



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

ESCUELA DE INGENIERIA

"ESTUDIO GEOHIDROLOGICO PRELIMINAR DEL  
AREA SAN JERONIMO MONTERREY, N. L.

TRABAJO RECEPCIONAL

Enrique Venegas Hernández



SAN LUIS POTOSI, S. L. P., 1984

T

GB1032

.N8 .

V4

C.1



1080072877



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

---

ESCUELA DE INGENIERIA

"ESTUDIO GEOHIDROLOGICO PRELIMINAR DEL  
AREA SAN JERONIMO MONTERREY, N. L.

TRABAJO RECEPCIONAL

Enrique Venegas Hernández



SAN LUIS POTOSI, S. L. P., 1984

T  
GB 10 2  
.28  
v4

Cent al Magro  
BIBLIOTECA  
UANL  
FONDO  
TESIS  
(72877)

BURAU RANGEL FILAS  
UANL  
FONDO  
TESIS LICENCIATURA

EX-LIBRIS



DIRECCION

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ  
**ESCUELA DE INGENIERÍA**  
DR. MANUEL NAVA 8  
APARTADO POSTAL 500  
SAN LUIS POTOSÍ, S. L. P.



Diciembre de 1961

Al Pasante Sr. Enrique Venegas Hernández.  
**P R E S E N T E .**

**SISTEMA DE  
BIBLIOTECAS**

S. A. S. L. P.

En atención a su solicitud relativa me es grato indicar a usted que el H. Consejo Técnico Consultivo de la Escuela de Ingeniería ha designado como Asesor del Trabajo Recreacional que deberá desarrollar en su Examen Profesional de Ingeniero Geólogo, al Sr. Ing. Victor Julian Martínez -- Ruiz. Así como el Tema Propuesto para el mismo es:

"ESTUDIO GEOHIDROLOGICO PRELIMINAR DEL AREA SAN JERONIMO MONTERREY, N.L."

**T E M A R I O:**

- I.- RESUMEN.
  - II.- INTRODUCCION.
  - III.- GENERALIDADES.
  - IV.- GEOLOGIA.
  - V.- HIDROGRAFIA Y CLIMATOLOGIA.
  - VI.- HIDROLOGIA SUBTERRANEA.
  - VII.- HIDROGEOQUIMICA.
  - VIII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.
  - IX.- BIBLIOGRAFIA.
- LAMINAS.

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

**A T E N T A M E N T E .**

"MODOS ET CUNCTARUM RERUM MENSURAS AUDEBO".

EL DIRECTOR DE LA ESCUELA.

ING. RAFAEL TORRES SILVA

## DEDICATORIA

En reconocimiento a su gran esfuerzo, dedicación, apoyo y amor,  
dedico a mis padres el presente trabajo.

Sr. Jose Venegas Sanchez  
Sra. Clea Hernández de Venegas

Y con especial cariño para mi esposa e hijo

Esperanza y Enrique

Ya que gracias a su aliento, ayuda y enseñanzas, he podido realizar mis más caros anhelos.

A Mis Hermanos:

Ma. Guadalupe,  
Raúl,  
Ma. del Socorro,  
Jose Rodrigo,  
Ma. del Carmen,  
Juan Martin,  
Juan Jose.

Y a todos mis amigos, que siempre me apoyaron para continuar adelante.

Al Ing. Victor Julian Martinez Ruiz, por su valiosa colaboración con el presente trabajo, al aceptar ser asesor.

Al H. Jurado

Ing. David Atisha Castillo

Ing. Luis Banda Salas

Ing. Ramon Ortiz Aguirre

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

De la manera más atenta, expreso mi agradecimiento, a las personas que laboran en Comisión Federal de Electricidad, Estudios geohidrológicos de Monterrey, N.L. por permitir la elaboración del presente trabajo.

Así mismo a la Srita. Sandra Ayala de la Garza y el Sr. Ricardo Moreno Arellano por su valiosa colaboración y ayuda para la realización del mismo.

Agradecimiento de una manera especial a los ingenieros:

Carlos García Herrera

M. en C. J. Joel Carrillo Rivera

Salvador García Durán

David Gallegos Castro

Y en forma de reconocimiento por su gran ayuda al  
Ing. Jorge Luis Ferretiz Morales

ESTUDIO GEOLÓGICO PRELIMINAR DEL AREA  
SAN JERONIMO MONTE PUEBLO, N. L.

