyo San Nicolás, Arroyo La Castaña y Arroyo el Saladito -- en el Estado de Coahuila, por último, el Arroyo El Carrizo en el Estado de Tamaulipas.

4.2.1. RIO BRAVO.

La cuenca del Río Bravo tiene un área total de 869 000 Km², de los que solo 500 000 Km², producen escurrimientos que suman -- anualmente 11 000 x 10⁶ m³. Dichos escurrimientos son regularizados por medio de vasos de almacenamiento en ambos países inclu-- yendo las presas internacionales La Amistad y Falcón, con una ca

pacidad de 23 000 x 10⁶ m³. (Ref. 12).

Entre las estaciones hidrométricas de Piedras Negras y Nuevo Laredo, correspondientes a los límites de la zona de estudio, dicho río tiene un incremento promedio en su volumen de $282\ 286 \times 10^6 \text{ m}^3$ en el periodo 1955-1968, para el área de cuenca incluyendo el área de estudio y la correspondiente en Estados Unidos.

a) RIO ESCONDIDO.

Es el afluente principal del Río Bravo en la región. Se une a él, a 6.5 Km aguas abajo de la Ciudad de Piedras Negras, Coah., y nace en las estribaciones de la Sierra del Burro a una altitud de 1000 m.s.n.m. El desarrollo total aproximado del Río Escondido es de 120 Km con una pendiente media de 0.0065. Su área de cuenca tiene 2652 Km^2 en forma triangular, cuya base quedaría en la parte alta hacia la Sierra del Burro y su vértice en la confluencia con el Río Bravo.

b) OTROS AFLUENTES DEL RIO BRAVO.

Los arroyos San Nicolás, La Gastaña, El Saladito y El Carrizo, son de régimen intermitente y drenan al Río Bravo escurrimientos menos representativos.

CAPITULO CINCO

HIDROLOGIA SUBTERRANEA

5.1. CLASIFICACION DE UNIDADES DE ACUERDO A SU PERMEABILIDAD.

Para la determinación de la posible existencia de agua subterránea, es necesario tomar en cuenta las características estratigráficas, - estructurales y geomorfológicas que imperan en la región. Esto es - que con el conocimiento de la litología, espesor y posición de las formaciones, así como el grado de fracturamiento y erosión de las - rocas, se pueden conocer también dos de sus propiedades de gran importancia: la porosidad y la permeabilidad; la primera se refiere a la cantidad de agua que la roca puede almacenar, y la segunda indica la facilidad con la que el agua puede circular en la roca, para después ser extraída.

Es así como las rocas de las formaciones que intervienen en este - estudio, se clasifican como: de alta permeabilidad, de permeabilidad media e impermeables (tabla 5.1.)

5.1.1. ROCAS DE ALTA PERMEABILIDAD.

El grupo de rocas considerado con mayor permeabilidad, está representado por los depósitos no consolidados. Entre éstos, se distinguen los sedimentos fluviales y aluviales. Los primeros ocupan una porción muy reducida ya que sólo se encuentran en el cauce fluvial; los más representativos afloran a lo largo del Río Bravo, distinguiéndose de los depósitos aluviales, por la forma de sus clásticos,

y su posición topográfica con respecto al cauce. Consisten de --- gravas, arenas y arcillas, que han sido arrastradas por la corriente y depositadas en el mismo cauce. Generalmente, los materiales son gruesos y toscos y constituyen buenos acuíferos debido a que permiten el almacenamiento de agua y presentan altas permeabilidades. Por otro lado, los sedimentos aluviales forman una planicie entre Piedras Negras; Allende y Guerrero, Coah; consisten de gravas, arenas y arcillas; por lo tanto, su composición generalmente es arcillo-arenosa, o conglomerática con matriz areno-limosa. Sus fragmentos varían en tamaño y forma con respecto a los sedimentos fluviales y ocasionalmente se encuentran cementados. La mayor parte de estos materiales dan origen a un acuífero de gran potencial, del que se tienen evidencias, con algunos pozos que han sido perforados en esta zona. De ellos se extraen caudales de hasta 100 lt/seg. También se sabe, que en los tiros inclinados de las minas de carbón de MICARE, se extraen alrededor de 500 lt/seg.

En estudios que realiza la Comisión Federal de Electricidad para el abastecimiento de la Planta Termoeléctrica Río Escondido, - - situada a 15 Km al noreste del Poblado Allende, Coah; se confirma de nuevo la buena producción de estos materiales. No obstante, la explotación de este acuífero debe estudiarse con cuidado, ya que el espesor de los sedimentos aluviales es menor a los 100 m. y de éstos, los sedimentos permeables ocupan una porción reducida que con la sobreexplotación, podrían ser agotados.

5.1.2. ROCAS DE PERMEABILIDAD MEDIA.

En esta unidad se han agrupado las formaciones: Carrizo, Indio - (Grupo Wilcox), Austin y Eagle Ford. Sus sedimentos ya consolidados, se encuentran cementados generalmente con micritas o calcita y, algunas veces, con minerales arcillosos; lo cual dificulta la circulación del agua a través de la roca, observándose una -- disminución en su permeabilidad.

La Formación Carrizo, consiste de una secuencia de areniscas macizas con algunos horizontes arcillosos. Su espesor varía entre 40 y 70 m, pero, se incrementa hacia el noreste y en territorio norteamericano llega a tener espesores del orden de los 300 m; -- lo que influye, en gran parte, además de su distribución y contenido de arcillas, para que constituya en el Estado de Texas un -- acuífero de alto rendimiento. En territorio mexicano, sus características son diferentes; pues, las rocas de la Carrizo tienen espesores menores, y proporcionalmente con estos espesores, el -- contenido de arcillas es considerable. Por otro lado, las areniscas de esta formación, en su mayoría se encuentran fracturadas, lo cual contribuye a un aumento de su permeabilidad que permite la generación de un acuífero de potencialidad media.

La Formación Indio (Grupo Wilcox), consiste de una litología -- muy semejante a la que tiene la Formación Carrizo. Sus areniscas macizas, también están fracturadas e intercaladas con horizontes arcillosos y en un espesor que varía entre 250 y 500 m. Con estas características, las areniscas de la Formación Indio, tienen una permeabilidad media que le permite ser productora de caudales similares a los de la Carrizo; pero su explotación se ha restringido a causa de los elevados contenidos salinos de sus aguas.

Las Formaciones Austin y Eagle Ford, consisten de una litología muy similar: Calizas arcillosas y lutitas. Las calizas se encuentran poco fracturadas y ocasionalmente dan lugar a la formación de zonas acuíferas, de esta manera, se pueden observar pequeños manantiales y pozos perforados en estas formaciones, con caudales bajos de extracción.

5.1.3. ROCAS IMPERMEABLES.

Dentro del grupo de las rocas consolidadas existen rocas compactas que, por su tamaño de grano tan pequeño, no permiten la circulación de agua a través de ellas; por esta razón se consideran impermeables. Por lo general, estas rocas consisten de areniscas mal clasificadas arcillosas, lodolitas, limolitas y lutitas; pocas veces aparecen algunos sedimentos calcáreos. Las rocas arcillosas son susceptibles de tener buenas porosidades y ocasionalmente almacenan agua; pero esto no es suficiente, porque constituyen barreras frente al movimiento del agua actuando como rocas sello; debido a sus bajas o casi nulas permeabilidades. Las formaciones que así se consideraron, son las siguientes: Upson, San Miguel, Olmos, Escondido, Kincaid, Wills Point, Mount Selman y - Cook Mountain.

5.2. FUNCIONAMIENTO DEL ACUIFERO.

Como se dijo en el inciso anterior, las rocas que afloran en el área de estudio se han dividido en unidades permeables e impermeables. Las que más interesan, de éstas, son las permeables; - ya que son propicias para la formación de acuíferos, entre las cuales se tienen aluviones y areniscas. En lo siguiente se exponen algunos puntos del acuífero que constituyen estos materiales en base a su funcionamiento.

5.2.1. ALUVIONES.

Existen varias razones de gran importancia para poner atención - en estos depósitos. Por lo general, estos materiales rellenan el fondo de los valles y su posición hidrogeológica es muy favorable para la recarga natural a partir de ríos y corrientes subterráneas. Los niveles freáticos casi siempre están cercanos a la superficie. Su coeficiente de almacenamiento debe ser superior - al de otros materiales, de las demás formaciones que aquí se presentan, y sus permeabilidades también son más elevadas.

El acuífero que se encontró en los aluviones, principalmente es recargado por las aguas subterráneas que provienen de rocas calizas de la Sierra del Burro, en un flujo de poniente a oriente, y de las calizas del Lomerío de Peyotes (en menor escala) en - dirección de flujo suroeste-noreste; para, posteriormente ser - drenada, en parte, por el Río Bravo. Por otro lado, otras recargas son proporcionadas por la infiltración de aguas fluviales y pluviales.

El descubrimiento de este acuífero es reciente debido a los estudios realizados por la S.A.R.H. y la C.F.E., y hasta el momento se encuentra poco explotado.

5.2.2. ARENISCAS.

En las Formaciones Carrizo e Indio (Grupo Wilcox), se encontró - que sus areniscas presentan, de manera muy general, lo siguiente: clasificación heterogénea de los granos, la mayor parte son compactas, contienen arcillas, y comúnmente están cementadas por -- calcita y micrita. Estas variables muestran areniscas de baja -- permeabilidad; pero esta permeabilidad aumenta en horizontes de areniscas fracturadas que van a constituir un acuífero de potencialidad media.

Ambas formaciones y en especial la Carrizo constituyen un extenso acuífero de excelente potencial que se explota en el Estado - de Texas, E.U. El espesor de la Formación Carrizo en dicho estado, llega a tener más de 300 m y en este espesor aumentan las posibilidades de encontrar mayor número de horizontes permeables; mientras que hacia territorio mexicano, el espesor decrece en un acuñaamiento hasta 50 m aproximadamente, y así también disminuyen los horizontes permeables.

Por otro lado, el acuífero de la Carrizo se encuentra ampliamente distribuido en la superficie y el subsuelo de Texas; mientras que en México se tiene sólo el extremo de dicho acuífero, ya que el flujo subterráneo se dirige de poniente a oriente, de suroeste a noreste y de sur a norte; hacia territorio norteamericano.

En otras observaciones de sedimentos de la Formación Carrizo, se han encontrado yesos y minerales sulfurosos que se lavaron en -- ciertas partes del acuífero, lo cual determina una zona con agua de buena calidad, y otra con agua de altos contenidos salinos, -- en especial sulfatos. Al sur del Río Bravo, el límite entre estas dos masas de agua se encuentra en tal posición, que el área con agua de buena calidad es muy pequeña y la mayor parte corresponde al agua salada, como puede apreciarse en el plano de la figura - 6.2.

5.3. PROFUNDIDAD AL NIVEL ESTÁTICO

Tomando en cuenta los datos obtenidos en el censo de aprovechamientos, se exponen a continuación algunos puntos acerca del nivel estático medido en los pozos visitados.

En la mayor parte del valle ubicado entre Allende, Piedras Negras y Guerrero, el nivel estático se encuentra a menos de 10 m de profundidad y se incrementa a 12 m hacia Piedras Negras. Al suroeste de Guerrero, el nivel estático también es ligeramente menor a 10 m, a excepción del aprovechamiento No. 2730 que tiene 21 m. De -- igual forma, en la porción central del área de estudio, los pocos datos registrados indican un nivel estático de aproximadamente 10 m; aunque este valor es probable que varíe, como es el caso de la porción sur en la que el nivel estático varía ampliamente de un -- lugar a otro. Los aprovechamientos No. 2648, 2676, 2677 y 2698 -- registran profundidades mayores de 60 m, y alrededor de ellos, la profundidad del nivel estático disminuye considerablemente. Existen aprovechamientos con un nivel estático de 4 m en contraste -

con otros de 76 m.

Se consultaron algunos trabajos elaborados en el Estado de Texas, en ellos se observa que a lo largo del Río Bravo el nivel estático presenta cambios graduales entre 15 y 50 m de profundidad.

Los valores de la profundidad al nivel estático presentan amplias oscilaciones en gran parte de los pozos; esto obedece a la existencia de varios acuíferos independientes con diferentes niveles piezométricos. Como ejemplo se tiene el aprovechamiento No. 2687 que tiene una profundidad total de 7 m y un nivel estático de -- 6 m, mientras que el pozo No. 2698, ubicado a 5 Km del anterior, tiene 100 m de profundidad y un nivel estático a 62 m (los niveles estáticos están en relación con la profundidad de cada uno - de los aprovechamientos.

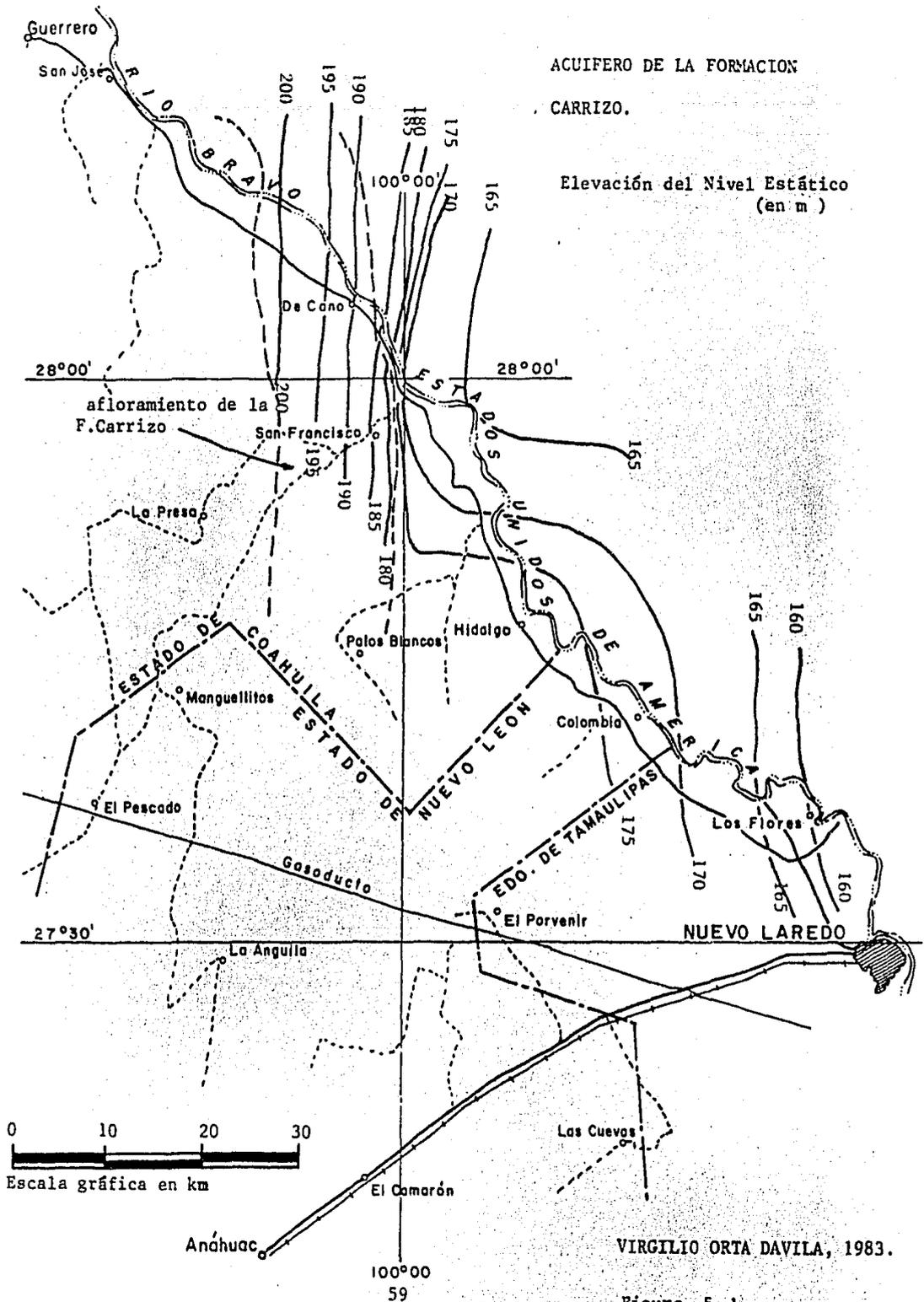
5.4. ELEVACION DEL NIVEL ESTATICO

La elevación del nivel estático de la Formación Carrizo, se muestra en la figura No. 5.1., para una franja de 20 Km de ancho a lo largo del Río Bravo, desde el Rancho El Amole en el límite -- del afloramiento de dicha formación, hasta la Ciudad de Nuevo -- Laredo, Tamaulipas.

En el punto de inicio (Rancho El Amole) presenta una elevación - de 200 m.s.n.m. y decrece gradualmente a 160 m.s.n.m. a orillas del Río Bravo, en un lugar situado al norte del Rancho Santa ---

ACUIFERO DE LA FORMACION
CARRIZO.

Elevación del Nivel Estático
(en m)



VIRGILIO ORTA DAVILA, 1983.

Figura 5.1

Eulalia, la dirección de flujo cambia ligeramente hacia el este. A la altura del Poblado Villa Hidalgo, el nivel estático tiene una elevación de 175 a 180 m.s.n.m.; esta elevación disminuye -- hacia el norte y hacia el oriente, indicando un flujo subterrá-- neo en las mismas direcciones.

CAPITULO SEIS

HIDROGEOQUIMICA

6.1. INTRODUCCION

El agua ha estado sujeta a diferentes procesos y su composición química, refleja algunos de ellos; así también, conociendo dicha composición es factible dictaminar su calidad de acuerdo al uso que se le pretende dar.

La gran mayoría de las aguas que constituyen los acuíferos, provienen del agua de lluvia, la que en esa fase, contiene una baja cantidad de sales en solución, predominando los iones de sodio y bicarbonato. Al infiltrarse y circular a través del subsuelo, -- disuelve minerales y sales que constituyen las rocas. Si estas rocas son de fácil disolución, el agua presentará altos contenidos salinos como en el caso de los horizontes evaporíticos. Si por el contrario, la roca resulta difícil de disolver, como en el caso de basaltos y riolitas, el agua tendrá bajo contenido de sales. -- Por otro lado, el tipo de iones que predominen en la solución, -- estará en relación a la composición química de las rocas.