## T L M A R I O

	Pág.
CAPITULO I                      RES MEN	1
CAPITULO II                    INTRODUCCION	1
a).- Trabajos previos	1
b).- Objetivos del estudio	1
c).- Metodos de trabajo	2
CAPITULO III                 GENERALIDADES	
a).- Localización y extensión del área	2
b).- Vías de comunicación	3
c).- Población y cultura	3
CAPITULO IV                 GEOLOGIA	
a).- Fisiografía	3-4
b).- Geomorfología	4
c).- Estratigrafía general	4-11
d).- Geología estructural	10-11
e).- Geología del subsuelo	11-15
f).- Unidades hidrogeológicas	14
g).- Modelo hidrogeológico conceptual	15
CAPITULO V                 HIDROGRAFIA Y CLIMATOLOGIA	
a).- Hidrografía	16
b).- Climatología	16-1

		Pág.
<b>CAPITULO VI</b>	<b>HIDROLOGIA SUBTERRANEA</b>	
	a).- Censo general de alumbramientos	18
	b).- Características constructivas y operacionales	13
	c).- Acuífero somero	18
	c.1.) Características hidráulicas	18-20
	c.2.) Potenciometría	19
	c.3.) Hidrografo de pozos	20
	c.4.) Balance hidrogeológico tentativo	21-24
	d).- Acuífero profundo	24
	d.1.) Características generales del acuífero calcáreo	24
	d.2.) Censo de pozos profundos	24
	d.3.) Evolución piezométrica	25-
<b>CAPITULO VII</b>	<b>HIDROGEOQUIMICA</b>	
	a).- Datos base	27
	b).- Familias de agua	27
	c).- Calidad del agua	27
<b>CAPITULO VIII</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	28
<b>CAPITULO IX</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	29

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA No. 1	Localización del area en estudio
FIGURA No. 2	Provincias fisiográficas
FIGURA No. 3	Columna estratigráfica local
FIGURA No. 4	Secciones estructurales
FIGURA No. 5	Bloque isométrico
FIGURA No. 6	Ubicación de sondeos geoelectricos
FIGURA No. 7	Secciones geoelectricas
FIGURA No. 8	Unidades hidrogeológicas
FIGURA No. 9	Localización de alumbramientos
FIGURA No. 10	Localización de pozos piloto (acuifero somero)
FIGURA No. 11	Localización de alumbramientos muestreados
FIGURA No. 12	Hidrógrafo de pozos
FIGURA No. 12.1	Caudales de extracción
FIGURA No. 12.2	Plano de curvas de igual elevación del nivel - estático (acuifero somero)
FIGURA No. 12.3	Plano de curvas de igual evolución del nivel - estático (acuifero somero)
FIGURA No. 13-24	Diagramas de piper
FIGURA No. 25-36	Interpretación de análisis geoquímicos

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA No. 37      Plano de curvas de igual elevación del nivel-  
estático (acuífero profundo)

## INDICE DE TABLAS

TABLA No. 1	Cortes litológicos en los pozos profundos de Agua y Drenaje de Monterrey
TABLA No. 2	Datos climatológicos en las inmediaciones de la C.T. San Jerónimo
TABLA No. 3	Censo de pozos (acuífero somero)
TABLA No. 4	Censo de pozos (acuífero somero)
TABLA No. 5	Censo de pozos (acuífero profundo)
TABLA No. 6.1	Recorrido piezométrico (acuífero somero)
TABLA No. 6.2	Recorrido piezométrico (acuífero profundo)
TABLA No. 7	Interpretación de análisis geoquímicos

## I.- RESUMEN.

El gran desarrollo Industrial y Demográfico que se ha venido registrando en los últimos años en la ciudad de Monterrey, ha creado un déficit en el suministro de agua potable que dicha ciudad requiere, al grado de considerarse crítica esta situación.

Ante tal problema, es de esperarse que a largo plazo, el suministro de agua potable que proporciona el sistema municipal sea más restringido, pudiendo verse gravemente afectadas las fuentes generadoras de energía; tal es el caso de la Planta Termoeléctrica San Jerónimo de Comisión Federal de Electricidad, que actualmente se encuentra en operación con una capacidad de generación de 155 MW., por medio de 4 unidades de vapor, que generan 105 MW. y 1 unidad de turbogas, que genera 50 MW.

## II.- INTRODUCCION.

### II.a.- TRABAJOS PREVIOS.

El material bibliográfico con el que se pudo contar para la realización de este trabajo, fueron datos climatológicos de 3 estaciones meteorológicas, así como los cortes litológicos y características constructivas de los pozos profundos del campo Monterrey, que fueron proporcionados por la S.A.R.H. Se contó con el estudio geohidrológico de Acuíferos Regionales en calizas en la zona de Monterrey, realizado por CIIPS. Además, se cuenta con la Cartografía publicada por D.G.G.Te.Nal. (Dirección General de Geografía de Territorio Nacional), se tiene un plano general de la planta, así como datos adicionales de análisis químicos y lecturas mensuales de los niveles piezométricos y caudales desde 1975 a la fecha, de los pozos pertenecientes a la misma. Estos materiales sirvieron de referencia para la realización de éste trabajo.

### II.b.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO.

En el estudio, se analiza la problemática del abastecimiento de agua de la Planta Termoeléctrica ya que ésta requiere de un caudal de 110 l/s, de agua de buena calidad que se ve reducido en temporadas de estiaje por el incre

mento en el consumo de agua potable en la ciudad, creando un déficit de abastecimiento de 40 l/s.

Así mismo, se buscan nuevas fuentes alternativas de suministro de agua, que garanticen un período mínimo de 20 años de abastecimiento a la planta termoeléctrica.

Dentro de estas alternativas, es la de perforación de nuevos pozos en el acuífero somero o la captación de agua en calizas mediante la perforación de un pozo profundo que puedan satisfacer la demanda de la P.T.

#### II.c.- METODOS DE TRABAJO.

Para el cumplimiento de los objetivos señalados se ejecutaron actividades de campo y gabinete que se resumen a continuación:

- 1° Recopilación y análisis de información.
- 2° Reconocimiento geológico.
- 3° Procesado de la información recabada en el campo.
- 4° Implantación de sondeos eléctricos verticales.
- 5° Censo general de alumbramientos.
- 6° Muestreo para análisis físico-químicos.
- 7° Medición de niveles piezométricos.

#### III.- GENERALIDADES.

##### III.a.- LOCALIZACION Y EXTENSION DEL AREA.

El área de estudio se localiza dentro de la zona urbana, cubriendo parte de los municipios de Monterrey y Garza García, N.L., quedando enmarcada dentro de las coordenadas geográficas 25° 39' 40" - 25° 42' 30" de latitud Norte y 100° 20' 15" - 100° 24' 30" de longitud Oeste, cubriendo una superficie rectangular de 37.6 Km<sup>2</sup> (Ver figura No. 1).

### III.b.- VIAS DE COMUNICACION.

Dispone de 903 Km., de líneas Férreas, de 1600 Km., de carreteras pavimentadas y más de 1500 Km., de caminos vecinales. Monterrey es el eje de varias compañías aéreas que lo comunican con todo el país y el extranjero.

### III.c.- POBLACION Y CULTURA.

La población de Monterrey es aproximadamente de 2 millones. Cuenta con un amplio número de escuelas e instituciones de educación media (Preparatoria, Secundaria y Superior), destacando entre los últimos la Universidad del Estado de Nuevo León e Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Es de los pocos estados donde prácticamente no existen analfabetas.

En el ramo de la industria Monterrey se considera la 2da. ciudad de la República en importancia por su industria, especialmente por sus instalaciones de producción de hierro, vidrio, cemento, refinación de minerales, así como sus fábricas de automóviles y tractores.

## IV GEOLOGIA.

Debido a los diversos procesos geológicos a los que se ha visto sujeta el área en estudio, su geología es en sí, bastante compleja, los eventos representados son; la transgresión marina del jurásico Superior-Cretácico Inferior; la posterior regresión de fines del Cretácico; el período Tectónico Cretácico Terciario (Revolución Laramide) y el modelado posterior del relieve que abarca del Terciario Medio a la actualidad.

### IV.a.- FISIOGRAFIA.

La Ciudad de Monterrey, N.L., se ubica en las estribaciones de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental, definido por E. Raisz y más exactamente sobre la sub-provincia de las Sierras Altas. (Ver figura No. 2 .

#### IV.b.- GEOMORFOLOGIA.

La zona en estudio se encuentra asentada sobre depósitos cretácicos y recientes de origen marino, lacustre y fluvial a 538 m.s.n.m. y la morfología - que presenta es la de un valle limitado al Sur por la Sierra Madre Oriental franca, al SE por el Cerro de la Silla y al Nw por el Cerro de las Mitras.

Los rasgos morfológicos son producto de ciclos erosivos y de depósito que se llevaron a cabo a través del tiempo geológico y aunque la ciudad se desenvuelve en su mayoría sobre las partes más bajas, el acelerado crecimiento urbano se ha propagado hasta ocupar algunas zonas elevadas sobre rocas arcillosas (Fm. Indidura).

Un rasgo importante lo constituye el cauce del Río Santa Catarina, actualmente seco, que atravieza parte de la ciudad de Oeste a Este.

#### IV.c.- ESTRATIGRAFIA GENERAL.

Las características litológicas de las formaciones que generalizadas de la más antigua a la más reciente son las siguientes:

##### CRETACICO

##### FORMACION CUPIDO (Kc)

Esta fué definida por Imlay (1957, p.600), que descansa sobre la Formación Taraises y subyace a la Formación La Peña. Su localidad tipo es la pared - Norte del Cañón del Mimbres, en la porción media de la Sierra de Parras.

En el área de estudio no aflora, pero se tienen datos de los cortes - litológicos de los pozos profundos del campo Monterrey de Agua y Drenaje que se correlacionan con los afloramientos del frente de Sierra Madre Oriental, y observables en el Cañón de la Huasteca y consiste de bancos gruesos de textura afanítica y colores gris claro, tanto al intemperismo como en fractura fresca, la fauna es escasa tales como Toucasias y quinqueloculina, sp., la unidad está muy - fracturada, las fracturas rellenas de calcita y despide un fuerte olor fétido, - con echados casi verticales.

Inlay la describe en tres miembros que de la base a la cima es como sigue

MIEMBRO I.- Calizas de estratificación mediana de grano fino, depositadas como un lodo calcáreo, con nódulos y lentes de pedernal y algunas concreciones de pirita.