Como ya se dijo, existen procesos que pueden influir en la composición química del agua subterránea, dos de los más importantes son los siguientes: 1) El agua posee una cierta capacidad de disolución, mediante la cual, al infiltrarse disuelve cierta cantidad de sales, que irá en aumento en función del tiempo y de su circulación a mayores distancias, hasta llegar a un límite máximo de disolución o límite de equilibrio. 2) El intercambio iónico, que es un proceso que se realiza entre el agua y la estructura del medio que atraviesa, principalmente si éste es granular,

dando como resultado una modificación en la química del agua.

De acuerdo a lo anterior mencionado, se llevó a cabo una interpretación hidrogeoquímica basada en los resultados de análisis químicos de muestras de agua, tomando en cuenta las características geológicas e hidrogeológicas de la región.

6.2. ANALISIS QUIMICOS.

Las muestras de agua representativas del acuífero, fueron analizadas para la determinación de los siguientes parámetros: conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, dureza total, dureza de calcio, dureza de magnesio, alcalinidad total, calcio, magnesio, sodio, carbonatos, bicarbonatos, cloruros y sulfatos. Los resultados se muestran en la tabla 6.1. y a continuación se comentan.

Sólidos Totales Disueltos (S.T.D.) Representa la suma de los diferentes iones en solución. Su conocimiento es de gran importancia, debido a que indica el ataque que han sufrido las rocas por el agua y la solubilidad de las mismas.

Calcio (Ca). Es un catión divalente que forma diferentes compuestos, entre los que se tienen como principales el carbonato de calcio y sulfato de calcio.

Magnesio (Mg). Proviene de algunos estratos de rocas dolomíticas y de horizontes evaporíticos que han acumulado sales con este elemento.

Sodio (Na). Es un elemento muy común en la naturaleza que se encuentra en altas concentraciones en el agua subterránea, principalmente cuando existen sedimentos evaporíticos, como en el área de estudio, en donde el clima es propicio para la formación de lagunas efímeras que favorecen la producción de evaporitas.

Carbonatos y Bicarbonatos (CO_3 y HCO_3). Son iones que provienen de la disolución de rocas como: calizas, margas y caliche, existentes en la región. Su concentración en el agua, está en función de la presión a que se encuentre: por ejemplo, a la presión ambiental se tiene un rango de bicarbonatos que varía entre 100 y 400 ppm, estos valores están fuera del rango ya que no son comunes. Por lo general, los carbonatos disueltos por el agua pasan a bicarbonatos, y la determinación de éstos se emplea de una manera usual.

Cloruros (Cl). Junto con el sodio, forman una de las sales más abundantes en la naturaleza (NaCl), la que se encuentra comúnmente en depósitos evaporíticos de zonas áridas.

Sulfatos (SO_4), Es un anión que proviene de la disolución de yesos y anhidritas, que son minerales de sulfato de calcio que se encuentran en gran proporción, en los rellenos de valles e interestratificados con algunas rocas sedimentarias marinas.

6.3. SOLIDOS TOTALES DISUELTOS.

El acuífero en materiales granulares de la porción norte del -- área de estudio, presenta generalmente agua de buena calidad. En la porción suroccidental, hacia la Sierra del Burro y el Lomerío de Peyotes, el agua presenta menos de 500 ppm de sólidos totales disueltos, por lo cual corresponde a una zona de recarga de agua de lluvia.

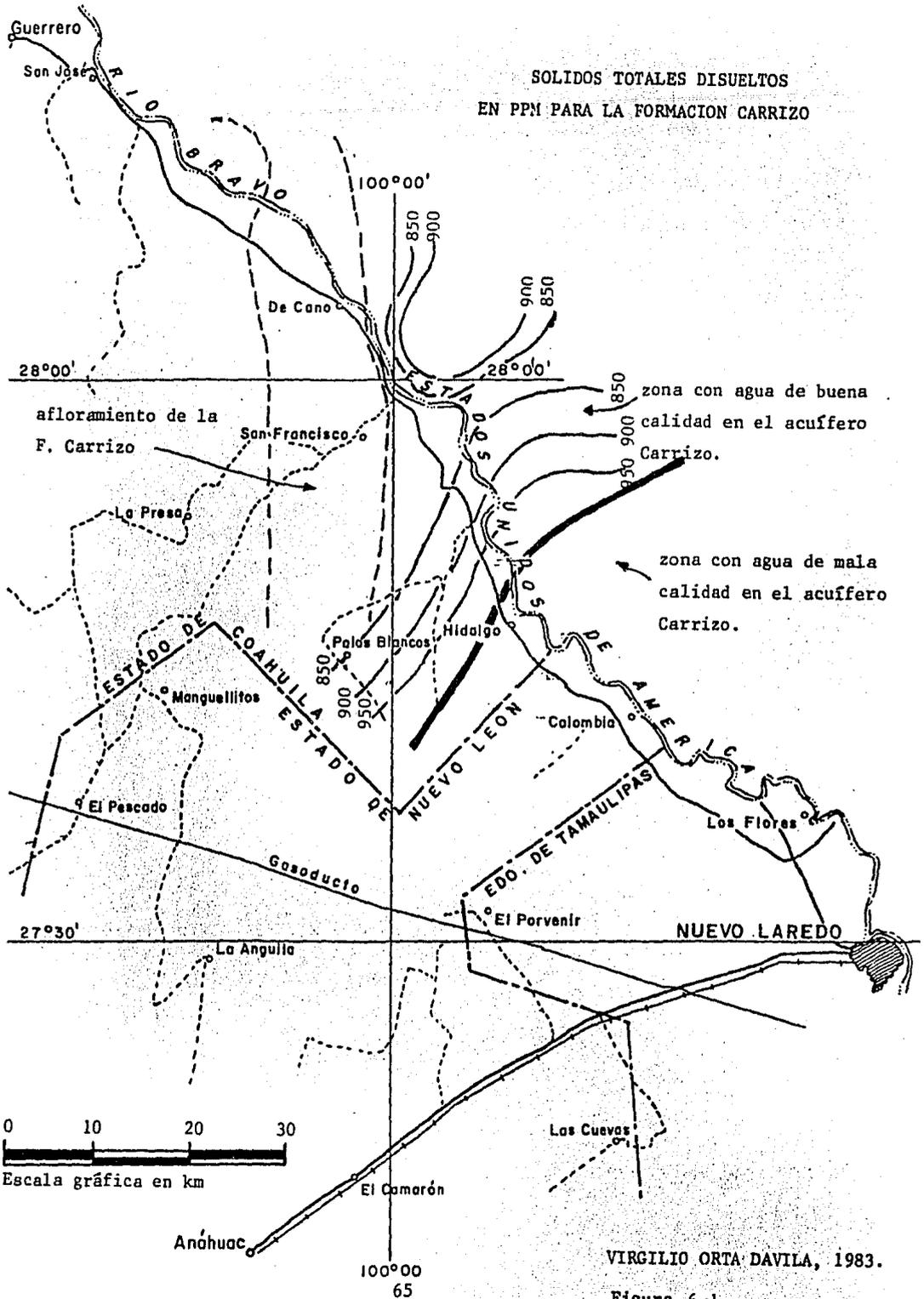
La distribución de sólidos totales disueltos en el agua subterránea de la porción sur, es variable debido a la existencia de diferentes acuíferos en el subsuelo.

La salinidad en el agua de los pozos, está en relación con la profundidad total de los mismos; a mayor profundidad, mayor es el -- contenido de sales. Como ejemplo se tiene al pozo No. 2687 que -- tiene una profundidad de 7 m y un contenido de sales de 913 ppm; mientras que el No. 2691 cercano al anterior, tiene 92 m de pro-- fundidad y 4339 ppm de sólidos totales disueltos.

Las concentraciones se incrementan hacia el este, en donde llegan a tener 1250 ppm indicando un flujo del agua subterránea de poniente a oriente. Localmente, estas concentraciones se exceden hasta 2250 ppm, ocasionadas por la presencia de sales en los rellenos -- del valle que al disolverse llegan al acuífero.

Se obtuvieron datos de salinidad del agua del acuífero de la Formación Carrizo, que se muestran en la figura 6.1. observándose -- que en las cercanías de los afloramientos de dicha formación, el

SOLIDOS TOTALES DISUELTOS
EN PPM PARA LA FORMACION CARRIZO



contenido de sólidos totales disueltos es de 850 ppm, este contenido va en aumento hacia el sureste y en el lugar donde la concentración es de 1000 ppm, se ha trazado una curva que indica el límite entre el agua de buena calidad y el agua de mala calidad. Al sureste de dicho límite, la concentración de sales sigue en aumento hasta tener 10 000 ppm en algunos sitios como al noroeste de -- El Camarón.

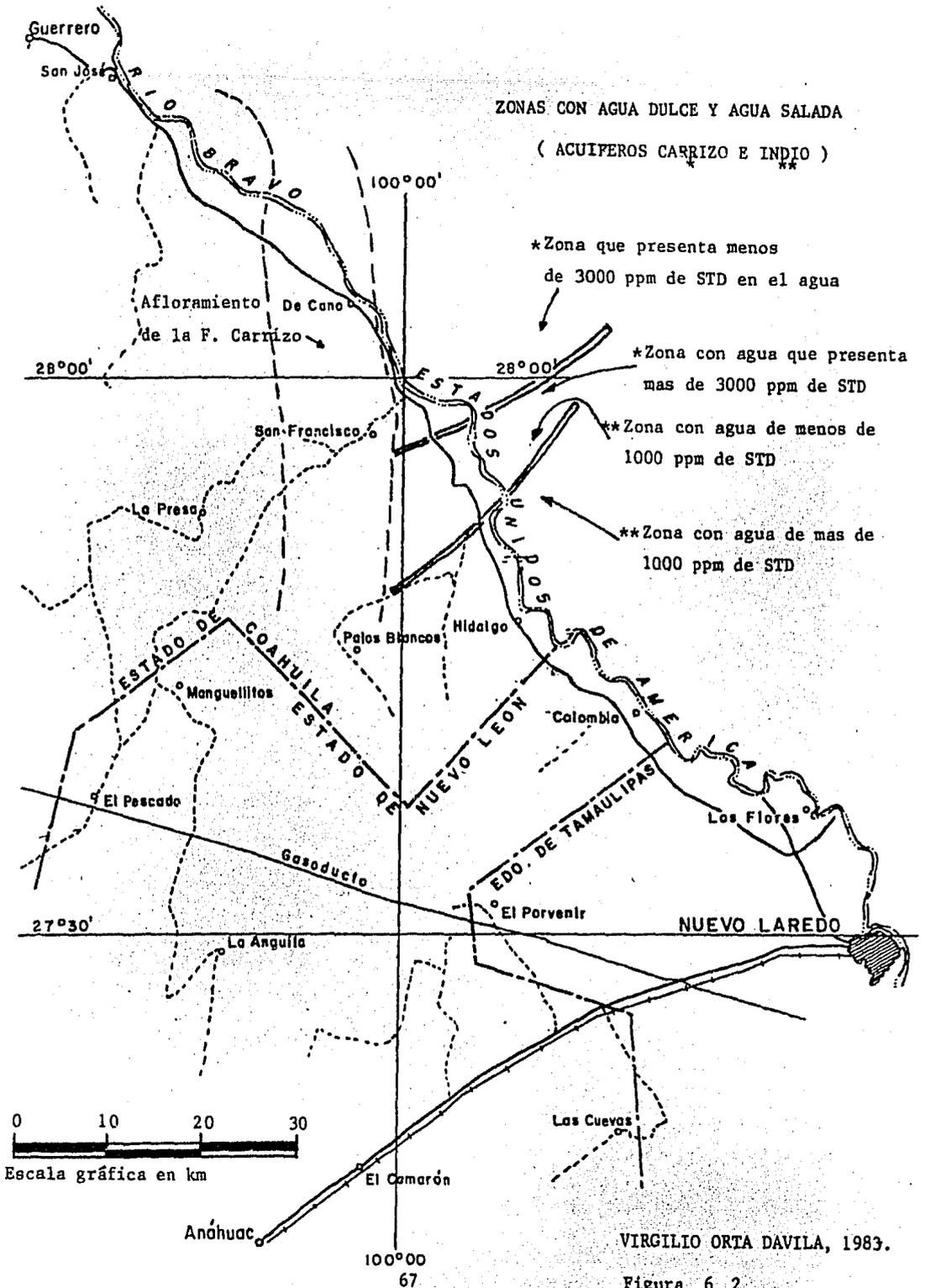
De manera semejante, se marcó un límite de la calidad del agua en el acuífero de la Formación Indio (Grupo Wilcox) que corresponde a la curva de 3000 ppm de sólidos totales disueltos. En la figura - 6.2. se muestran los límites mencionados y se marca la zona que -- presenta agua de buena calidad en la Formación Carrizo, haciéndose notar que la perforación no debe llegar a la formación subyacente (Grupo Wilcox), ya que se incrementaría el contenido de sales en - el agua que se extrae, plano 4.

6.4. DIAGRAMAS TRIANGULARES.

Una familia de agua es la composición química representada por el principal catión y el principal anión en solución.

Para deducir la familia de agua a que pertenece cada muestra, - - existen varios métodos. Para el presente trabajo, se utilizó el - método de diagramas triangulares, que consiste en graficar los -- aniones y cationes en dos triángulos equiláteros respectivamente.

Los diagramas triangulares se muestran en las cinco hojas de la figura No. 6.3 (A, B, C, D y E) donde se puede observar que entre los cationes predomina el sodio y entre los aniones el cloruro.



VIRGILIO ORTA DAVILA, 1983.

Figura 6.2

Las familias de agua obtenidas para cada uno de los aprovechamientos se muestran en el plano 5. Los resultados obtenidos se comentan a continuación, para tres zonas en que se ha dividido el área de estudio.

PORCION NORTE.

La mayor cantidad del agua se encuentra en esta porción. Es de tipo cálcica-bicarbonatada por influencia de calizas, caliche y gravas calcáreas que han sido disueltas. Sólo en algunos sitios se encontró que su composición varía, debido a la presencia de horizontes evaporíticos que se encuentran interestratificados en los rellenos del valle. Un ejemplo se tiene en el área ubicada al norte del poblado Guerrero, donde el agua es sódico-sulfatada y presenta altos valores de sólidos totales disueltos.

PORCION CENTRAL.

Se encuentra limitada por los poblados Villa Unión y Guerrero y los Ranchos Canoitas, Los Cuates, San Ricardo, Los Ajos y El Pintado. Como se muestra en el plano 5, esta área se caracteriza por la escasez de aprovechamientos, los que además presentan altos contenidos salinos.

A continuación se muestran las familias de agua y la concentración de sólidos totales disueltos para los pocos aprovechamientos analizados en esta zona:

APROV. No.	S.T.D. EN P.P.M.	FAMILIA DE AGUA
2618	526	Cálcica-Bicarbonatada.
2681	1761	Sódica-Clorurada.
2717	2798	Magnesiana-Clorurada.
2729	2286	Sódico-Clorurada.

PORCION SUR.

Las familias de agua de las muestras colectadas en esta zona, principalmente son sódico-cloruradas. Las concentraciones de cloruro de sodio son generalmente altas y probablemente son de origen marino. Se presentan intercaladas entre lutitas y areniscas o, también formando parte de ellas.

Las concentraciones de calcio y sulfato también llegan a ser altas y en algunos aprovechamientos predominan sobre el cloruro de sodio como en los pozos No. 2645, 2643, 2700, 2672, 2668, 2689, 2687 y - 2655, los que están diseminados en toda la porción sur.

La existencia de calcio y sulfatos en concentraciones elevadas indica que, además de los horizontes evaporíticos de cloruro de sodio, deben existir yesos y anhidritas entre los sedimentos de las diferentes formaciones que se encuentran distribuidas en el lugar.

Por otro lado, las concentraciones de cloruro de sodio generalmente predominan sobre las concentraciones de sulfatos, esto podría obedecer a que el cloruro de sodio tiene mayor solubilidad.

CAPITULO SIETE

CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS Y ZONAS FAVORABLES PARA LA PERFORACION DE POZOS

7.1. CARACTERISTICAS DE LOS APROVECHAMIENTOS CENSADOS

En la porción norte del área de estudio, en las cercanías de las poblaciones Allende y Nava, Coahuila, el agua brota en manantiales o es extraída por medio de bombas, para ser utilizada en riego y usos domésticos.

Los pozos localizados entre Guerrero, Villa Unión y Piedras Negras, tienen profundidades del orden de 40 m y agua de aceptable calidad que se utiliza para abrevadero. Estos pozos, generalmente se explotan con papalotes (aeromotores).

Al poniente y sur de Villa Unión, en las estribaciones del Lomerío de Peyotes, los pozos tienen profundidades de 10 a 20 m, el agua es de calidad aceptable, se extrae por medio de papalotes y gimbaletes y se destina a abrevadero principalmente.

Al suroeste de Guerrero, Coahuila, los pozos generalmente tienen profundidades de 60 m, se explotan por medio de papalotes y el agua que se extrae tiene altos contenidos salinos por lo que sólo se utiliza para abrevadero.

Pozos con similares características que las anteriores, se explotan en el área ubicada entre Villa Hidalgo, Coahuila y los Ranchos El Príncipe, El Ahogadero, Los Chipotes y El Durazno. Al suroeste de Colombia, N.L., los pozos siguen con problemas de salinidad en el agua, tienen de 50 a 150 m de profundidad y también se explotan con papalotes y se destinan para abrevadero.

Al sureste de Nuevo Laredo, Tamps., se tomaron datos de algunos pozos y norias cuyas profundidades oscilan entre 7 y 20 m, pocos tienen mayor profundidad, como el 2656 de 70 m. El agua, se explota por medio de papalotes y en menor proporción con bombas sumergibles, es de calidad salobre, se usa para abrevadero y en pocas ocasiones para riego de pequeños terrenos.

7.2. CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DE LA REGION

PORCION NORTE

Corresponde a un amplio valle plano ligeramente inclinado hacia el Río Bravo, cuyos límites aproximados se consideran en los poblados de Piedras Negras, Coah; Allende, Coah., y Guerrero, Coah. Las rocas que constituyen el subsuelo del valle son calizas, lutitas y areniscas del Cretácico Superior, que a su vez se encuentran cubiertas por materiales granulares permeables del Cuaternario en espesores de alrededor de 50 m.

El acuífero se forma en los materiales granulares mencionados, -- ya que éstos tienen la capacidad de almacenar, o permitir circu-- lar el agua que proviene de la Sierra del Burro y del Lomerío de Peyotes hacia el Río Bravo, en un flujo subterráneo con dirección aproximada oeste-este.

Los materiales que constituyen el acuífero se consideran de alta permeabilidad, lo que se puede constatar con los altos rendimien-- tos de los escasos pozos perforados en el valle; mientras que la potencialidad del acuífero, está en relación al reducido espesor de los materiales permeables.

El agua de este acuífero es de buena calidad, su salinidad casi -- siempre es menor de 1500 ppm lo que la hace apropiada prácticamen-- te para cualquier uso. Sólo algunos pozos ubicados al noreste de Guerrero, Coah., producen agua con contenidos salinos de alrededor de 2250 ppm.

PORCION CENTRAL

Esta superficie se considera limitada por los poblados: Villa. -- Unión, Coah., y Guerrero, Coah; así como también los ranchos: Ca-- noitas, Los Cuates, San Ricardo, Loa Ajos y El Pintado. Las rocas que aquí se encuentran, ocasionalmente, llegan a tener horizontes permeables aunque reducidos. Son rocas del Terciario: lutitas y -- areniscas de diferentes formaciones, que en conjunto su comporta-- miento es característico de rocas impermeables, por lo tanto, así se consideran.

PORCION SUR

En esta parte del área estudiada, se encuentran expuestos en alternancia las rocas areniscas y lutitas de algunas formaciones terciarias, con echados suaves hacia el oriente. Las areniscas que se encuentran fracturadas son propicias para la formación de varios acuíferos de permeabilidad media y baja, los que generalmente están separados por horizontes arcillosos.

La mayoría de los pozos localizados en esta área son explotados por medio de aeromotores (papalotes) y el agua se destina principalmente al ganado, debido a su carácter altamente salino influenciado por horizontes predominantemente sulfatados.

En algunas de las formaciones que se encuentran en el subsuelo de esta zona, se presentan varios acuíferos; los que al parecer son independientes debido a que el comportamiento de sus niveles piezométricos es diferente. El agua, presenta variaciones en su calidad, aunque se puede considerar que en su totalidad presenta concentraciones de sales, que la hacen no apropiada para su uso en riego o agua potable.

7.3. ZONAS APROPIADAS PARA LA PERFORACION DE POZOS

Las características de permeabilidad y calidad del agua del acuífero de la porción norte, son apropiadas para la perforación de pozos y extracción de agua subterránea. Los pozos deben localizarse sobre los materiales granulares que cubren el valle, ya que éstos constituyen el acuífero.

Actualmente, la explotación de este acuífero se considera baja pero factible de tener un incremento que deberá ser gradual, con el objeto de tomar en cuenta los efectos que se vayan suscitando y así evitar a futuro una sobreexplotación, dados los limitados volúmenes de agua subterránea que se almacena en esta zona.

La porción central presenta características muy diferentes, en cuanto a que, las rocas predominantes en esta zona se han clasificado como de baja permeabilidad o impermeables; por esta razón, no se considera favorable para la perforación de pozos y extracción de agua subterránea.

En lo que concierne a la porción sur del área de estudio, se ha podido constatar la existencia de una serie de acuíferos cuya permeabilidad varía de media a baja. La mayor parte de los pozos localizados en este lugar tienen sus niveles de bombeo alrededor de los 20 m, aunque la explotación de estos acuíferos se encuentra restringida debido a que, generalmente el agua que se extrae presenta elevados contenidos salinos. La salinidad en el agua es variable y en la información obtenida, se ha visto que la concentración de sales aumenta mientras mayor sea la profundidad del pozo y el nivel de bombeo, por lo mismo se recomienda extraer agua de los primeros 50 m ya que su salinidad sería del orden de 2000 ppm.

En la misma porción sur se limitó una pequeña área, localizada entre los ranchos: Canoitas, El Sauce, Santa Eulalia, El Cinco, Los Asaderos, Brasil y el poblado Villa Hidalgo, que se considera propicia para la explotación de agua subterránea que proviene de la Formación Carrizo. El acuífero de esta formación es conocido en el Estado de Texas por su alto rendimiento; pero su potencial

disminuye hacia territorio mexicano, debido a que el espesor de la unidad también disminuye considerablemente, además de que sus capas presentan generalmente buzamientos hacia el noreste. La Formación Carrizo, contiene agua de buena calidad en las cercanías de su afloramiento, ya que las aguas que se han infiltrado lavan con su circulación a través de ellas, la parte superior. A medida que se profundiza, el contenido salino en el agua también aumenta, sin embargo se considera factible obtener agua de aceptable calidad por medio de pozos perforados entre 30 y 50 m de profundidad.

CAPITULO OCHO

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. CONCLUSIONES

1. Desde el punto de vista litológico, se pueden distinguir dos -- partes principales en la zona de estudio: la porción norte, corresponde a una gran planicie constituida por materiales granulares -- cuaternarios con espesores que varían entre los 10 y 100 m. La otra parte abarca las porciones central y sur, ya que ambas se constituyen principalmente, de lutitas y areniscas del Terciario, con espesor superior a 1500 m y un echado suave hacia el este.

2. De los datos climatológicos obtenidos se llegó a lo siguiente:-- la lámina media anual de lluvia en el periodo 1960-1977, es de 470 mm. La temperatura media anual es de 21.8°C. La evaporación potencial media anual se calculó en 2333 mm.

3. El río Bravo, es la principal corriente superficial del área y tiene una cuenca total de 869 000 Km², con escurrimientos anuales de 11 000 x 10⁶ m³.

4. Se estableció una clasificación cualitativa de las rocas de alta permeabilidad, permeabilidad media e impermeables, de acuerdo -- con su capacidad de permitir la circulación y almacenamiento de -- agua subterránea, atendiendo a su textura, fracturamiento, compo-- sición mineral.

5. Las rocas de alta permeabilidad son poco comunes en la región y solo se consideraran en este grupo los materiales granulares, de los que la mayoría corresponden a los aluviones cuaternarios que afloran entre Piedras Negras, Allende y Guerrero, Coahuila, - y constituyen un acuífero del que se extraen caudales de 2 a 100 lt/seg, de aguas de buena calidad.(Tabla 8.1)

6. Entre las rocas de permeabilidad media se consideró a las de - las Formaciones: Carrizo, Indio, Austin y Buda.

7. La Formación Carrizo consiste de areniscas macizas con horizon - tes arcillosos. Constituye un acuífero capaz de producir entre 30 y 60 lt/seg. de agua de mediana y mala calidad (Tabla 8.1). En - el Estado de Texas, presenta un espesor de 300 m y buenas caracte - rísticas de permeabilidad constituyendo un acuífero de gran poten - cial que se explota ampliamente. Hacia territorio mexicano su es - pesor decrece en un acuñaamiento para presentar entre 40 y 60 m. - Esta formación se considera en dos zonas, una con agua de buena - calidad ubicada hacia el NW y otra con agua salada hacia el SE - (Tabla 8.1)

8. La Formación Indio tiene una constitución litológica parecida a la de la Carrizo, se considera un acuífero de permeabilidad -- media al que se le pueden extraer caudales de 20 a 60 lt/seg. de agua con altas concentraciones salinas (Tabla 8.1)

TABLA 8.1

CALIDAD DEL AGUA PARA USOS AGRICOLAS

TIPO DE AGUA		S.T.D. EN P.P.M.
AGUA DE BAJA SALINIDAD	AGUA DULCE	60 - 160
AGUA DE SALINIDAD MEDIA		160 - 1000
AGUA ALTAMENTE SALINA	AGUA DE MEDIANA CALIDAD	1000 - 1440
AGUA MUY ALTAMENTE SALINA.	AGUA DE MALA CALIDAD	1440 - 3200
AGUA INACEPTABLE		3200 EN ADELANTE

9. La Formación Austin consiste de calizas poco fracturadas que, en ciertos casos, llegan a formar acuíferos de baja producción. Cuando resulta productora, el agua es de buena calidad (Tabla 8.1).

10. La Formación Buda consiste de calizas de permeabilidad variable, por esta razón, algunas veces llega a constituir acuíferos poco productivos y el agua que se extrae puede ser de mediana y buena calidad (Tabla 8.1)

11. Como unidades impermeables se consideró a las Formaciones: Cook Mountain, Mount Selman, Wills Point, Kincaid, Escondido, Ollomos, San Miguel y Upson. Estas formaciones consisten, por lo general, de lutitas y areniscas intercaladas, que por su contenido arcilloso impiden la circulación de agua subterránea.

12. El acuífero de la porción norte se recarga con agua de lluvia que se infiltra en las calizas de la Sierra del Burro y del Lomero de Peyotes. El agua subterránea fluye predominantemente en las direcciones W-E y SW-NE para ser drenada, en parte, por el Río Bravo.

13. En la porción norte los manantiales producen caudales de gran importancia, y los pozos extraen caudales de hasta 100 lt/seg. El agua es de buena calidad y se usa en riego y como potable. Entre Guerrero, Villa Unión y Piedras Negras, los pozos comúnmente tienen 40 m de profundidad y la calidad del agua que se extrae, por medio de aeromotores, es aceptable y se utiliza para abrevadero.

14. Al oeste y sur de Villa Unión, los pozos tienen entre 10 y 20 m de profundidad, el agua es aceptable, se extrae por medio de -- aeromotores y gimbaletes y se destina para abrevadero.

15. En el área localizada entre Villa Hidalgo y los ranchos El -- Príncipe, El Ahogadero, Los Chipotes y El Durazno, los pozos generalmente tienen alrededor de 60 m de profundidad. El agua presenta altas concentraciones salinas (Tabla 8.1), se explotan con ae-romotores (papalotes) y gimbaletes (pumping Jack) y se utilizan - para abrevaderos.

16. En el área ubicada entre Piedras Negras, Allende y Guerrero,- el acuífero presenta agua de buena calidad con menos de 500 ppm - de sólidos totales disueltos en el lado occidental pero esta con-centración se incrementa gradualmente hacia el este, y en las cercañas del Río Bravo alcanza 1250 ppm. También dentro de esta - - área se registraron 2250 ppm en algunos pozos con características muy locales.

17. Hacia la parte media y sur del área de trabajo, se pudo con-cluir que la salinidad del agua, está en relación a la profundidad total del pozo. A menor profundidad, menor contenido de sales disueltas.

18. Al suroeste de Colombia, los pozos tienen entre 50 y 150 m de profundidad, el agua de éstos es salada, se usan para abrevadero y las bombas que se utilizan son de tipo aeromotor.

19. Al sureste de Nuevo Laredo los pozos son someros, con profundidades de 7 a 20 m, el agua que se extrae es salobre, se explota con papalotes y en algunos casos con bombas sumergibles. Generalmente se usan para abrevadero, aunque con algunos se riegan -- pequeñas superficies.

20. Hacia el sur, la distribución de sales en el agua no es uniforme ya que existen varios acuíferos independientes en el sub--- suelo cuya salinidad también varía.

21. La profundidad al nivel del agua en la mayoría de los pozos -- es muy somera, varía de 1 a 25 m, sólo con algunas excepciones se llega a presentar entre 50 y 75 m.

8.2. RECOMENDACIONES

1. Perforar en la planicie entre Piedras Negras, Allende y Guerrero, donde es factible extraer hasta 100 lt/seg., de agua de buena calidad. Las perforaciones, inicialmente deben ser de exploración y posteriormente se puede proceder a la ampliación y explotación.

La profundidad promedio debe de realizarse hasta 80 m, o en su -- defecto, hasta alcanzar las lutitas impermeables del Cretácico -- Superior.

2. Debe realizarse una cuantificación de este acuífero con el fin de conocer con mayor precisión su almacenamiento y no llegar a -- una sobreexplotación que podría abatir los niveles en el futuro.

3. En la figura 6.2, se delimitan las zonas con agua dulce y salada en los acuíferos de las Formaciones Carrizo e Indio, por lo -- que se propone realizar exploraciones directas que indiquen con -- mayor precisión las condiciones del acuífero en cuanto a gastos -- posibles de extracción y algo importante: la calidad del agua. A partir de las exploraciones, se podría planear un desarrollo agro -- cuario altamente tecnificado para apoyar la región, ya que actual -- mente la ganadería es extensiva debido a las condiciones climato -- lógicas.

BIBLIOGRAFIA

1. Alexander N. y Myers B., Reconnaissance Investigation - of Ground the Water Resources of the Guadalupe, San --- Antonio y Nueces River Basins, Texas, 1972. U.S. Geological Survey, Bulletin No. 6409
2. Alvarez Jr. M. 1969, Geología y Paleogeografía de México Apuntes.
3. Back W. y Lesser J.M. Factores Hidrogeológicos que In-- fluyen en la Presencia de la Línea de Agua Mala, Coahui la, México.
4. Davis S.N. de Wiest R. Hidrogeología, 1971.
5. Detenal. Planos Geológicos (Esc. 1:1000 000), Hidrología Subterránea (Esc. 1:1000 000), Climas (Esc. 1:500 000), Topográficos (Esc. 1:50 000), Datos de Población.
6. Kiem W., Duffin G., Elder G. Ground Water Resources of the Carrizo Aquifer in the Winter Garden Area of Texas, 1976. Texas Water Development Board, Reporte No. 210.
7. López Ramos E. Geología de México Tomo II, 1979.
8. Maclay R.W. y Small T.A., Geology and Porosity of the Edwards Aquifer, San Antonio, Texas, U.S. Geological - Survey.

9. Ramírez Jaime C., Descripción de Formaciones en la Porción Norte del Estado de Coahuila.
10. Reporte de Investigaciones No. 78. Stuart City Trend, -- Lower Cretaceous South Texas. Universidad de Austin, -- Texas.
11. Sancen Contreras Francisco. Prospección Hidrogeológica -- en la Porción Noroccidental de la Sierra del Burro, -- Coahuila, S.A.R.H.
12. S.A.R.H. Información Climatológica del Area de Estudio.
13. Smith Charles Issac, Lower Cretaceous Stratigraphy. -- Northern Coahuila, México, Reporte de Investigaciones No. 65, Universidad de Austin, Texas.
14. Texas Department of Water Resources. Stratigraphic and Hydrogeologic Framework of Part of the Coastal Plain -- of Texas, 1979. Reporte No. 236.
15. Texas Water Commission. Reconnaissance Investigation of the Ground Water Resources of the Río Grande Basin, -- Texas, 1965. Bulletin No. 6502

16. Hidrogeología, S.A., Servicios de Prospección y Levantamientos Geológicos y Geofísicos en la Formación Carrizo, Estado de Coahuila, S.A.R.H. Gza. 1979.
17. Custodio E., M.R. Llamas. Hidrología Subterránea Tomo I Ed. Omega. 1976.

POBLACION TOTAL, SUPERFICIE TERRITORIAL

Y DENSIDAD DE POBLACION

M U N I C I P I O .	P O B L A C I O N . TOTAL.	HOMBRES	MUJERES.	SUPERFICIE KM ²	DENSIDAD DE POBLACION : HAB./ KM ²
PIEDRAS NEGRAS, COAHUILA.	46 698	22 792	23 906	914.20	51.08
ZARAGOZA, COAHUILA.	8 963	4 918	4 045	8 183.50	1.10
MORELOS, COAHUILA.	4 974	2 551	2 423	606.20	8.21
ALLENDE, COAHUILA.	12 707	6 393	6 314	198.70	63.95
VILLA UNION, COAHUILA.	5 716	3 027	2 689	1 540.30	3.71
GUERRERO, COAHUILA.	2 650	1 365	1 285	3 219.70	0.32
HIDALGO, COAHUILA.	619	344	275	1 619.80	0.38
COLOMBIA, N. L.	370	217	153	319.90	1.16
ANAHUAC, N.L.	13 341	6 729	6 612	3 801.70	3.51
NUEVO LAREDO, TAMPS.	151 253	72 637	78 616	1 665.50	90.82

98

SPP. IX CENSO GENERAL DE POBLACION DE 1970.

ESTADOS DE COAHUILA, NUEVO LEON Y TAMAULIPAS.

TABLA No. 1.5.(A)

POBLACION ALFABETA Y ANALFABETA MAYORES DE 10 AÑOS

M U N I C I P I O.	SABEN LEER Y ESCRIBIR			NO SABEN LEER Y ESCRIBIR.		
	TOTAL	HOMBRES	MUJERES.	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
PIEDRAS NEGRAS, COAHUILA.	29 301	14 327.	14 974	3 180	1 377	1 803
ZARAGOZA, COAHUILA.	5 672	3 000	2 672	443	204	239
MORELOS, COAHUILA.	3 048	1 560	1 488	382	186	196
ALLENDE, COAHUILA.	7 899	3 912	3 987	805	360	445
VILLA UNION, COAHUILA.	3 246	1 710	1 536	574	294	280
GUERRERO, COAHUILA.	1 479	787	692	309	166	143
HIDALGO, COAHUILA.	313	169	144	88	54	34
COLOMBIA, N.L.	204	126	78	47	25	22
ANAHUAC, N.L.	7 910	4 027	3 883	1 186	557	629
NUEVO LAREDO, TAMPS.	91 221	44 129	47 092	12 121	5 125	6 996

87

SPP. IX CENSO GENERAL DE POBLACION DE 1970.

ESTADOS DE COAHUILA, NUEVO LEON Y TAMAULIPAS.

TABLA No. 1.5.(B)

VIRGILIO ORTA DAVILA, 1983

ACTIVIDADES DE LA POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA

MAYORES DE 12 AÑOS.

SPP. IX CENSO GENERAL DE
POBLACION DE 1970.