MIEMBRO II.- Formado por calizas arcillosas y calizas de estratificación delgada, llegando a ser laminares con intercalaciones de lutitas.

MIEMBRO III.- Caliza masiva arrecifal y recristalizada con intercalaciones de calizas laminares arcillosas escasas.

El espesor de esta Formación varía de 200 - 845 m.

El contacto inferior es nítido y concordante, el superior es brusco y concordante.

La edad de esta Formación corresponde posiblemente en gran parte, del final del Hauteriviano-Aptiano Inferior. Es correlacionable con la Formación Tamulipas Inferior de la Cuenca Tampico-Misantla.

Su primer miembro fué un depósito normal de calizas de ambiente infranórtico, de aguas profundas y tranquilas, ya que está formada principalmente de micrita (lodo calcáreo). El segundo miembro sugiere una regresión originada por el levantamiento del continente que dió como resultado el acarreo de los suelos terrígenos depositándose el cuerpo arcilloso. El Tercer miembro es de tipo arrecifal, que se depositó en un medio de plataforma.

FORMACION LA PEÑA (Klp).

Inlay (1936 p.1119) introdujo este nombre formacional, más tarde Humphrey (1949 p.103), redefinió esta formación y el sentido con el que actualmente se emplea. Su localidad tipo está en el flanco Norte de la Sierra de Taraises a 4.8 Km al extremo Sur del Estado de Coahuila.

En el área de estudio no aflora, pero se cuenta con datos de los cortes litológicos de los pozos profundos del campo Monterrey de Agua y Drenaje, que se correlacionan con los afloramientos del Cañón de la Huasteca.

Esta formación debe aflorar en la zona de cantiles que forman el frente de la Sierra Madre Oriental, su verificación se dificulta por la inaccesible topografía. En áreas de topografía más suave, el estrato boscoso permite su rápida localización.

Litológicamente, la unidad está constituida por una interestratificación de calizas margosas lajeadas y lutitas calcáreas. Las primeras son de color gris obscuro en fractura fresca con manchas ocasionales de oxidación. Las lutitas son laminares, fósiles, de color gris verdoso que intemperizan en color verde amarillento. Las calizas se presentan en paquetes de 4 a 6 m. y las lutitas en paquetes de 8 a 10 m. toda la secuencia está muy fracturada. Las fracturas están rellenas de calcita en cristales subhedrales y con un olor fétido - característico y penetrante, con amonitas en la base.

El espesor promedio de esta formación es de 60 m.

Los contactos inferior y superior son concordantes y abruptos aunque este último es ligeramente transicional.

Se le ha asignado una edad del Aptiano Superior, y se le correlaciona con el horizonte Otates en los estados de Tamaulipas y Veracruz.

La litología y fauna de Amonitas sugieren un depósito de aguas de mediana profundidad.

#### FORMACION AURORA (Ka)

Burrows definió esta unidad en la Sierra de Ouchillo Parado, en el Estado de Chihuahua (1910 p.96-97). Si bien es cierto que éste nombre ha sido criticado, por diversos autores, cuando de correlacionar con áreas tan lejanas se trata, también es cierto que la introducción de nuevos nombres formacionales, a partir del estudio de una pequeña área, produce una mayor confusión. Para obviar este problema hemos seleccionado este nombre.

Esta unidad es la que mayor área de afloramiento tiene en la zona de estudio y forma el grueso de la topografía abrupta que constituyen las zonas montañosas que se extienden en fajas paralelas y orientadas NW-SW dentro del área en estudio.

En el área de estudio aflora la formación en su parte superior, pero de manera general de la cima a la base es como sigue:

MIEMBRO INFERIOR.- Constituido por calizas micríticas, sin fauna de color gris claro al intemperismo y gris oscuro en fractura fresca, en estratos gruesos de 1.50 m. de espesor, algo recristalizados y escaso olor fétido.

MIEMBRO MEDIO.- Constituido por calizas arrecifales, en estratos gruesos o masivos, de tonos grises variables. La fauna predominante son gasterópodos, ostreas, toucasias y microfauna; presenta grietas rellenas de calcita, tiene abundantes rasgos de disolución.

MIEMBRO SUPERIOR.- Constituido por calizas en estratos gruesos a masivos, característicamente lajosos, en ocasiones con fauna, hacia la parte alta está con un incipiente grado de metamorfismo, los estratos están separados por un relleno de calcita y arcilla "milonítica".

Texturalmente predominan las rocas afaníticas y cristalinas, clasificadas como espatitas, micríticas y biomicritas; ocasionalmente hay cristales de pirita hematizada y manchas de oxidación.

El contacto con la formación La Peña, que la subyace, es concordante y abrupto al igual que el contacto superior con la formación Cuesta del Cura.

El espesor aproximado de ésta formación es de 450 m.

Se le ha asignado una edad del Albiano Inferior al Albiano Medio.

Por la litología que presenta, indica que estos depósitos son de facies de cuenca, así como por su contenido faunístico.