MUNICIPIO:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PIEDRAS NEGRAS, COAH.	12 130	1957	8	113	2792	748	50	1630	434	2959	485	954
ZARAGOZA, COAH.	2 270	1238	3	6	237	139	17	138	56	260	33	143
MORELOS, COAH.	1 403	744	1	4	179	55	12	115	32	123	17	121
ALLENDE, COAH.	3 373	1152	9	8	411	283	30	481	128	604	35	182
VILLA UNION, COAH.	1 423	1057	-	4	66	55	2	54	13	92	15	65
GUERRERO, COAH.	713	606	-	-	11	5	-	23	-	21	10	37
HIDALGO, COAH.	188	161	-	-	2	-	-	5	-	7	9	4
COLOMBIA, N.L.	100	73	-	-	1	1	-	4	6	4	4	7
ANAHUAC, N.L.	3 657	2 060	13	7	197	89	12	300	85	480	193	221
NUEVO LAREDO, TAMPS.	39 463	4 397	64	117	7780	2682	146	5712	1880	11900	1779	3006

TABLA No. 1.5.(C)

- | | | |
|--|--|----------------------|
| 1) TOTAL | 5) INDUSTRIA DE LA TRANSFORMACION. | 9) TRANSPORTE |
| 2) AGRICULTURA, GANADERIA SILVICULTURA, PESCA, CAZA. | 6) CONSTRUCCION. | 10) SERVICIOS |
| 3) INDUSTRIA DEL PETROLEO. | 7) GENERACION Y DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA. | 11) GOBIERNO. |
| 4) INDUSTRIA EXTRACTIVA. | 8) COMERCIO. | 12) NO ESPECIFICADO. |

RESUMEN DEL CENSO DE APROVECHAMIENTOS

TABLA 2.1. (A)

HOJA 1 de 5

APROV. N°	PROPIETARIO	PRECIO O LOCALIDAD	TIPO DE APROV.	N.E. (m)	N.D. (m)	PROF. (m)	GASTO l/s	EQUIPO		TIPO DE BOMBA	USO DEL AGUA	FORMACION	COORDENADAS		OBSERVACIONES
								COMB.	ELEC.				(N)	(W)	
2590	Yolanda González	Rcho. La Yolanda	Pozo				1	X			Abrevadero	ALUVION	28° 35' 45"	100° 39' 10"	
2591	Arg. Juan Hacha	El Fénix	Pozo	16.11			1				Abrevadero	ALUVION	28° 32' 50"	100° 40' 30"	
2592	Arg. Juan Hacha	El Fénix	Pozo	13.44							Abrevadero	ALUVION	FUERA DEL PLANO		
2593	Gilberto Mata	Rcho. Río Escondido	Pozo			36.6	1	X				ALUVION	28° 34' 10"	100° 35' 30"	
2594	Margarita García	"Las Margaritas"	Pozo	11.88		30.5	10		X		Riego	ALUVION	28° 31' 10"	100° 40'	
2595	Arg. Juan Hacha	El Fénix	Pozo	12.72			5				Abrevadero	ALUVION	28° 30' 45"	100° 43'	
2596			Pozo	6.46			1			Aeromotor	Abrevadero	ALUVION	28° 27' 30"	100° 43' 40"	
2597			Noria	5.42		8	2	X			Abrevadero	ALUVION	28° 29'	100° 46' 10"	
2598	Jamé Valdés	Rcho. La mota seca	Noria	4.24		15	10	X			Abrevadero	ALUVION	28° 27'	100° 51'	
2599	Jorge Cárdenas		Noria	5.04		8					Doméstico	ALUVION	28° 25' 30"	100° 49'	
2600	Calex del N.	Calex del N.	Pozo	2.84							Industrial	ALUVION	28° 24'	100° 54' 10"	
2601	SARH.	El Sabino	Manantial				424				Riego	ALUVION	FUERA DEL PLANO		
2602	Ejidó Los Alamos	Ejidó Los Alamos	Pozo	7.2					X		Agua Potable	ALUVION	28° 22'	100° 56' 30"	
2603	José L. de Luna	Los Zamillos	Pozo	17.32								AUSTIN	28° 18' 30"	100° 58' 20"	
2604	Fábrica de Tabique	La Tepobladora	Noria	9.98		12	1		X		Doméstico	ALUV. AUST.	28° 19' 15"	100° 54'	
2605	Jamé N. Gómez	El Mirador	Noria	6.5							Doméstico	AUST. E.F.	28° 15' 45"	100° 54' 15"	
2606			Pozo	7			10		X		Riego		FUERA DEL PLANO		
2607			Noria	8.42		10					Doméstico	ALUVION	28° 21' 20"	100° 49' 50"	
2608	El Ejido	Los Charcos	Pozo	3.77					X		Rgo. Agua P.	ALUVION	28° 19' 50"	100° 44' 30"	
2609	Jamé Caribay	Nava	Noria	4.53		8					Doméstico	ALUVION	28° 25' 20"	100° 41'	
2610	Héctor Garza		Pozo	4.97		40					Riego	ALUVION	28° 25' 30"	100° 36' 30"	
2611			Del. Filtros	4.80					X		Riego	ALUVION	28° 23'	100° 31' 30"	
2612			Pozo	4.33							Abrevadero	ALUVION	28° 19' 50"	100° 28'	
2613	Br. Alejo Olex.	San Patricio	Pozo	5.36			60		X		Riego	ALUVION	28° 19'	100° 25' 45"	
2614	Ramón Fernández	Bogart	Pozo						X		Abrevadero	ALUVION	28° 25' 45"	100° 24' 45"	
2615	Juan Morales	La Gloria	Noria	8.73			1				Abrevadero	ALUVION	28° 19'	100° 34'	
2616	Rodrigo Luna	Rcho. Luna	Pozo	11.37		37.15	1			Aeromotor	Abrevadero	ALUVION	28° 14' 30"	100° 34' 30"	
2617		Villa Unión	Noria	17.46							Abrevadero	ALUVION	28° 14'	100° 39' 30"	
2618	Hosero Flores	Granja Rozi	Pozo	4.4		22.84					Abrevadero	ALUVION	28° 11'	100° 38'	
2619	Estebanira	Villa Unión		19.32		22					Abrevadero	ALUVION	28° 14' 50"	100° 44'	

68

RESUMEN DEL CENSO DE APROVECHAMIENTOS

TABLA 2.1. (B)

HOJA 2 de 5

APROV. N°	PROPIETARIO	PREDIO O LOCALIDAD	TIPO DE APROV.	N.E. (m)	N.D. (m)	PROF. (m)	GASTO l/s	EQUIPO		TIPO DE BOMBA	USO DEL AGUA	FORMACION	COORDENADAS		OBSERVACIONES		
								COMG.	ELEC.				(N)	(W)			
2620	Villa Unión	Villa Unión	Pozo	8.4							Agua Potable	AUSTIN	28° 14' 15"	100° 47' 50"			
2621			Manantial										AUSTIN	28° 11' 45"	100° 46' 10"		
2622			Los Ajos			12.1							ALUVION	27° 52'	100° 29'		
2623						5.1							ALUVION	27° 50'	100° 25'		
2624													INDIO	27° 58'	100° 07'		
2625													CARRIZO	27° 57'	100° 06'		
2626			El Principe				13.6							ALUV. IND.	27° 53'	100° 06'	
2627			Los Borregos	Pozo			36.6	60						BIG. INF.	27° 55'	99° 59'	
2628														CARRIZO	27° 53'	100° 00'	
2629							15.2							ALUV. IND.	27° 51'	100° 05'	
2630			Tanquecillos	Pozo			21.9	65						ALUV. IND.	27° 50'	100° 07'	
2631							14.4							INDIO	27° 47'	100° 05'	
2632							11							IND. V. P.	27° 46'	100° 07'	
2633	Lasaderas				10.3							CARRIZO	27° 48'	99° 59'			
2634			Pozo		5.25	45						CARRIZO	27° 49'	99° 56'			
2635			Horta			16.8						BIG. INF.	27° 47'	99° 55'			
2636	Brasil	Pozo			12.5	80						CARRIZO	27° 46'	99° 57'			
2637	La Asifrosa				13.1							TAYLOR N.	27° 48'	100° 18'			
2638					8.7							TAYLOR N.	27° 47'	100° 17'			
2639	San Cayman	Pozo			54	60	1			Aeromotor	Abrevadero	TAYLOR N.	27° 45'	100° 18'			
2640	El Nuevo Pillaje			9.5			1"			Aeromotor	Abrevadero	TAYLOR N.	27° 44'	100° 11'			
2641	El Caren	Pozo			43.8		1"			Aeromotor	Abrevadero	TAYLOR N.	27° 42'	100° 10'			
2642	San Jod						1"			Aeromotor	Abrevadero	INDIO	27° 40'	100° 06'			
2643			Pozo		85.3	180	1"			Aeromotor	Abrevadero	INDIO	27° 39'	100° 04'			
2644			Pozo		61	180	1"			Aeromotor	Abrevadero	INDIO	27° 35'	100° 02'			
2645	Rodrigo Torres	Los Faroles	Pozo		16.25	100	25"			Sumergible	Abrevadero	CON. T.H.	27° 35'	100° 12'			
2646			Pozo		33.5		1"			Aeromotor	Abrevadero	CON. T.H.	27° 35'	100° 12'			
2647					11.9		1"			Aeromotor	Abrevadero	ALUV. T.H.	27° 36'	100° 17'			
2648	Camardn	Pozo			63	65	0.3			Aeromotor	Abrevadero	TAYLOR N.	27° 38'	100° 14'			
2649	Camardn				19.4		1"			Aeromotor	Abrevadero	CON. T.H.	27° 40'	100° 15'			

* Data aproximado

RESUMEN DEL CENSO DE APROVECHAMIENTOS

HOJA 3 de 5

TABLA 2.1. (C)

APROV. N°	PROPIETARIO	PRECIO O LOCALIDAD	TIPO DE APROV.	N.E. (m)	N.D. (m)	PROF. (m)	GASTO 1/3	EQUIPO		TIPO DE BOMBA	USO DEL AGUA	FORMACION	COORDENADAS		OBSERVACIONES
								COMB.	FLEC.				(N)	(W)	
2650					13.9		1"			Aeromotor	Abrevadero	TAYLOR N.	27° 41'	100° 19'	
2651		La Cruz	Pozo									Ec	27° 33' 45"	99° 36' 40"	
2652		La Herradura	Pozo			30	0.25"			Aeromotor	Abrevadero	Ec	27° 34' 45"	99° 37' 15"	
2653			Noria	6		6"	0.25"			Aeromotor	Abrevadero	Ec	27° 35'	99° 39' 45"	
2654	Oscar R. Flores	Cerca de Oja. Agríc.	Pozo			19.2	1		X	Pumping Jac.	Riego	Ec	27° 25' 45"	99° 33' 45"	
2655		Rancho Chico	Noria	7	7.5	7.5	4		X	Sumergible	Riego	Ec	27° 25' 45"	99° 31'	Se agota en 15 min.
2656	Heber Garza	San Francisco	Pozo			70	0.25"			Aeromotor	Abrevadero	Qa, Ec	27° 25' 30"	99° 35' 50"	
2657		La Unión	Noria	10.5	11	11	1200 ^l /día					Qa, Ec	27° 26' 50"	99° 35' 20"	Se agota
2658		San Francisco	Noria	11.5		13	1			Aeromotor	Abrevadero	Ec	27° 35' 35"	99° 42'	
2659	Alejandro García	El Charro	Pozo	30.5	36.6-45	46	5-8 ^l /min			Aeromotor	Abrevadero	Ec	27° 39' 45"	99° 44' 35"	
2660	Alejandro García	El Charro	Pozo			46	8 ^l /min			Aeromotor	Abrevadero	Ec	27° 38' 50"	99° 45' 50"	
2661	Alejandro García	El Charro	Pozo			46	8 ^l /min			Aeromotor	Abrevadero	Ep	27° 37' 55"	99° 47' 25"	
2662	José A. Cárdenas	Qta. de Sn. Angel	Pozo			21.5	0.25-4		X	Sumergible	Riego	Qa, Ec	27° 23' 10"	99° 33' 25"	
2663	Laureano Guajardo	El Diecisiete Ca. Occ.	Pozo							Aeromotor	Abrevadero	Ec	27° 23'	99° 35' 10"	
2664	Tomás Ramírez	Santo Tomás	Noria	8		10"	0.25			Aeromotor	Abrevadero	Ec	27° 23'	99° 35'	
2665	Tomás Ramírez	Santo Tomás	Noria	5		8"					Pat. Donda.	Ec	27° 23' 30"	99° 35' 30"	
2666	Rafael Fernández	La Charretera	Pozo	36.6	76.2	134	10 ^l /min			Aer. P. Jac.	Abrevadero	Ec	27° 26' 10"	99° 46' 10"	
2667		Las Anahuacas	Pozo				8 ^l /min			Aeromotor	Abrevadero	El	27° 23' 50"	99° 58' 55"	
2668		San Javier	Noria	6		12.2	1.25		X	Aer. y Cent.	Abrev. Dom.	Ep	27° 40' 20"	99° 48' 45"	
2669	Hugo Peña	San Vicente	Pozo	4.6		153	2"			Aeromotor	AP. y Abrev.	Ep	27° 40' 30"	99° 49' 45"	
2670	Hugo Peña	San Vicente	Pozo	6		61	0.25"			Aeromotor	Abrevadero	Ec	27° 39' 40"	99° 51' 10"	
2671	Víctor M. Madrigal	La Trinidad	Pozo	55	69	69	0.25"		X	Aer. P. Jac.	Abrevadero	Ep	27° 37' 30"	99° 51' 30"	
2672	Víctor M. Madrigal	La Trinidad	Noria			10"				Aeromotor	Abrevadero	Ep	27° 38'	99° 51' 15"	
2673			Pozo				0.25"			Aeromotor	Abrevadero	Ec	27° 32'	99° 57' 15"	
2674	Francisco Cárdenas	San Nicolás	Pozo							Aeromotor	Abrevadero	Ec	27° 32' 10"	99° 58' 25"	
2675	Francisco Cárdenas	San Nicolás	Noria	8						Aeromotor	Abrevadero	Ec	27° 32' 30"	99° 58' 40"	
2676	José Tamás	San Angel	Pozo	76		91.5	0.25"			Aeromotor	Abrevadero	Qa, El	27° 31' 45"	100° 01' 30"	
2677	José Tamás	San Angel	Pozo	76		91.5	0.25"			Aeromotor	Abrevadero	Pop	27° 29'	100° 03' 15"	
2678		Guadalupe	Pozo	6			2		X	Sumergible	Abrev. y R.	El	27° 28'	100° 28' 25"	
2679		Los Altares	Pozo		38		0.25"			Aeromotor	Agua Pot.	Kam	28° 00' 55"	100° 38' 25"	

M. Dato aproximado

RESUMEN DEL CENSO DE APROVECHAMIENTOS

TABLA 2.1. (D)

APROV Nº	PROPIETARIO	PREDIO O LOCALIDAD	TIPO DE APROV	N. E. (m)	N. D. (m)	PROF. (m)	GASTO /L	P. C. M. I. T.		TIPO DE SISTEMA	USO DEL AGUA	F. R. M. A. I. O. N.	C. O. R. D. E. N. A. D. A.		OBSERVACIONES
								COME	F. L. C.				(N)	(W)	
2600			Manantial				4*				Abrevadero	Qa, Kan	28° 03' 00"	100° 36' 15"	
2601		El Milagro	Pozo	11.5			-.25*			Aeromotor	Abrevadero	Qa	28° 05' 30"	100° 36' 45"	
2602		La Luz	Pozo	2.5		15*					Agua Potab.	Kaf, Kan	28° 09' 25"	100° 45' 00"	
2603		San Isidro	Pozo	4*		?						Ec	27° 27' 35"	99° 43' 10"	no se usa muy salada
2604		La Rosita	Pozo	?	66.8	100	4*	X		Aer. P. Jacio	Abrevadero	Kco	27° 27' 55"	99° 47' 15"	
2605		Escaleretas	Pozo	40*			-.25*			Aeromotor	Abrevadero	Ep	27° 26' 20"	99° 48' 00"	
2606		Santa Clara	Pozo			43	-.25*			Aeromotor	Abrevadero	Qa, Ep	27° 30' 20"	99° 47' 30"	
2607	Nicolás Tarraide	El Brasil	Noria	6*	?	?	-.25*			Aeromotor	Abrevadero	Qa, Ep	27° 30' 30"	99° 48' 35"	
2608		Palo Blanco	Pozo	21						Aeromotor	Abrevadero	Ep	27° 32' 15"	99° 48' 10"	
2609	Agustín Serna	Palo Blanco	Pozo	13.5		192/107	-.25			Aeromotor	Abrevadero	Qa, Ep	27° 33' 10"	99° 48' 00"	
2610	Agustín Serna	Palo Blanco	Pozo	24		192/107	-.25			Aeromotor	Abrevadero	Qa, Ebs	27° 32' 40"	99° 50' 10"	
2611	Agustín Serna	Palo Blanco	Pozo				92*	-.25		Aeromotor	Abrevadero	Ep	27° 34' 30"	99° 48' 30"	
2612			Pozo		34	100*	-0.25*			Aeromotor	Abrevadero	Ep, Qa	27° 35' 35"	99° 48' 55"	
2613			Pozo		60.5		-.25			Aeromotor	Abrevadero	Qa, Ebs	27° 30' 15"	99° 51' 10"	
2614		Los Temascalos	Pozo	27.5		30.5				Aeromotor	Abrevadero	E1, Pwp	27° 24' 15"	99° 59' 30"	
2615		La Bota	Pozo	36.5		137				Aeromotor	Abrevadero	E1	27° 24' 30"	99° 58' 25"	
2616		La Bota	Pozo	30.5		107				Aeromotor	Abrevadero	E1	27° 27' 10"	99° 59' 15"	
2617	Enrique Reséndis	Altar	Pozo	38		100	-.25			Aeromotor	Abrevadero	E11, Ec	27° 25' 45"	99° 51' 55"	
2618		Altar	Pozo	62		100*	-.25			Aeromotor	Abrevadero	Ebs	27° 27' 10"	99° 51' 15"	
2619	Enrique Reséndis	Altar	Pozo		74	100*	-.25			Aeromotor	Abrevadero	Ebs	27° 28' 35"	99° 52' 00"	
2700	Arturo Serna	San Miguel	Pozo	4	5	15*	.25a 1			Aeromotor	Abrevadero	Tpr	27° 20' 30"	100° 07' 45"	
2701	Arturo Serna	San Miguel	Pozo	8	9-11	46	-.25*			Aeromotor	Abrevadero	Ko	27° 26' 40"	100° 06' 30"	
2702	Arturo Serna	San Miguel	Pozo	4.6	6.1	46	-.25a 1			Aeromotor	Abrevadero	Tpr	27° 22' 20"	100° 07' 35"	
2703	Ricardo Morales	La Bandera	Noria	16						Aeromotor	Abrevadero	Pwp, Qa	27° 32' 00"	100° 04' 30"	
2704	Ricardo Morales	La Bandera	Noria	27		32*	-.25a 1	X		Aer. P. Jac.	Abrevadero	Pwp	27° 33' 00"	100° 04' 25"	
2705	Lic. Rondón	La Capilla	Pozo	12			1a1.25	X		Pip, Jacio	Abrevadero	Pat-n	27° 34' 40"	100° 14' 45"	
2706	Lic. Rondón	La Capilla	Pozo	36			-.25			Aeromotor	Abrevadero	Kat-n, Te	27° 35' 10"	100° 13' 50"	
2707	Eduardo Rondón	La Capilla	Pozo		28.3	61	-0.25			Aeromotor	Abrevadero	Kat-n	27° 37' 30"	100° 14' 15"	
2708	Jiador Barrera C.	La Pita	Pozo			132				Aeromotor	Abrevadero	Ep, Qa	27° 41' 15"	99° 48' 45"	
2709		El Pescado	Pozo		17.5		1	X		Aer. P. Jac.	Abrevadero	Kat-n	27° 36' 55"	100° 15' 10"	

* Datos aproximados

TABLA 2.1. (E)

RESUMEN DEL CENSO DE APROVECHAMIENTOS

APROV. N°	PROPIETARIO	PREDIO O LOCALIDAD	TIPO DE APROV.	N.E. (m)	N.D. (m)	PROF. (m)	GASTO l/s	EQUIPO		TIPO DE BOMBA	USO DEL AGUA	FORMACION	COORDENADAS		OBSERVACIONES
								COMB.	ELEC.				(N)	(W)	
2710	Ignacio Pérez	El Chaparral	Pozo		32	60.5	-.25a1			Aeromotor	Abrevadero	Kat-n, Q1, Tn	27° 37' 45"	100° 15' 30"	
2711	Ignacio Pérez	El Chaparral	Pozo		24	38	-.25°	X		Aer. P. Jacio	Abrevadero	Kat-n	27° 38' 45"	100° 17' 00"	
2712	Javier Pérez	El Pescado	Pozo	13.5		61	1	X		Aer. P. Jacio	Abrevadero	Kat-n	27° 36' 00"	100° 16' 10"	
2713		Los Realitor	Noria		27	35°	2 ¹ l/man			Aeromotor	Dom. A.P.	Kbu, Kor	28° 06' 30"	100° 47' 30"	
2714	Ventura González	Los Realitor	Pozo	15			-.25°			Aeromotor	Abrevadero	Kbu	28° 08' 35"	100° 47' 00"	
2715		Duadalupe	Noria		11	12	-.25°			Aeromotor	Dom. A.P.	Qa,	28° 09' 15"	100° 36' 50"	
2716		La Rodaja	Pozo	14			1	X		Aer. P. Jacio	Abrevadero	Qa,	28° 05' 30"	100° 32' 30"	
2717		El Nacho	Noria		7	24.5	-.25a25°	X		Aer. Cent.	Dom. A.P.	Qa,	28° 09' 00"	100° 30' 50"	
2718	Javier Mesa	La Perla	Pozo		18		-.25°			Aeromotor	Abrevadero	Q1	27° 39' 45"	100° 27' 15"	
2719	Javier Mesa		Pozo		18	46				Aeromotor	Abrevadero	Qau, Qa	27° 43' 10"	100° 27' 50"	
2720		La Perla	Pozo		18	46	0.25			Aeromotor	Abrevadero	Qa	27° 45'	100° 28' 45"	
2721	Elisa G.de Mesa	El Mastefio	Noria	8		16	15 ¹ l/man			Aeromotor	Abrevadero	Qa	27° 51' 00"	100° 28' 10"	
2722	Jorge Alexander	Santa Eulalia	Pozo		14		.25			Aeromotor	Abrevadero	Eti	27° 57' 15"	99° 59' 15"	
2723			Pozo				-.25°			Aeromotor	Abrevadero	Bo	27° 58' 50"	100° 01' 55"	
2724		El Gáuz	Pozo		42	98	12 a 15			Aeromotor	Abrevadero	Bo	28° 00' 15"	100° 04' 25"	
2725	Hal Perry S.	Canolitas	Pozo	12		29	-.25°			Aeromotor	Abrevadero	Bo	28° 04' 20"	100° 03' 00"	
2726	Hal Perry	Canolitas	Pozo		14		0.25°			Aeromotor	Abrevadero	CARRIZO	28° 03' 15"	100° 03' 50"	
2727	Hal Perry	Canolitas	Pozo	14.5		30°	0.25°			Aeromotor	Abrevadero	CARRIZO	28° 03' 15"	100° 04' 50"	
2728	Espiridión de los S.	Buenavista	Pozo		22	61	0.25°			Aeromotor	Abrevadero	EAGLE FORD	28° 13' 20"	100° 18' 00"	
2729	Espiridión de los S.	Buenavista	Pozo		22.5	24y61	10 ¹ l/man			Aeromotor	Abrevadero	ALUVION	28° 10' 20"	100° 23' 55"	
2730		La Salada	Pozo	21						Aeromotor	Abrevadero	TAYLOR N.	28° 04' 30"	100° 21' 25"	
2731		La Salada	Pozo	9.5			-.25°			Aeromotor	Abrevadero	ALV. T.N.	28° 01' 20"	100° 25' 25"	
2732		La Pita	Pozo		8.5		0.25°			Aeromotor	Abrevadero	ALUVION	28° 02' 30"	100° 25' 35"	
2733		El Gato	Pozo		12		-.25a1			Aeromotor	Abrevadero	ALUVION	28° 07' 45"	100° 23' 35"	
2734		El Gato	Pozo	8			0.25°			Aeromotor	Abrevadero	OLM.T.N.	28° 08' 30"	100° 22' 35"	
2735	Radi Pérez	El Potrero	N. Y Man.				2	X		Centrífuga	Abrevadero	EAGLE F.A.	28° 05' 30"	100° 42' 15"	
2736		Los Altares	Pozo		28	55	1	X		Aer. P. Jacio	Abrevadero	EAGLE F.A.	28° 01' 55"	100° 40' 25"	

* Dato aproximado

MUESTRAS DE ROCA

(OBSERVACIONES DE CAMPO)

Tabla 2.2.

- MR.1. Lutita calcárea, color pardo, sin fósiles, estratificación delgada, textura de grano fino, compacta. Formación Cook - Mountain.
- MR.2. Arenisca, color amarillo verdoso (en partes naranja y rosa do) sin fósiles, estratificación mediana, textura de grano fino compacta, intemperizada en color pardo. Miembro Colombia.
- MR.3. Arenisca, color blancusco pardo, sin fósiles, estratificación delgada a mediana, textura de grano fino a medio, puntos rojos, pardo y rojizo intemperizado. Miembro Colombia.
- MR.4. Arenisca, color blanco con manchas pardas y púrpuras, fósiles en horizontes, estratificación delgada, textura de grano fino, puntos rojos. Miembro Palafox
- MR.5. Arenisca calcárea, color pardo claro con motas oscuras, sin fósiles, estratificación mediana a gruesa, textura de grano fino, lajeada, láminas delgadas arcillosas. Miembro Bigford Superior.
- MR.6. Areniscas y lutitas, color variable, predomina el verde sin fósiles, estratificación delgada, textura de grano fino y arcilloso. Miembro Bigford Inferior.
- MR.7. Arenisca (algo calcárea), color blanco y verdoso, sin fósiles, estratificación delgada a mediana, textura de grano fino y algo arcillosa, micas. Miembro Bigford Inferior.

- MR.8. Lutita, color amarilla verdosa, sin fósiles, no se aprecia estratificación, textura arcillosa, cristales de yeso. Miembro Bigford Inferior.
- MR.9. Arenisca, color verde oscuro, sin fósiles, estratificación delgada a media, textura grano medio. Miembro Bigford Inferior.
- MR.10. Arenisca, color pardo amarillento, sin fósiles, estratificación delgada a media, textura grano fino a medio, arcillosa. Miembro Bigford Inferior.
- MR.11. Arenisca, color grisáceo, sin fósiles, estratificación media a gruesa, textura grano fino a medio, arcillosa, con mica, vetillas de calcita. Miembro Bigford Inferior.
- MR.12. Arenisca de cuarzo, color verde, sin fósiles, estratificación gruesa cruzada, textura de grano fino, arcillosa, rizaduras. Miembro Bigford Inferior.
- MR.13. Arenisca, color blanca y parda, sin fósiles, estratificación delgada, textura de grano fino. Miembro Bigford Inferior.
- MR.14. Arenisca, color pardo, verde rojizo y moteada, sin fósiles, estratificación delgada a mediana, cruzada, textura de grano fino, con mica. Miembro Bigford Inferior.
- MR.15. Arenisca, color blancusco, sin fósiles, estratificación delgada a mediana, textura de grano fino, arcillosa, con mica. Formación Carrizo.

- MR.16. Lutita calcárea, color blancusco, sin fósiles, estratificación delgada, textura arcillosa. Formación Carrizo.
- MR.17. Arenisca, color amarillo claro, sin fósiles, estratificación masiva, textura grano medio. Formación Carrizo.
- MR.18. Arenisca, color blanco y rojizo, sin fósiles, estratificación masiva, textura grano medio. Formación Carrizo.
- MR.19. Arenisca, color pardo claro y rojizo, sin fósiles, estratificación delgada a gruesa, textura de grano fino, con mica, yesos y lutitas. Formación Carrizo.
- MR.20. Areniscas, color amarillento, rojizo y verde, sin fósiles, estratificación delgada, cruzada, textura de grano fino a medio, con mica, alternan con lutitas grises. Formación Carrizo.
- MR.21. Areniscas, color gris, fósiles en la caliza, estratificación mediana, textura grano fino a medio, subyace a una caliza muy fosilífera (coquina). Formación Escondido.
- MR.22. Lutita, color verde amarillento, sin fósiles, estratificación mediana, textura arcillosa, pequeños cilindros de 5 cm. de largo por 1 ó 2 cm de diámetro. Formación Escondido.
- MR.23. Lutitas, color verde amarillento, con fósiles, estratificación delgada media, textura arcillosa, compactas. Formación Escondido.

- MR.24. Caliza, color gris, verdosa, fósiles macro fauna, estratificación media a gruesa, textura grano grueso. Formación Escondido.
- MR.25. Lutitas, color verde, amarillento, fósiles en caliza, estratificación delgada a media, sin textura, cubiertas por caliza de 1 m. de espesor con macrofauna. Formación Escondido.
- MR.26. Lutitas y calizas, color verde amarillento, fósiles turritelas, en la caliza, estratificación mediana a delgada, - textura lutita, grano fino, caliza "wackestone". Formación Escondido.
- MR.27. Coquina, color verde amarillento, fósiles macro fauna, estratificación mediana a gruesa. Formación Escondido.
- MR.28. Lutitas y areniscas, color blanco, pardo y púrpuras, estratificación laminar, textura grano fino, con nódulos de hematita y horizontes de yeso. Miembro Palafox.
- MR.29. Arenisca, color blanco y pardo, estratificación delgada, -- textura de grano fino, con yeso y concreciones de fierro. Miembro Palafox.
- MR.30. Areniscas, color blanco, estratificación delgada, textura de grano fino, con nódulos de fierro. Miembro Palafox.
- MR.31. Arenisca, color blanco, estratificación delgada a media, - textura de grano fino a medio, con nódulos de arenisca y fierro. Miembro Palafox.
- MR.33. Arenisca, color blanco, amarillento y rojizo, estratificación gruesa a masiva, textura de grano medio. Formación - Garrizo.

- MR.34. Arenisca color pardo claro, blanco, textura de grano medio, horizontes rojizos. Formación Indio.
- MR.35. Arenisca, color pardo claro, estratificación delgada. Formación Indio.
- MR.36. Arenisca, color blanco y pardo, estratificación cruzada, - textura de grano medio. Formación Indio.
- MR.37. Arenisca, color blanco, estratificación delgada. Miembro --- Bigford Inferior.
- MR.38. Arenisca, color blanco y rojizo, estratificación delgada, textura de grano medio. Miembro Bigford Inferior.
- MR.39. Arenisca, color blanco, rojizo y pardo, estratificación - delgada, textura de grano fino. Miembro Palafox.
- MR.40. Arenisca, color blanco, estratificación delgada, textura grano medio. Formación Cook Mountain.

TABLA 3.2

ANALISIS PETROGRAFICOS

DATOS GENERALES		ASPECTOS GENERALES			ESTUDIO MICROSCOPICO		MINERALOGIA	CLASIFICACION	ORIGEN	NOTAS:
MUESTRA	LOCALIDAD	COLOR	ESTRUCTURA	TEXTURA	TEXTURA	TEXTURA				
NR-1	RANCHO LA HERRADURA TAMAUULIPAS.	PARDO.		GRANO FINO.	MICROCRISTALINA (PELITICA).	ESPATITA, OLIGOCLASA-ANDESINA, MAGNETITA, -- LIMONITA, HEMATITA, MINS., ARCILLOSOS, MA-- TRIZ DE MICRITA, PORCENTAJE ALTO EN FOSILES		BIONICRITA.	SEDIMENTARIO.	(*)
NR-4	RANCHO RAMIREZ, N.L.	BLANCO CON MANCHAS PAR DO Y ROSA.	COMPACTA.	GRANO MEDIO.	ARENOSA.	CUARZO, OLIGOCLASA-ANDESINA, FRAG. DE ROCA, ZIRCON, MINS. ARCILLOSOS, HEMATITA Y LIMO- NITA.		ARENISCA ROJA (ARCOSA).	SEDIMENTARIO.	(*) LA HEMATITA Y LIMONITA SE ENCUENTRAN COMO CEMENTANTES AUTIGENOS.
NR-5	RANCHO SAN ENRIQUE COAHUILA.	PARDO CLARO.		GRANO FINO.	MICROCRISTALINA.	FOSILES RECRISTALIZADOS, ESPATITA, MAGNETI- TA, HEMATITA, LIMONITA, MICRITA.		BIONICRITA.	SEDIMENTARIO.	(*) LAS FRACTURAS DE LA ROCA ESTAN RELLENAS DE CALCITA ESPATICA Y APARENTAN UNA FORMA ENREJADA, ALGUNOS FOSILES QUE SE OBSERVAN PROBABLEMENTE PERTENEZCAN A LA CLASE FORAMINIFERA DEL TIPO FUSULINIDOS.
NR-7	VILLA HIDALGO, COAH.	BLANCO VER- DOSO.		GRANO FINO	MICROCRISTALINA.	ESPATITA, FRAGMENTOS FOSILES, CUARZO, FRAG MENTOS DE ROCA, PLAGIOCLASAS, MATRIZ DE -- MICRITA.		BIONICRITA.	SEDIMENTARIO.	(*) ALGUNOS FOSILES QUE SON VISIBLES TAL VEZ PERTENEZCAN A LA CLASE FORAMINIFERA. SE OBSERVAN EN LA LAMINA ESTRUCTURAS EN FORMA DE MICROESTILOLITAS.
NR-12	RANCHO LOS APACHES, COAHUILA.	VERDOSO.		GRANO FINO A MEDIO.	EPICLASTICA PSE- MITICA.	CUARZO, PLAGIOCLASAS, FRAGMENTOS DE ROCA, -- MAGNETITA, SERICITA, CLORITA, MINS. ARCIL- LOSOS, CEMENTANTE DE CALCITA.		ARENISCA DE GRANO FINO (ARCOSA).	SEDIMENTARIO.	(*)
NR-13	RANCHO SANTA EULALIA COAHUILA.	BLANCO Y PARDO.		GRANO FINO.	EPICLASTICA PSE- MITICA.	CUARZO, ANDESITA-OLIGOCLASA, FRAGMENTOS DE ROCA MAGNETITA, SERICITA, CLORITA, MINS. - ARCILLOSOS, HEMATITA, LIMONITA, CEMENTANTE DE CALCITA.		ARENISCA (ARCOSA).	SEDIMENTARIO.	(*)
NR-16	RANCHO NUEVO, COAH.	BLANCO.		GRANO MEDIO.	EPICLASTICA PELI- TICA.	MICRITA, CUARZO, PLAGIOCLASAS, MAGNETITA, - HEMATITA, MINS. ARCILLOSOS.		MARGA	SEDIMENTARIO.	(*)
NR-19	RANCHO CANOITAS, - COAHUILA.	PARDO CLARO Y ROJIZO.		GRANO FINO.	ARENOSA.	OPALO, CUARZO, FOSILES DE TIPO: DIATOMAS, ESPICULAS, RADIOLARIOS, MINS. ARCILLOSOS.		TIERRA DE DIATOMAS	SEDIMENTARIO	(*) MATERIAL DE APLICACION INDUSTRIAL.
NR-23	GUERRERO, COAH.	AMARILLENTO Y PARDO.		GRANO FINO A MEDIO.	EPICLASTICA PSE- MITICA.	CUARZO, ANDESINA-OLIGOCLASA, FRAGMENTOS DE ROCA, MUSCOVITA, MAGNETITA, MINS. SEC: SE- RICITA, CEMENTANTE DE CALCITA.		ARENISCA (SUBARCOSA)	SEDIMENTARIO.	(*) FRAGMENTOS DE ROCA QUE PODRIAN INDICAR UN AMBIENTE TECTONICO POCO ESTABLE.
NR-28	RANCHO SAN JAVIER NUEVO LEON.	GRIS CLARO. COMPACTA.		ARENOSA.	EPICLASTICA PSE- MITICA.	CUARZO, OLIGOCLASA-ANDESINA, FRAGMENTOS DE ROCA, MAGNETITA, SECUNDARIOS: SERICITA, HE- MATITA, LIMONITA, MINS. ARCILLOSOS.		GRAUFACA, CUARZO-FELDSPATICA.	SEDIMENTARIO.	(*)
NR-34	RANCHO LA BOTA, N.L.	BLANCO Y CLARO.		GRANO MEDIO.	EPICLASTICAS PSE- MITICA.	CUARZO, OLIGOCLASA-ANDESINA, FRAGMENTOS DE ROCA, MAGNETITA, HEMATITA, CLORITA, SERICI- TA, MINS. ARCILLOSOS, CEMENTANTE DE CALCITA		ARENISCA (ARCOSA)	SEDIMENTARIO	(*)
NR-35	RANCHO LA BOTA, N.L.	BLANCO Y CLARO.		GRANO MEDIO	EPICLASTICA PSE- MITICA.	CUARZO, OLIGOCLASA-ANDESINA, FRAGMENTOS DE ROCA, MAGNETITA, SIOTITA, SERICITA, HEMATI- TA, CLORITA, LIMONITA, MINS. ARCILLOSOS, -- CEMENTANTE DE CALCITA.		ARENISCA (ARCOSA)	SEDIMENTARIO.	(*)

RESULTADOS DE LOS ANALISIS MICROPALAEONTOLOGICOS

Biol. Fidel Soto Jaramillo. 1980

MUESTRA No.	TECNICA UTILIZADA.	C O L O R	TIPO DE ROCA	MICROFOSILES.
MR - 9	Muestra lavada.	Pardo grisáceo.	Arenisca.	Sin microfósiles.
MR -13	Muestra lavada.	Pardo grisáceo.	Arenisca.	Sin microfósiles.
MR -15	Muestra lavada.	Pardo.	Arenisca poco arcillosa.	Sin microfósiles.
MR -17	Muestra lavada.	Pardo claro.	Arenisca.	Sin microfósiles.
MR -20	Muestra lavada.	Pardo verdoso.	Arenisca poco arcillosa.	Sin microfósiles.
MR -28	Muestra lavada.	Pardo con manchas de oxidación en bandas.	Arenisca.	Sin microfósiles.
MR -30	Muestra lavada.	Pardo grisácea bandeada.	Arenisca.	Sin microfósiles.
MR -32	Muestra lavada.	Pardo	Arenisca.	Sin microfósiles.
MR -33	Muestra lavada	Gris claro con manchones oxidados.	Arenisca.	Sin microfósiles.
MR -34	Muestra lavada.	Pardo	Arenisca.	Sin microfósiles.
MR -36	Muestra lavada.	Pardo rojizo.	Arenisca.	Sin microfósiles.
MR -37	Muestra lavada.	Pardo rojizo.	Arenisca.	Sin microfósiles.
MR -34	Muestra lavada.	Pardo claro.	Arenisca.	Sin microfósiles.