#### FORMACION CUESTA DEL CURA (Kcc).

Fue descrita por Lulay (1936 p.1125) en la parte Occidental de la Sierra de Parras, Aflora en la sierra de las Mitras, Cerro del Topo Chico, en la Sierra de la Silla y en el frente de la Sierra Madre Oriental, y ha sido cortada en los pozos profundos del campo Monterrey de Agua y Drenaje.

Consiste en calizas delgadas en espesores de 20 a 25 cm intercalados con delgados espesores de lutitas, en fractura fresca, son de color negro y amarillentos respectivamente y ambas intemperizan en tonos claros y amarillentos, la estratificación es ondulada y tiene abundantes nódulos y bandas de pedernal negro. En la parte inferior los estratos son delgados, en la parte superior son más gruesos.

Toda la formación esta fuertemente deformada en pliegues cerrados de tipo chevron con sus planos axiales paralelos a la estructura principal. Esta actividad plástica asumió la formación durante el plegamiento.

El espesor de la formación es de 50 a 140 m.

El contacto con la unidad infrayacente es concordante y abrupto, el superior es concordante y transicional.

Su edad es del Albiano-Cenomaniano. Por su litología debió haberse depositado en un medio infranerfítico.

#### FORMACION INDIDURA.(ki):

Esta formación fué descrita por W.L. Kelly (1936 p.1028) en la localidad de Delicias, Coah.

Aflora en casi toda el área de estudio su morfología consiste en lomerios bajos y de pendientes variables desde muy suaves a muy inclinados. Litológicamente consiste de tre miembros que de la base a la cima son:

MIEMBRO INFERIOR.- Interestratificación de calizas margosas y lutitas calcáreas en estratos con espesores de 80 a 120 m. las calizas son de color gris claro al intemperismo y gris amarillento en fractura fresca, con abundantes vetillas de calcita. Las lutitas son de color gris claro.

MIEMBRO MEDIO.- Lutitas calcáreas y margas en estratos de 60 a 80 cm., la predominancia es de las lutitas y las características litológicas son similares a las anteriores.

MIEMBRO SUPERIOR.- Lutitas calcáreas en estratos masivos, de color gris verdoso ocasionalmente intercalados con areniscas de grano fino en capas delgadas y en forma de lentes.

El espesor de la formación es de 250 a 350 m.

El contacto inferior con la formación Cuesta del Cura es concordante y transicional, el contacto superior no se observa pero se supone concordante y transicional con la formación Mendez.

La edad que se le asigna a ésta formación es de Cenomaniano Superior - Turoniano.

### TERCIARIO.

#### CONGLOMERADO REYNOSA (Tcg)

Aflora en el extremo Sureste y Noreste del anticlinal de las Mitras y en partes aisladas en el área de estudio.

El conglomerado es de tipo poligmítico de origen continental. Se encuentra de bien a regularmente cementado por carbonatos, presenta conductos de disolución.

Estratigraficamente cubre parcialmente en discordancia litológica a las formaciones del Cretácico y en especial a la formación Indidura. El espesor de esta unidad varia de 10 a 50 m.

RECIENTE.

ALUVION (Qal)

La cobertura superficial está compuesta por gravas, arenas y limos mezclados sin consolidar, en distintas proporciones, cubren valles y forman abanicos en el pie de monte de la Sierra Madre Oriental y en las estructuras aisladas de la región. Su espesor es reducido, conforme se localiza cerca del Río Santa Catarina aumenta su espesor que varía de 1 a 4 m.

La columna estratigráfica local se construyó a partir de datos de perforaciones de pozos y levantamiento geológico superficial ( Ver figura No. 3 ).

#### IV.d.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL.

Los rasgos estructurales presentes en el área de Monterrey, son producto de la tectónica que impero a finales del Cretácico y principios del Terciario, lo que creó zonas de debilidad y plegamientos en las rocas, las cuales reaccionan individualmente deformándose de acuerdo a su competencia y composición litológica.

Las estructuras que están presentes en el área son anticlinal de las -- Mitras de forma simétrica con su plano axial casi vertical. Tiene una longitud de 15 Km. y una amplitud de 3 Km., tiene una orientación NW-SE. buza hacia el SE en su parte Sureste termina en dos pequeños anticlinales.

El anticlinal Topo Chico, tiene longitud de 7 Km. y una amplitud de -- 2 Km. con una orientación NW-SE buzando hacia el SE.

Anticlinal Loma Larga, tiene una longitud de 11 Km. y una amplitud de -- 1Km., tiene una orientación NW-SE. Se inicia en el extremo Norte de la Sierra de la Silla y termina a NW traslapándose en el buzamiento Sur de la Sierra de las Mitras. Es un plegamiento paralelo de la Sierra Madre Oriental, separado unicemente por un sinclinal cubierto por aluviones. En la porción Norte de la estructura se encuentran pliegues secundarios combinados posiblemente debido a los añallamientos de Sierra Madre Oriental.

Los pliegues anticlinales y sinclinales han sido de importancia para la localización de pozos profundos, de los que actualmente se abastece gran parte de la ciudad.

#### IV.e.- GEOLOGIA DEL SUBSUELO.

El marco geológico del subsuelo se definió mediante la interpretación de cortes litológicos y métodos geofísicos.

##### IV.e.1. CORTES LITOLÓGICOS.

Los cortes litológicos de algunos pozos profundos del campo Monterrey sirvieron para formar secciones geológicas y planos estructurales de las unidades acuíferas.

Las profundidades y espesores de las unidades estratigráficas se resumen en la tabla No. 1.

En términos genéricos el espesor de la unidad acuífera somera varía de 0 a 55 m según se había mencionado en el apartado IV.c.

En el predio de la central la cima de la formación Aurora que constituye el techo de las unidades acuíferas profundas varía de 100 y 200 m.s.n.m. En el sitio de la central el techo de las unidades acuíferas tienen una profundidad promedio de 500 m.

Las unidades estratigráficas se ilustran en las secciones y bloque diagramático de las figuras 4 y 5.

##### IV.e.2 GEOFISICA.

Los objetivos a determinar por medio de métodos geofísicos fueron:

- i) Espesor de materiales de relleno
- ii) Profundidad y espesor de la F. Indidura
- iii) Profundidad de la F. Cuesta del Cura y Aurora

#### IV.e.3 CARACTERISTICAS DEL ESTUDIO

##### a).- TRABAJO DE CAMPO

Se cubrió un área aproximada de 4 km<sup>2</sup> mediante 12 S.E.V. distribuidos en cuatro secciones geoelectricas; la ubicación de estos sondeos se pueden apreciar en la Figura No. 6.

El sistema de trabajo comprendió el reconocimientode campo desde el - punto de vista geológico, así como la ubicación de cada uno de los sondeos.

Para la medición de la resistividad aparente, se uso el dispositivo - electródico tipo Shlumberger, con una longitud máxima de  $AB/2 = 500$  m y  $AB/2 = -- 1000$  m para los electrodos de emisión de corriente, presentándose problemas para la medición de la resistividad a partir de  $AB/2 = 500$  m debido a corrientes parásitas inducidas por las industrias, tráfico y líneas de transmisión.

##### b) TRABAJO DE GABINETE

Se ajustaron los datos de campo y se interpretaron cada uno de los - sondeos en forma manual. Por medio de Abacos Orellana Mooney utilizando el me - todo del punto auxiliar, obteniendo así las resistividades verdaderas, espesores y profundidad de los diferentes materiales en el subsuelo, posteriormente se -- construyeron secciones geoelectricas mediante las cuales se muestra la distribu - ción horizontal y vertical de dichos materiales. ( Ver Figura No. 7 )

#### IV.e.4 RESULTADOS.

Los valores registrados mediante los Sondeos Geoeléctricos indicaron contrastes y cambios resistivos con lo cuál se definieron en forma general las unidades geoeléctricas.

##### ESPESOR DE MATERIALES DE RELLENO.

El espesor determinado para los materiales de relleno varía de 0 a 35 m.

Las resistividades varían de 11 a 30 ohm-m para la unidad  $U_0$  constituida por limos, arenas con espesores de 0 a 35.

La unidad  $U_1$  con resistividades de 30 a 135 ohm-m esta constituida por arenas, gravas y conglomerado.

##### PROFUNDIDAD Y ESPESOR DE LA F. INDIDURA.

La profundidad determinada para la formación Indidura varía de 0 a 45 m con resistividades de 6 (10) a 130 (330) ohm-m.

El espesor varía de 30 a 360 m, se clasificó como Unidad  $U_2$ .

##### PROFUNDIDAD DE LA Fm. CUESTA DEL CURA Y AUFORA.

Las unidades  $U_3$  y  $U_{31}$  posiblemente correspondan a la Fm. Aurora y Cuesta del Cura; la profundidad a la que se encuentra es de 110-150 m.

Los datos con signos de interrogación en las secciones no son confiables.

#### IV.f. UNIDADES HIDROGEOLOGICAS.

En base a las características físicas que presentan las unidades estratigráficas se le ha asignado a cada una un grado de permeabilidad. Las unidades mapeadas se muestran en la figura No. 8, quedando agrupadas en:

##### PERMEABLES.

Por su grado de fracturamiento y disolución las formaciones Cupido y Aurora constituyen acuíferos regionales de gran importancia, siendo ambas confinadas por las formaciones de La Peña e Indidura respectivamente.

Los sedimentos recientes constituyen unidades permeables, no obstante su delgado espesor y posición dentro de la columna estratigráfica la hacen que carezca de interés hidrogeológico, permitiendo únicamente la infiltración del agua hacia estratos inferiores.

##### DE PERMEABILIDAD MEDIA

La unidad conglomerática terciaria se presenta como acuífero libre - cuyo basamento se compone por rocas de baja permeabilidad. Por presentar un - fracturamiento irregular puede tener cierto grado de permeabilidad, siendo por lo general un acuífero de baja potencialidad. Así mismo, dentro de este grupo queda incluida la formación Cuesta del Cura.