TABLA No. 5.1.

CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DE LAS UNIDADES EXISTENTES

PERMEABILIDAD	UNIDAD	LITOLOGIA	ESPESOR M.	CAUDALES DE EXTRACCION	CALIDAD DEL AGUA.	CARACTERISTICAS
A L T A	Cuaternario fluvial. (Río Bravo).	Gravas, Arcillas y Arenas.	Reducido.	40-100 lps	Buena.	Corresponde a materiales - permeables por su ubicación cerca del límite internacional no se explota.
	Cuaternario Aluvi6n (Planicie P. Negras Allende). (en ocasiones conglomerado Cuaternario).	Arenas. Arcillas y Gravass, ocasionalmente cementadas y cubiertos por caliche.	20 - 80	20-100 lps.	Buena.	Su transmisibilidad es alta; presenta agua de buena calidad. Su rendimiento es limitado por el bajo espesor saturado que presenta.
M E D I A	Formaci6n Carrizo.	Areniscas macizas con horizontes de arcilla y lutita.	40 - 70	30-60 lps.	Media y Mala.	Hacia territorio Norteamericano su espesor aumenta. En la parte Mexicana, la extensi6n con agua de buena calidad es reducida.
	Grupo Wilcox.	Areniscas macizas con horizontes de arcilla y lutita.	250-500	20-60 lps.	Mala.	La alta salinidad restringe su explotaci6n.
	Grupo Austin.	Calizas poco fracturadas.	375	\pm 3 lps.	Buena.	Ocasionalmente forma zonas - acuíferas de bajo rendimiento.
	Formaci6n Buda.	Caliza.	50	\pm 6 lps.	Buena y Media.	Ocasionalmente forma zonas - acuíferas; su permeabilidad no es homogénea.
IMPERMEABLE	F.Cook Mountain	Lutitas y Areniscas en estratos - delgados.	1500-2500			Corresponde a una secuencia de sedimentos finos impermeables.
	F.Mount Selman					
	F.Wills Point					
	F.Kincaid					
	F.Escondido					
	F.Olmos					
F.San Miguel						
F.Upson.						

RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS.

TABLA 6.3 (C)

HOJA 3 DE 3

MUESTRO N°	TIPO	DUREZA CALCO ppm	TEMPERATURA		#H EN EL CAMPO	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA microhm/cm	DUREZA DE MAGNESIO ppm	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS ppm	C A T I O N E S						A N I O N E S						DETERMINACIONES COMO CaCO ₃		RAS		
			DEL AGUA C°	AMBIEN TE C°					Ca ⁺⁺		Mg ⁺⁺		Na ⁺		HCO ₃ ⁻		SO ₄ ⁻		Cl ⁻		CO ₃			ALCALI- DAD TOTAL ppm	DUREZA TOTAL ppm
			ppm	ppm					ppm	me/l	ppm	me/l	ppm	me/l	ppm	me/l	ppm	me/l	ppm	me/l	ppm	me/l		ppm	me/l
2692	P	500			7.0	2000	750	1428	200	9.98	182	14.97	0	0.00	402	6.58	285	5.93	355	10.01	4	0.13	337	1250	0.07
2694	P	550			7.5	2600	700	1786	220	10.97	170	13.98	138	6.00	238	3.90	235	4.89	781	22.03	4	0.13	202	1250	1.70
2696	P	500			7.6	13200	1800	9334	200	9.98	437	35.94	2640	114.87	230	3.90	1000	20.82	4792	135.18	27	0.89	240	2300	23.97
2699	P	400			7.8	4500	800	3429	160	7.98	194	15.95	795	34.59	329	5.39	270	5.62	1639	46.80	22	0.73	307	1200	10.00
2700	P	1700			7.4	2600	400	1830	680	33.93	97	7.97	0	0.00	201	3.29	550	11.45	293	8.26	9	0.29	180	2100	0.00
2701	P	2000			7.4	20000	1500	15663	800	39.92	364	29.94	4461	194.08	347	5.68	2050	42.68	7632	215.29	9	0.29	300	3500	32.84
2702	P	1500			7.4	5500	1000	2980	600	29.94	243	19.98	4	0.18	329	5.39	850	17.69	932	26.29	22	0.73	307	2500	0.04
2703	N	500			7.2	3000	1000	1736	200	9.98	243	19.98	14	0.61	164	2.68	530	11.03	577	16.27	18	0.59	165	1500	0.16
2704	N	300			7.4	2600	950	1727	120	5.98	231	19.00	114	4.98	274	4.49	340	7.07	621	17.51	27	0.89	270	1250	1.41
2705	P	2000			7.1	12000	400	10812	800	39.90	97	7.97	3150	137.05	109	1.78	820	12.90	6035	170.24	0	0.00	90	2400	28.01
2706	P	350			7.2	4500	400	4351	140	6.98	97	7.97	1346	58.56	256	4.19	210	4.37	2298	64.82	4	0.13	217	750	21.42
2707	P	280			7.3	1500	360	1271	112	5.58	87	7.15	193	8.39	247	4.04	100	2.08	532	15.00	0	0.00	202	640	3.33
2708	P	250			7.4	5000	650	3714	100	4.99	157	12.91	1007	43.81	366	5.99	425	8.84	1641	46.29	18	0.59	330	900	14.64
2709	P	1050			7.5	3500	1500	2710	420	20.95	364	29.94	0	0.00	292	4.78	410	8.53	1224	34.52	0	0.00	240	2550	0.00
2710	P	350			7.2	2600	700	2175	140	6.98	170	13.98	371	16.17	164	2.68	425	8.84	887	25.02	18	0.59	165	1050	4.99
2711	P	900			7.1	7000	1200	5066	360	17.96	291	23.93	1056	45.97	146	2.39	710	14.78	2485	70.10	18	0.59	150	2100	10.04
2712	P	950			7.2	3000	650	5410	380	18.96	157	12.91	1372	59.70	256	4.19	570	11.86	2662	75.09	13	0.43	232	1600	14.96
2714	P	400			7.3	3500	700	2481	160	7.98	170	13.98	438	19.05	183	2.99	710	14.78	798	22.51	22	0.73	187	1100	5.75
2717	N	1100			7.5	4000	1700	2798	440	21.95	413	33.97	0	0.00	201	3.29	800	16.65	931	26.26	13	0.43	187	2800	0.00
2718	P	1250			7.4	2400	400	2329	500	24.95	97	7.97	84	3.68	366	5.99	750	15.61	532	15.00	0	0.00	300	1650	0.91
2719	P	1350			7.3	4000	500	3554	540	26.94	121	9.95	529	23.02	366	5.99	330	6.87	1668	47.05	0	0.00	300	1850	5.36
2721	N	280			7.2	850	130	700	112	5.58	31	2.55	51	2.21	292	4.78	64	1.33	150	42.23	0	0.00	240	410	1.10
2722	P	280			7.1	2500	700	2570	80	3.99	170	13.98	311	13.53	329	6.42	350	7.28	621	17.51	9	0.29	285	900	4.51
2723	P	70			7.2	820	120	691	29	1.39	29	2.38	143	6.22	292	4.78	62	1.29	124	3.49	13	0.43	262	150	4.53
2724	P	900			7.3	4000	600	1767	360	17.96	145	11.92	0	0.00	219	3.58	600	12.49	434	12.24	9	0.29	195	1500	0.00
2726	P	170			7.4	600	80	482	68	3.39	19	1.56	45	1.99	237	3.88	24	0.49	76	2.14	13	0.43	217	250	1.26
2729	P	350			7.5	2400	250	2286	140	6.98	60	4.96	545	23.74	411	6.73	425	8.84	665	18.75	40	1.33	397	600	9.72

N=Norio, M=Manantial, G=Galeria, P=Pozo

104

RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS

TABLA 6.-2 (B)

HOJA 2 DE 3

MUESTRO N°	TIPO	DUREZA CALCIO ppm	TEMPERATURA		PH EN EL CAMPO	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA mmhos/cm	DUREZA DE MAGNESIO ppm	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS ppm	C A T I O N E S						A N I O N E S						DETERMINACIONES COMO CaCO ₃		RAS		
			DEL AGUA C°	AMBIENTE C°					Ca ⁺⁺		Mg ⁺⁺		HCO ³⁻		SO ₄ ⁻²		Cl ⁻		CO ₃		ALCALINIDAD TOTAL ppm	DUREZA TOTAL ppm			
									ppm	me/l	ppm	me/l	ppm	me/l	ppm	me/l	ppm	me/l	ppm	me/l					
2654	P	1200			7.3	2000	1800	10030	480	23.95	137	35.94	2933	127.67	201	3.29	2100	43.72	4970	140.20	9	0.29	180	3000	23.33
2655	N	1500			7.3	3500	3500	950	620	30.93	231	19.00	0	0.00	128	2.09	1000	20.82	239	6.74	0	0.00	105	2500	0.00
2656	P	300			7.6	3250	500	2519	120	5.98	121	9.95	584	23.43	292	4.78	400	8.32	976	27.53	22	0.73	277	800	8.30
2657	N	2200			7.7	4000	1300	3062	880	43.91	316	25.99	0	0.00	256	4.19	710	14.78	887	25.02	13	0.43	232	3500	0.00
2658	N	150			7.2	2200	450	2026	60	2.99	109	8.96	453	19.74	803	9.88	135	2.81	621	17.51	45	1.49	570	600	8.08
2659	P	200			7.4	3100	400	2089	80	3.99	97	7.97	466	20.31	384	6.29	570	11.86	443	12.49	49	1.63	397	600	8.31
2660	P	600			7.1	10000	900	6234	240	11.97	2187	179.90	0	0.00	237	3.78	1200	24.98	2325	65.58	45	1.49	270	1700	0.00
2661	P	200			7.4	6000	300	3543	80	3.99	73	6.00	1078	46.89	366	5.99	570	11.86	1331	37.54	45	1.49	375	500	20.98
2663	P	550			7.3	2300	450	1800	220	10.97	109	8.96	224	9.74	329	5.39	235	4.89	656	18.50	27	0.89	315	1000	3.09
2665	N	150			7.4	650	120	479	60	2.99	29	2.38	28	1.24	292	4.78	27	0.56	30	0.84	13	0.43	262	270	0.76
2667	P	500			7.5	2800	700	1765	200	9.98	170	13.98	135	5.87	384	6.29	175	3.64	674	19.01	27	0.89	360	1200	1.70
2668	N	1750			7.2	3750	1100	1851	700	34.93	287	21.90	0	0.00	292	4.78	100	20.82	470	13.25	22	0.73	277	2850	0.00
2669	P	100			7.3	3500	200	2753	40	1.99	48	3.94	868	37.77	366	5.99	310	7.91	1020	28.77	31	1.03	352	300	21.93
2670	P	1300			7.5	10990	3100	4561	520	25.94	753	61.94	0	0.00	393	6.44	570	11.86	2307	65.08	18	0.59	352	4400	0.00
2671	P	300			7.3	4500	450	3202	120	5.98	109	8.96	837	37.29	237	3.88	710	14.78	1180	33.28	9	0.29	210	750	13.64
2672	N	1240			7.4	2000	360	1200	496	24.75	87	7.15	0	0.00	146	2.39	400	8.32	71	2.00	0	0.00	120	1600	0.00
2673	P	160			7.5	1800	240	1307	64	3.19	58	4.77	288	12.55	311	5.09	160	3.33	408	11.50	18	0.59	285	400	6.29
2675	N	1300			7.6	18500	8200	8740	520	25.94	1992	163.86	0	0.00	951	15.58	3100	64.54	2147	60.56	4	0.13	787	9500	0.00
2676	P	750			7.4	8000	1050	5466	300	14.97	255	20.97	1325	57.65	201	3.29	710	14.78	2662	75.09	13	0.43	187	1800	13.60
2677	P	250			7.2	3000	650	2212	100	4.99	156	12.83	400	17.41	293	4.80	360	7.49	798	22.51	13	0.43	262	900	5.83
2678	P	250			7.3	6000	750	3566	300	14.97	182	14.97	648	28.21	457	7.49	710	14.78	1251	35.29	18	0.59	405	1500	7.29
2681	P	180			7.1	2600	320	1761	72	3.59	77	6.33	406	17.66	293	4.80	410	8.53	490	13.82	13	0.43	262	500	7.93
2684	P	280			7.5	2000	580	1393	112	5.58	141	11.59	117	5.12	311	5.09	400	8.32	294	8.29	18	0.59	285	860	1.75
2685	P	260			7.7	1800	460	1379	104	5.18	111	9.13	166	7.22	366	5.99	320	6.66	294	8.29	18	0.59	330	720	2.70
2686	P	400			7.5	2800	600	2114	160	7.98	146	12.00	319	13.91	384	6.29	500	10.41	578	16.30	27	0.89	360	1000	4.40
2687	N	640			7.4	1100	260	913	264	13.17	63	5.18	0	0.00	256	4.19	275	5.72	46	1.29	9	0.29	225	920	0.00
2688	P	750			7.3	4000	1350	2546	300	14.97	328	26.98	112	4.43	274	4.49	620	12.90	1002	28.26	22	0.73	262	2100	0.97
2689	P	600			7.2	4000	1500	1721	240	11.97	364	29.94	0	0.00	293	4.80	620	12.90	177	4.99	27	0.89	295	2100	0.00
2690	P	750			7.4	5000	1450	3632	300	14.97	352	28.95	398	17.32	366	5.99	1000	20.82	1189	33.54	27	0.89	345	2200	3.70
2691	P	750			7.1	6600	850	4339	300	14.97	206	16.94	930	40.47	274	4.49	850	17.69	1775	50.07	4	0.13	232	1600	10.13

N = Noria, M = Manantial, G = Galería, P = Pozo

103

VIRGILIO ORTA DAVILA, 1983.
 FIGURA 6.3 (A)

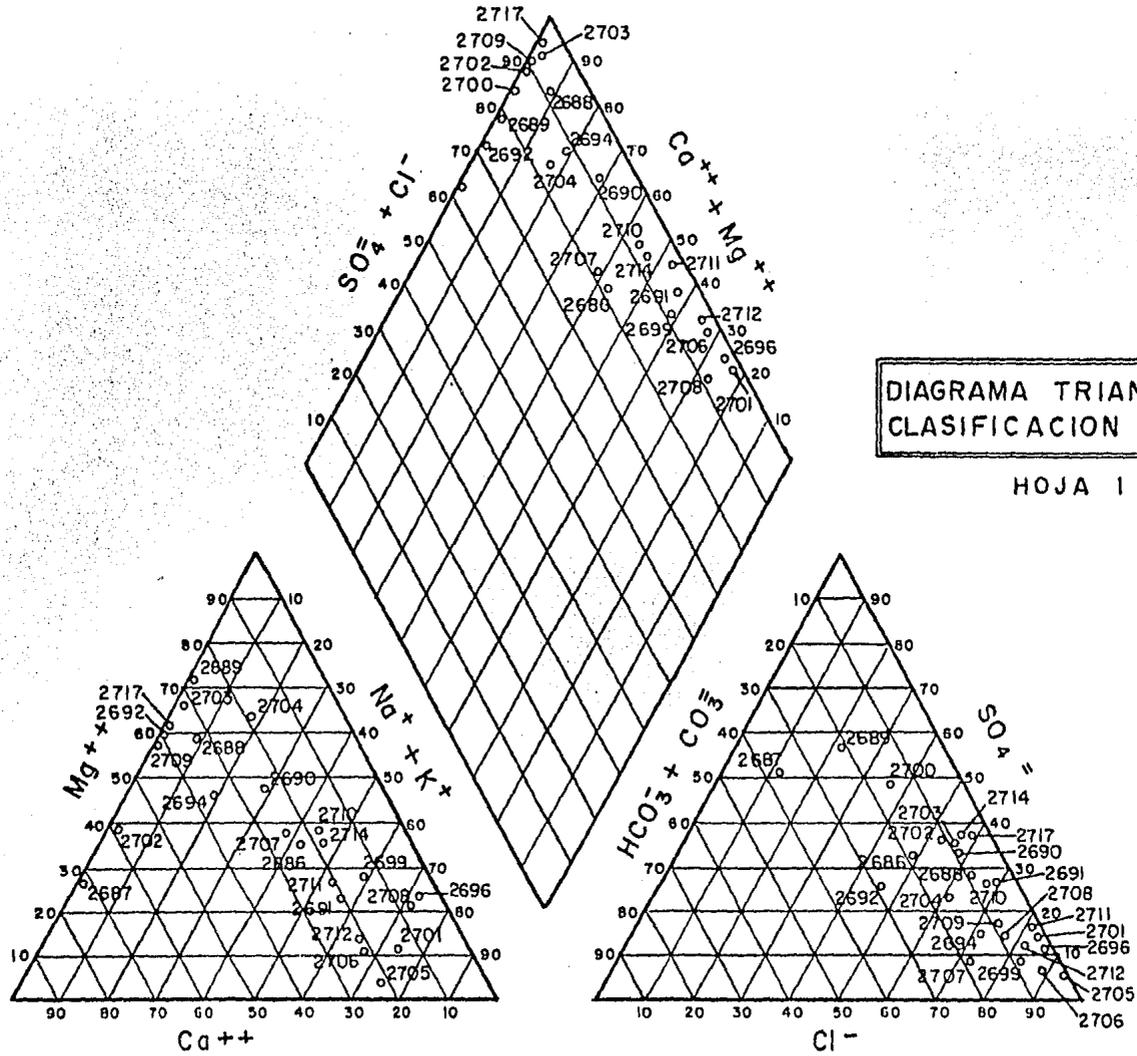


DIAGRAMA TRIANGULAR PARA
 CLASIFICACION DE AGUAS

HOJA 1 DE 5

FIGURA 6 3 (B)

VIRGILIO ORTA DAVILA, 1983.