##### DE BAJA PERMEABILIDAD

Este grupo por su grado de arcillosidad actúa como barreras impermeables quedando representado por las formaciones La Peña e Indidura.

IV.g. MODELO HIDROGEOLOGICO CONCEPTUAL.

La distribución de las rocas y sedimentos da origen a dos tipos de - acuíferos. El primero de tipo libre formado por la unidad conglomerática, recibe una recarga por infiltración directa en las laderas de las Mitras.

Dada las características geohidrológicas en acuíferos formados por rocas calcáreas, es factible que el acuífero profundo formado por las calizas Aurora Cupido reciban la recarga a nivel local o regional. Es evidente que el agua es infiltrada en las partes de las estructuras donde afloran las formaciones permeables. A profundidad las rocas que actúan como acuífero actúan como depósitos cuyo almacenamiento esta controlado por las variaciones de la recarga y explotación.

## V.- HIDROGRAFIA Y CLIMATOLOGIA.

### V.a. HIDROGRAFIA.

La red hidrográfrica en el área de estudio está formado por el río Santa Catarina y por pequeños arroyos de tipo intermitente. El río drena la región de Oeste a Este, siendo originado dentro de la Sierra Madre Oriental, uniéndose hacia el Noreste a las aguas del Río Bravo.

Debido a la urbanización de la ciudad, el nivel del río se ha abatido hasta quedar materialmente seco, excepto en épocas de lluvia cuando lleva un escaso caudal por lo que no se cuenta con estaciones de aforo para cuantificar su descarga.

Los escurrimientos que provienen del cerro de las Mitras se infiltran rápidamente en el material de pie de monte, constituyendo un patrón den drítico irregular.

### V.b. CLIMATOLOGIA.

Según la clasificación de Koppen modificada por E. García, de la carta de climas 14R-VII publicada por Detenal se tiene que, en la región predomina un clima cálido seco extremoso, con un régimen de lluvias en los meses de Agosto a Septiembre y de Diciembre a Abril.

Los parámetros climatológicos locales se obtuvieron a partir de 3 estaciones metereológicas en un período de 6 años (1976 - 1981). Los registros resumidos de ellas se muestran en la tabla No. 2.

El valor de la precipitación media anual es de 600 mm.

La temperatura media anual es de 21°C, con una máxima de 44°C en los meses de Junio y Julio y una mínima en el mes de Enero de 0°C.

A partir de las variables climáticas la evapotranspiración real media, calculada a partir de la fórmula empírica de L'Turc es de 567.71 mm. Este valor es aproximado debido a que en el área de vegetación no es abundante y el agua de lluvia se infiltra rápidamente.

## VI. HIDROLOGIA SUBTERRANEA

### VI.a CENSO GENERAL DE ALUMBRAMIENTOS.

El censo tuvo como fin conocer la distribución y las características de construcción y operación de los alumbramientos en la zona bajo estudio.

Durante el recorrido de campo se registraron 34 alumbramientos, de ellos 27 captan el acuífero somero y 7 el acuífero profundo. ( Ver Figura No. 9)

Las características de los alumbramientos se resumen en las tablas No. 3 y 4, para el acuífero somero y No. 5 para el profundo.

### VI.b CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS Y OPERACIONALES

Los alumbramientos que captan el acuífero somero tienen profundidades que oscilan entre 30 y 80 m. Por lo general los diámetros de descarga son de 4" a 6" con bajos caudales, lo cual indica que el acuífero es de baja potencialidad.

Estos alumbramientos se encuentran operando continuamente, cuantificándose su extracción en  $9196.15 \times 10^3 \text{ m}^3$  anuales aproximadamente.

### VI.c ACUÍFERO SOMERO.

#### VI.c.1 CARACTERISTICAS HIDRAULICAS.

Los parámetros hidráulicos del acuífero (T,S), no se pudieron obtener directamente por medio de ensayos de bombeo debido a que los resultados no serían confiables por las siguientes razones:

- La conformación de basamento formada por lutitas es sumamente irregular, en consecuencia en espesor del acuífero.

- Al ser la zona de continua explotación, las fluctuaciones de niveles influy<sub>er</sub>ían en las lecturas piezométricas.
- El acuífero es libre y se aloja en un medio fracturado no siendo válidas -- las fórmulas convencionales que se aplican a medios granulares.

Ante tal situación se optó por utilizar una fórmula empírica para conocer en términos globales la relación espesor saturado de acuífero - permeabilidad.