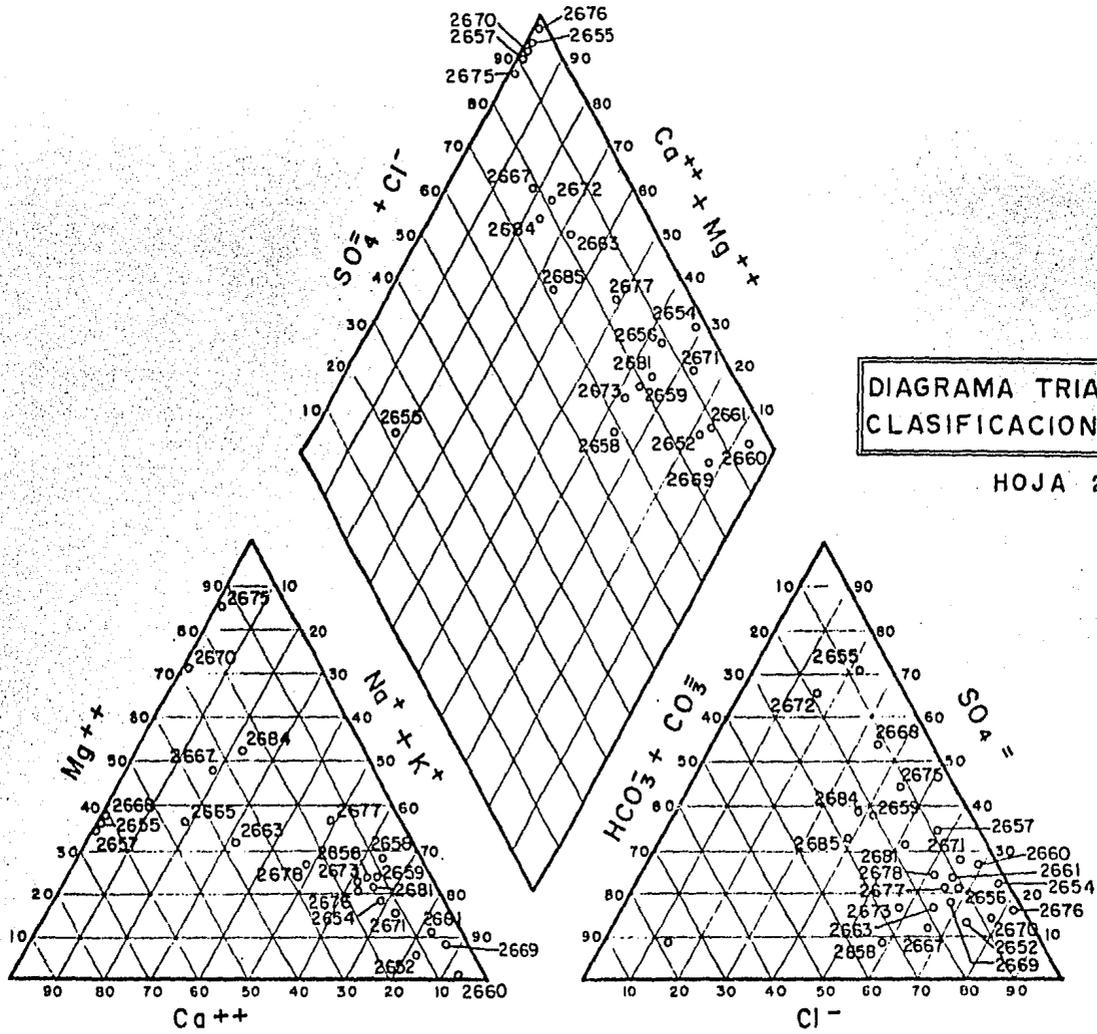


DIAGRAMA TRIANGULAR PARA CLASIFICACION DE AGUAS

HOJA 2 DE 5

VIRGILIO ORTA DAVILA, 1983.
 FIGURA 6. 3. (C)

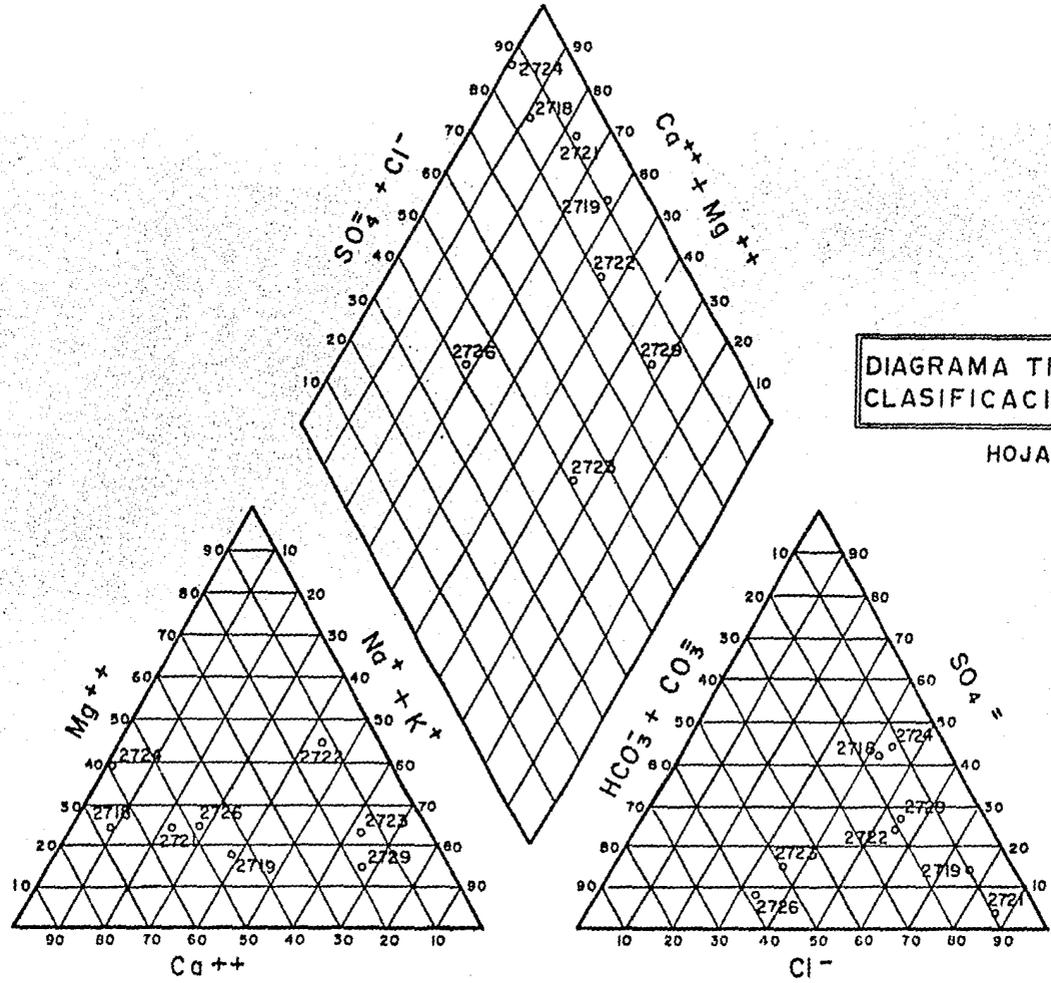


DIAGRAMA TRIANGULAR PARA
 CLASIFICACION DE AGUAS

HOJA 3 DE 5

VIRGILIO ORTA DAVILA, 1983
FIGURA 6-3 (D)

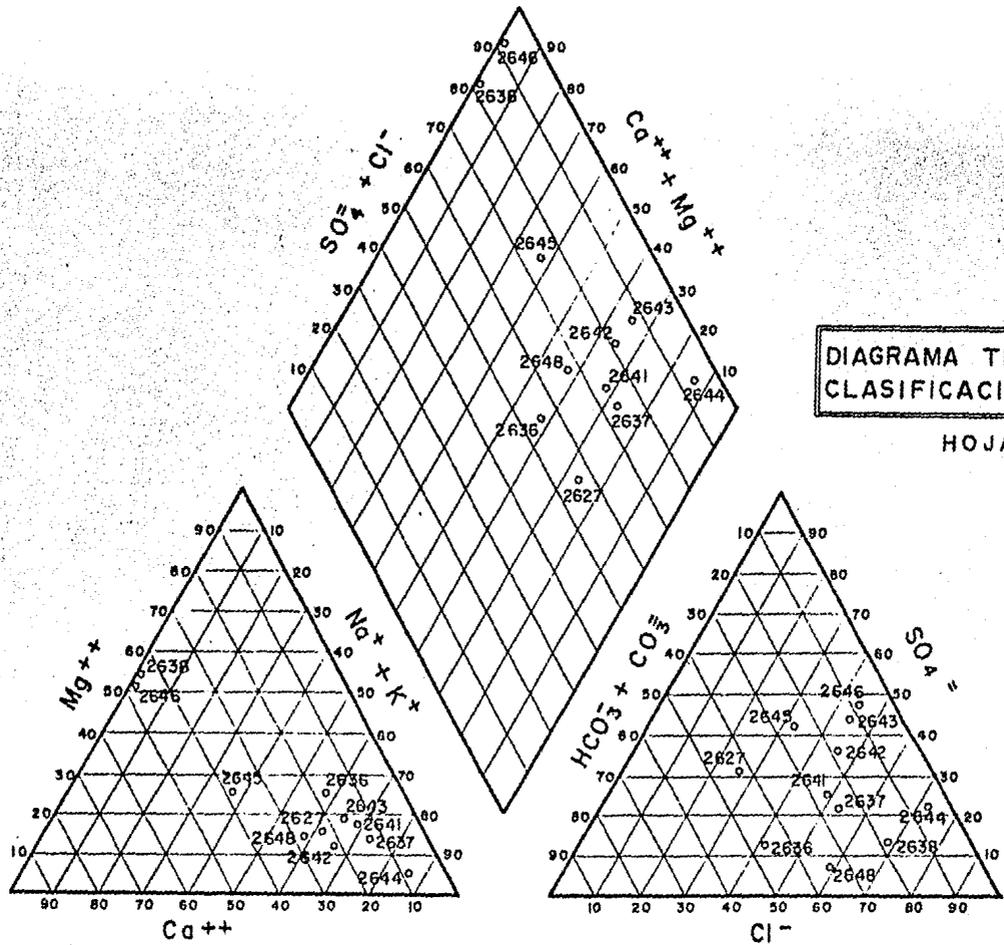
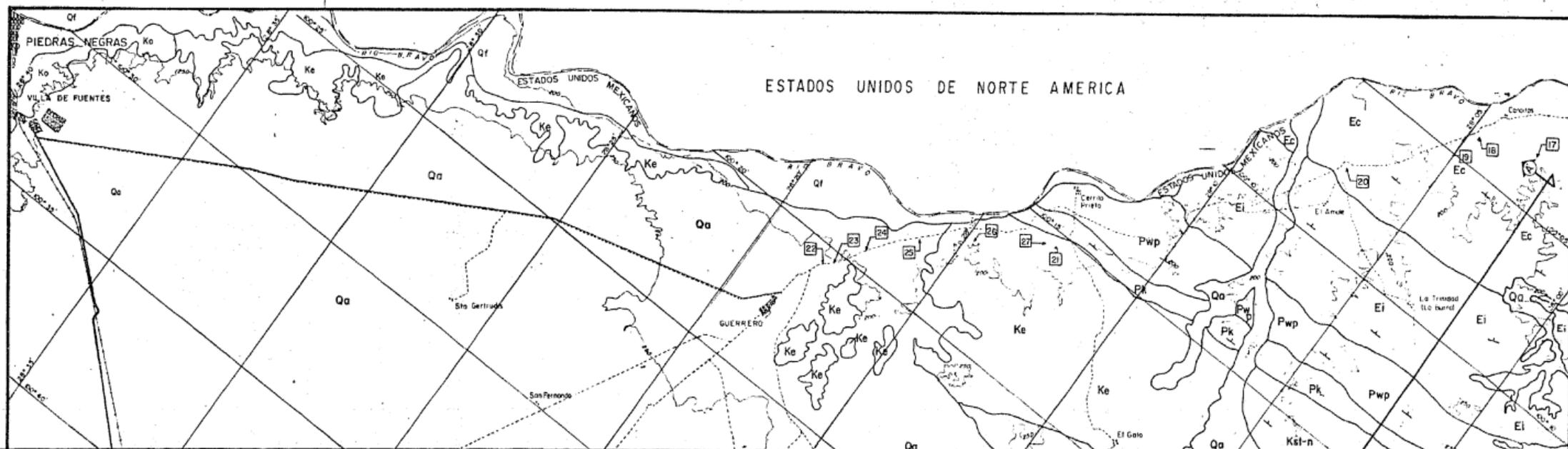


DIAGRAMA TRIANGULAR PARA
CLASIFICACION DE AGUAS

HOJA 4 DE 5



ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMERICA

SIMBOLOS TOPOGRAFICOS

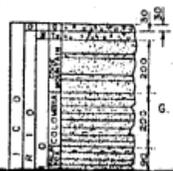
- Carretera pavimentada _____
- Terraceria transitable en todo tiempo _____
- Terraceria transitable en tiempo seco _____
- Drecha _____
- Ferrocarril _____
- Poblacion _____
- Rio _____
- Curvo de nivel _____

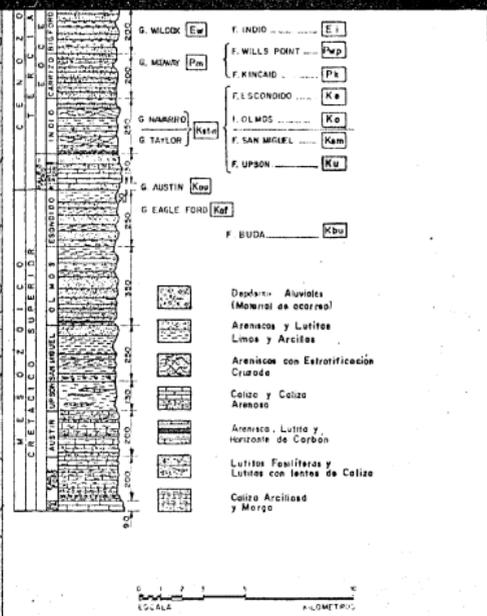
SIMBOLOS GEOLOGICOS

- Contacto geológico _____ Et
- Línea de sección geológica _____ A B
- Muestra de roca _____ B
- Falla _____
- Echado geológico _____

COLUMNA ESTRATIGRAFICA

- FLUVIAL _____ Qf
- ALUVION _____ Qa
- LACUSTRE _____ Ql
- CONGLOMERADO SABINAS _____ Te
- F. COOK MOUNTAIN _____ Ecm
- F. MOUNT SELMAN _____ Ems
- F. CARRIZO _____ Ec
- M. ARENSICA COLONNA _____ Eco
- M. ARENSICA PALATIN _____ Epa
- M. WISFORD SUPERIOR _____ Ews
- M. WISFORD INFERIOR _____ Ewi

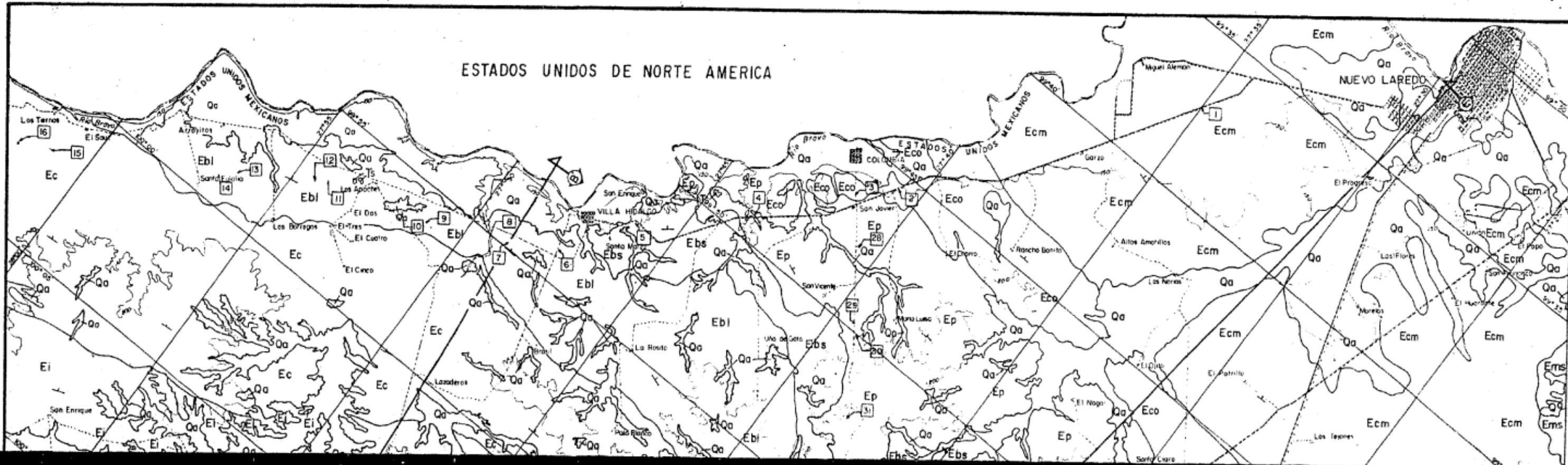




NOTAS: Plano formado por reducción de hojas de DETENAL, escala 1:50 000. Los espesores de las formaciones de la columna litológica son aproximados, y están dados en metros.

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL	
Aspectos Geohidrológicos de la Franja Fronteriza entre Piedras Negras, Coah. y Nuevo Laredo, Tamps.	
FOTOGEOLOGICO (1 de 2)	
VIRGILIO ORTA DAVILA	MEXICO, D.F. 1983
	PLANO N° 1

ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMERICA



SIMBOLOS TOPOGRAFICOS

- Carretera pavimentada
- Terraceria transitable en todo tiempo
- Terraceria transitable en tiempo seco
- Brecha
- Ferrocarril
- Poblacion
- Rio
- Curva de nivel

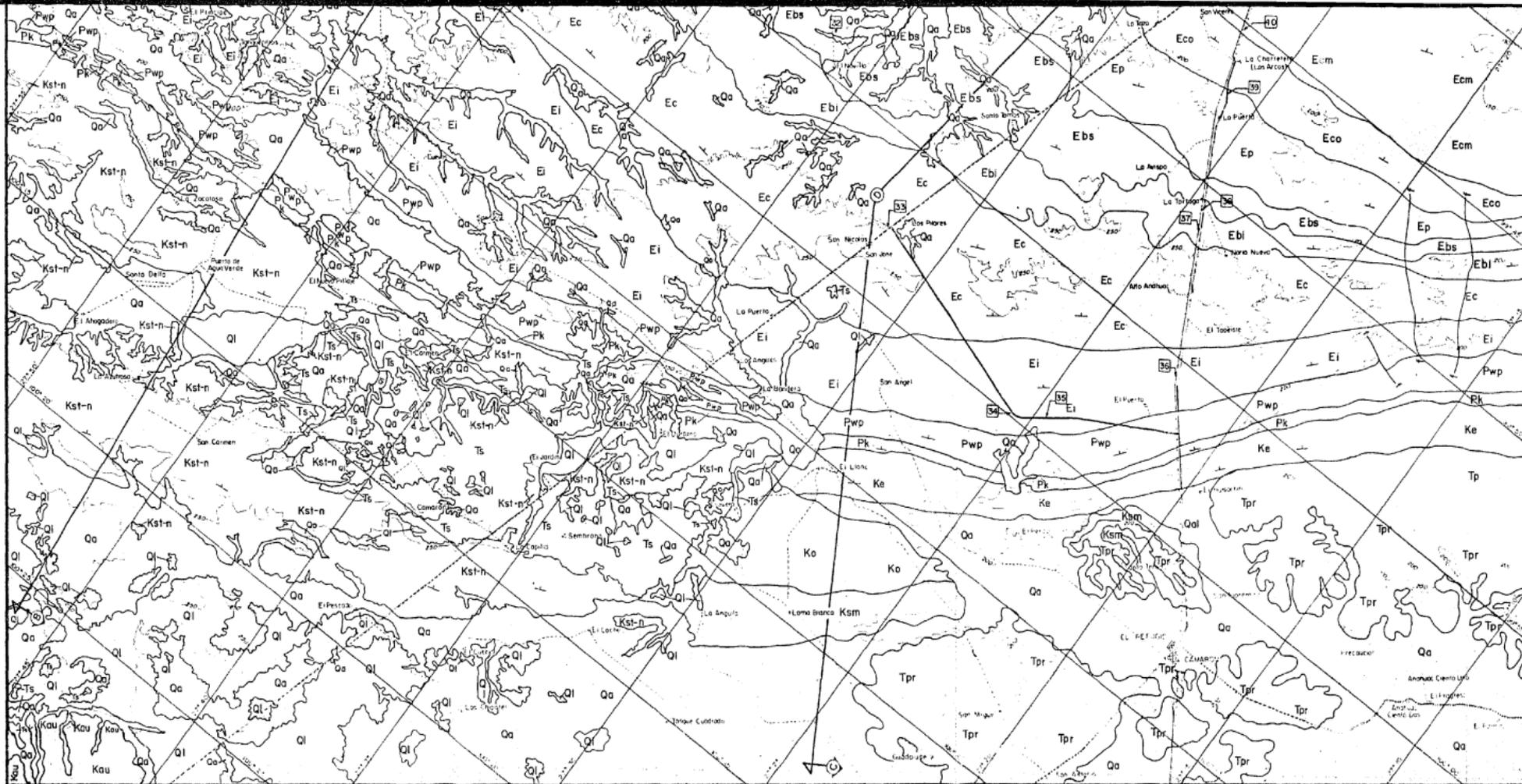
SIMBOLOS GEOLOGICOS

- Contacto geologico
- Línea de seccion geologica
- Muestra de roca
- Falla
- Echado geologico

COLUMNA ESTRATIGRAFICA

FLUVIAL	QT	M. ARENICA COLOMBIA	Eco
ALUVION	Qa	M. ARENICA PALMIRA	Ep
LACUSTRE	Ql	M. SANFORD SUPERIOR	Es
CONGLOMERADO REYNOZA	Ypr	M. SANFORD INFERIOR	Ebi
CONGLOMERADO SABINAS	Ts		
F. COOK MOUNTAIN	Ecm		
F. MOUNT SELMAN	Em		
F. CARRIZO	Ec		





G. WILCOX	Ew	F. INDIO	Ei
G. MIDWAY	Pm	F. WILLS POINT	Pwp
G. MINNER	Kat-n	F. KINCAID	Pa
G. TAYLOR	Kau	F. ESCONDIDO	Ke
		F. OLADOS	Ko
		F. SAN MIGUEL	Ksm
		F. UPSHON	Ku
G. AUSTIN	Kau		
G. EAGLE FORD	Kef		
		F. BUDA	Kbu

	Depositos Aluviales (Material de acarreo)
	Arenas y Lutos Limos y Arcillos
	Arenas con Estratificación Cruzada
	Caliza y Caliza Arenosa
	Arenas, Lutita y Horizontes de Carbón
	Lutitas Fosfáticas y Lutitas con Venas de Caliza
	Caliza Arcillosa y Margu



NOTAS: Plano formado por reducción de hojas de DETENAL, escala 1:50,000. Los espesores de las formaciones de la columna litológica son aproximados y están dados en metros.

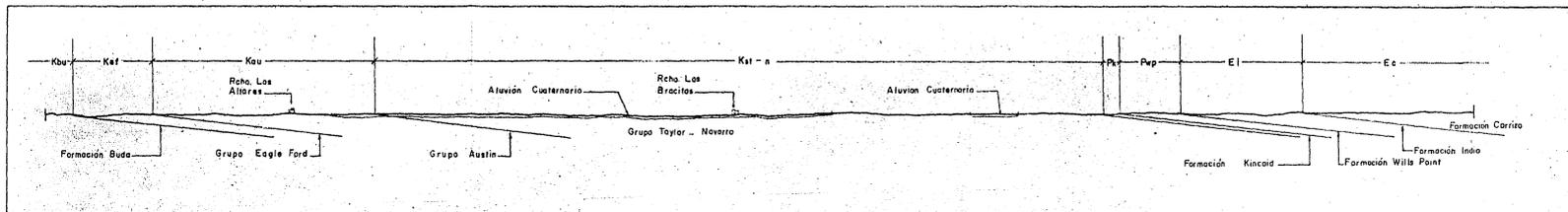
UNAM FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

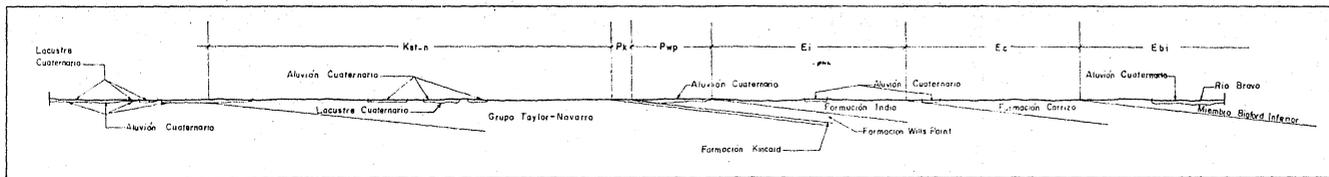
Aspectos Geohidrológicos de la Franja Fronteriza entre Piedras Negras, Coah. y Nuevo Laredo, Tamps.

FOTOGEOLOGICO (2 de 2)

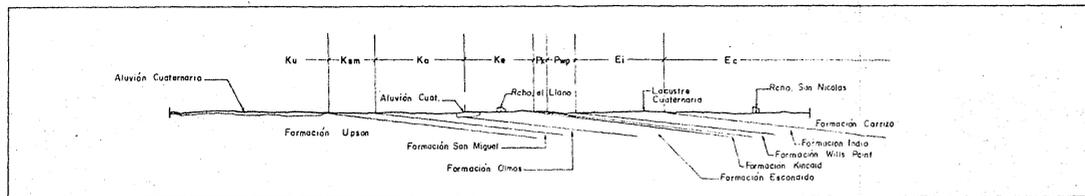
VIRGILIO ORTAVILA MEXICO, D.F. 1983 PLANO N° 2



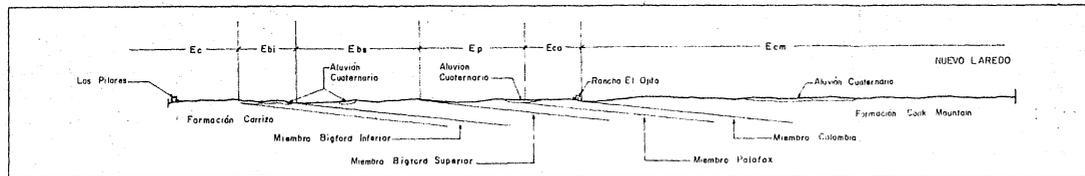
C O R T E A - A'



C O R T E B - B'



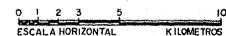
C O R T E C - D



C O R T E D - E

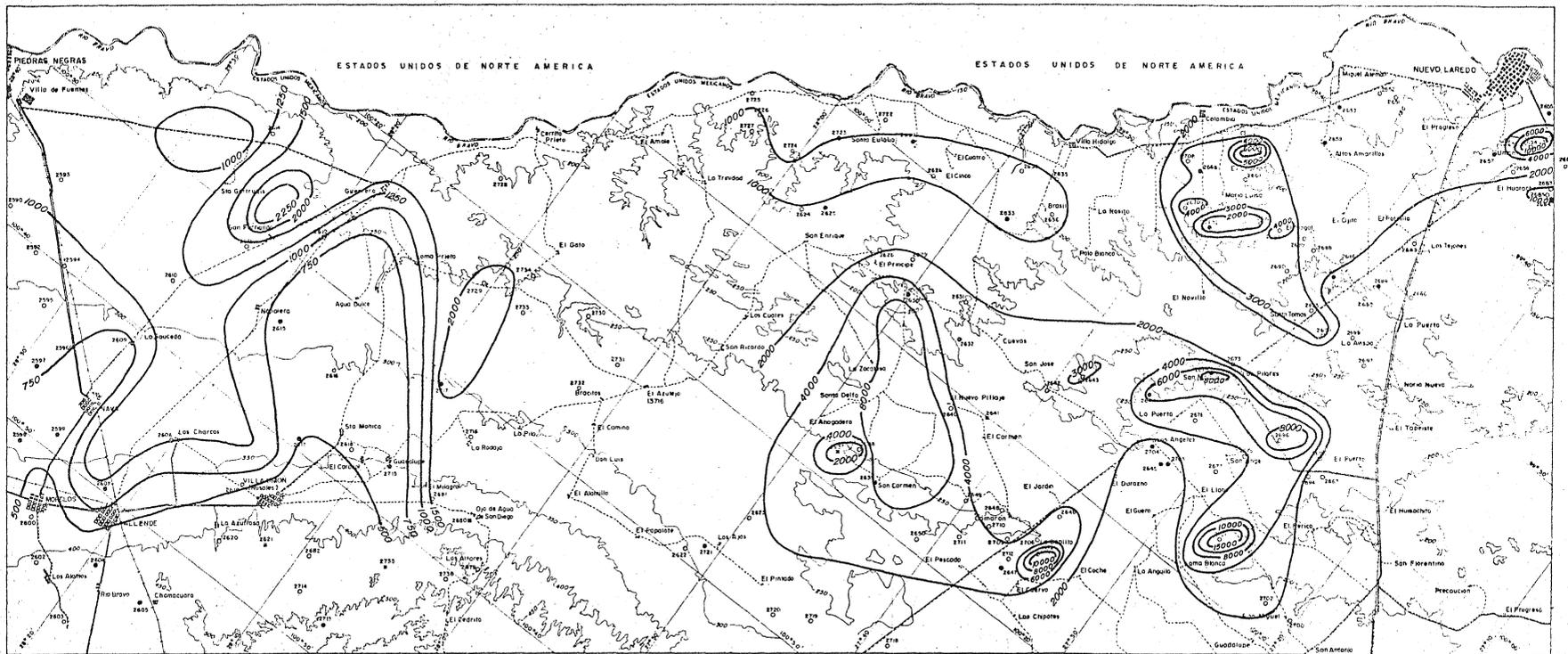
COLUMNA ESTRATIGRAFICA

FLUVIAL	[Qf]		
ALUVION	[Qa]		
LACUSTRE	[Qe]		
CONGLOMERADO SABINAS	[Ts]		
G. CLAIBORNE	F. COOK MOUNTAIN	[Ecm]	M. ARENSICA COLOMBIA [Eco]
	F. MOUNT SELMAN	[Emn]	M. ARENSICA PALAFAX [Epa]
	F. CARRIZO	[Ec]	M. BIGFORD SUPERIOR [Ebs]
			M. BIGFORD INFERIOR [Ebi]
G. WILCOX	[Ew]	F. INDO	[Ei]
G. MONAY	[Pm]	F. WILLS POINT	[Pwp]
		F. KINCAID	[Pk]
G. CINARRRO	[Ksn]	F. ESCOBEDO	[Ke]
		F. OLMOS	[Ko]
G. TAYLOR	[Kst]	F. SAN MIGUEL	[Ksm]
		F. UPSON	[Ku]
G. AUSTIN	[Kau]		
G. EAGLE FORD	[Kbu]		



NOTAS: La localización de las secciones se encuentran en el plano geológico (Hojas 1y2) La escala vertical de las secciones es esquemática.

UNAM FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL
 Aspectos Geohidrológicos de la Franja Fronteriza entre Piedras Negras, Coah. y Nuevo Laredo, Tamps.
SECCIONES GEOLOGICAS ESQUEMATICAS
 VIRGILIO ORTA DAVILA MEXICO, D.F. 1983 PLANO N° 3



SIMBOLOGIA

Carrizales govementados	—————
Terraceno transitable en todo tiempo	—————
Terraceno transitable en tiempo de secas	—————
Brecha
Ferrocarril	—————
Poblacion	●
Rio	~~~~~
Curva de nivel	———
Pozo	○
Noria	●
Monantia	■
Galera filtrante	▲



NOTAS: Plano formado de las hojas topograficas de DETENAL escala 1:50 000, reducidos

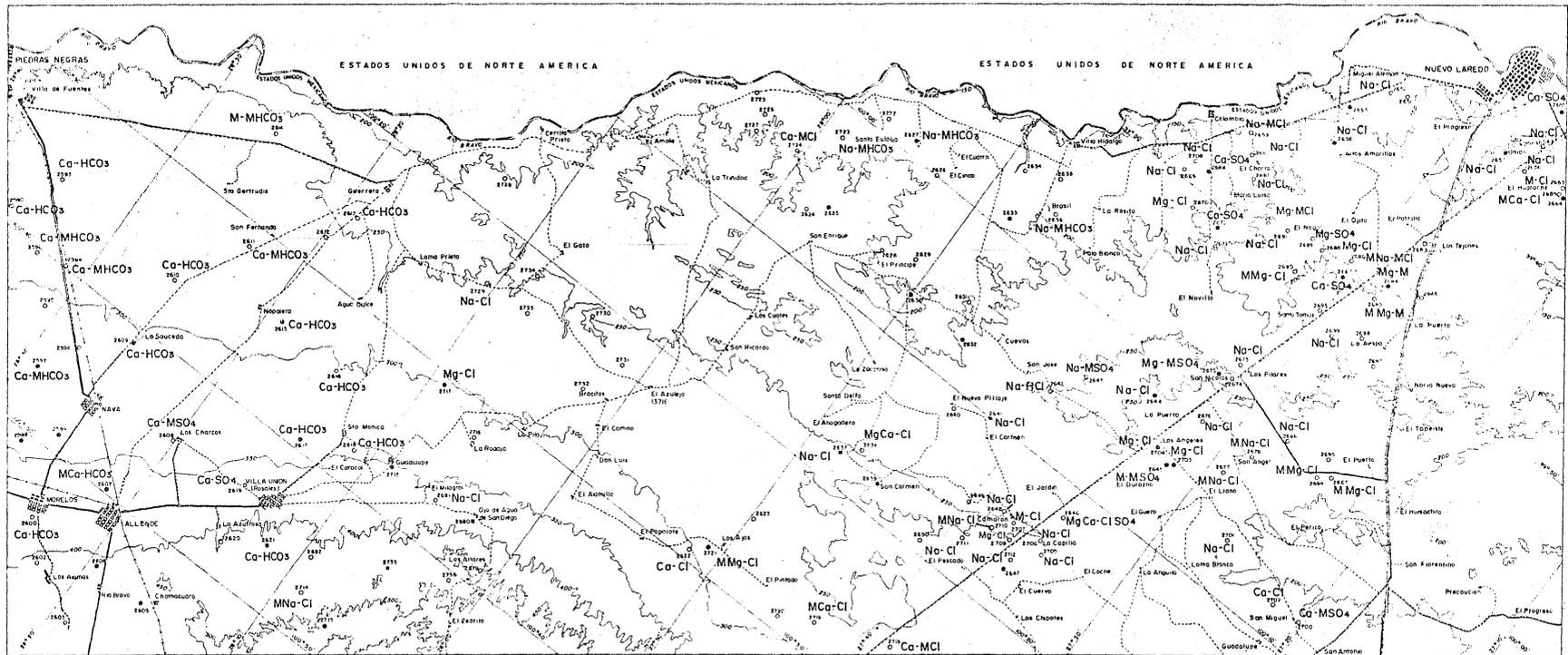
UNAM FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

Aspectos Geohidrológicos de la Franja Fronteriza entre Piedras Negras, Coah. y Nuevo Laredo, Tamps.

**SOLIDOS TOTALES
DISUELTOS EN (ppm)**

VIRGILIO ORTA DAVILA MEXICO, D.F., 1983 PLANO N° 4



EXPLICACION

- Ca ___ Agua calica
- Mg ___ Agua magnesia
- Na ___ Agua sodica
- HCO₃ ___ Agua bicarbonatada
- Cl ___ Agua clorurada
- SO₄ ___ Agua sulfurada
- M ___ Agua mixta

SIMBOLOGIA

- Carretera pavimentada _____
- Terceraeria transitable en todo tiempo _____
- Terceraeria transitable en tiempo de secos _____
- brecha _____
- Ferrocarril _____
- Parroquia _____
- Ri _____
- Curva de nivel _____
- Pozal _____
- Nudo _____
- Municipio _____
- Geometria frontera _____



NOTAS: Plano formado de las hojas topograficas de DETENAL escala 1:50 000, reducidos.

UNAM FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

Aspectos Geohidrológicos de la Franja Fronteriza entre Piedras Negras, Coah y Nuevo Laredo, Tamps.

FAMILIAS DE AGUA

VIRILIO ORTA DAVILA | MEXICO, D.F. 1983 | PLANO N° 5