De esta manera se tiene:

$$T = \frac{Q}{s} \times C$$

Donde:

Q = Caudal en LPS

S = Descenso en el pozo ( N.E. - N.D. )

C = Constante = 100

Los resultados obtenidos en pozos con niveles estáticos y dinámicos conocidos son:

POZO No.	Q ( l/s )	N.E. ( m )	N.D. ( m )	s ( m )	T ( m <sup>2</sup> /día )
1	42	18	24	6	700
2	18	18	23	5	360
3	22	10	23	13	169.2
9	8	15	44	29	27.6
10	2	43	46	3	66.7
11	37	40.0	47.6	7.6	486.8
12	40	40.0	47.0	7.0	571.4
13	5	20.0	30.0	10.0	50.0
14	7	30.0	35.0	5.0	140.0
16	10	32.0	40.0	8.0	145.0
18	20	34.0	40.0	6.0	333.3
21	9	43.15	47.10	3.95	227.8
25-1	21	42.0	47.0	3.0	420.0
26-2	10	44.0	50.3	6.3	158.7
27-3	21	45.0	47.0	2.0	1050.0

Es evidente que además de ser bajos los valores obtenidos para la transmisividad se disparan fuertemente comprobando la heterogeneidad e anisotropía del acuífero. Dada la incongruencia de los resultados, estos no se graficaron para obtener curvas de isotransmisividad puesto que los valores no serían representativos.

#### VI.c.2 POTENCIOMETRIA.

De acuerdo a los comentarios expuestos en el apartado anterior, no se llevo a cabo una evaluación en el acuífero. Únicamente se opto por establecer una red de observaciones de niveles para observar su evolución.

Durante el transcurso del presente estudio se tomaron mediciones mensuales de Junio a Septiembre. Los pozos que se eligieron como pilotos, se muestra su localización en la Fig. No. 10 y los resultados de las mediciones en las tablas Nos. 6.1 y 6.2.

En términos generales se denotan evoluciones positivas en todo el sistema, siendo estas del orden de 4 a 9 cm. Esto es a consecuencia de la alta sensibilidad del acuífero a la precipitación.

#### VI.c.3 HIDROGRAFO DE POZOS.

Se formaron hidrógrafos de pozos mensuales con las profundidades de los niveles dinámicos y sus caudales de extracción de los pozos Nos. 1,2 y 3, que operan dentro de la central termoeléctrica a partir del año 1975 al mes de Agosto de 1983. Así mismo, se elaboró un hidrograma mensual de la estación climatológica Monterrey que se consideró representativa en el área de estudio.

Lo anterior se ilustra en la Figura No. 12 y 12.1 donde se denota claramente la influencia de la precipitación en la recarga inmediata del acuífero.

Hasta el año de 1977 los niveles dinámicos oscilan entre 30 y 35 m., decayendo posteriormente y hasta la actualidad a niveles inferiores de 45 m. a consecuencia de fuerte período de sequía, ó bien al incrementar la explotación con captaciones nuevas.

VI.c.4 BALANCE HIDROGEOLOGICO TENTATIVO

Este tiene la finalidad de evaluar la recarga vertical ocurrida en un período de ( Junio a Septiembre ) en función de las entradas y salidas por flujo subterráneo, la evapotranspiración real, el bombeo y flujo que aporta el acuífero a las corrientes superficiales, queda expresada como:

$$Rv + Efs - Sfs - B - Fb - Evt = \Delta AVS$$

Donde:

- Rv = Recarga vertical
- Efs = Entradas flujo subterráneo
- Sfs = Salidas flujo subterráneo
- B = Bombeo
- Fb = Flujo base del río aportado por el acuífero
- Evt = Evapotranspiración real
- $\Delta AVS$  = Cambio de almacenamiento-

a) Entradas y salidas flujo subterráneo.

Se elaboró un plano de curvas de igual elevación del nivel estático y formando las redes de flujo como se observan en la Fig. 12.2 utilizando las transmisividades puntuales para cada canal, los valores obtenidos se observan en la tabla anexa:

Entrada flujo subterráneo.

Canal No.	B ( m )	T ( m <sup>2</sup> /s )	i	Q ( m <sup>3</sup> /s )
1	400	1.95 x 10 <sup>-3</sup>	0.0174	1.35 x 10 <sup>-2</sup>
2	320	"	0.0166	1.04 x 10 <sup>-2</sup>
3	480	3.85 x 10 <sup>-3</sup>	0.0090	1.66 x 10 <sup>-2</sup>
4	540	"	0.0080	1.66 x 10 <sup>-2</sup>
5	1100	"	0.0118	4.99 x 10 <sup>-2</sup>
Total . . .				1.07 x 10 <sup>-1</sup>

$$V_{efs} = 1124784.0 \text{ m}^3$$

Salidas flujo subterráneo.

Canal No.	B (m)	$(m^2 T)$ ( $m^2/s$ )	i	$(m^3/s)$
1	1200	$1.95 \times 10^{-3}$	0.0125	$2.92 \times 10^{-2}$
2	1260	$1.95 \times 10^{-5}$	0.0118	$2.89 \times 10^{-2}$
3	640	$1.44 \times 10^{-3}$	0.0180	$1.65 \times 10^{-2}$
4	350	"	0.0180	$9.07 \times 10^{-3}$
5	560	"	0.0192	$1.54 \times 10^{-2}$
Total . . .				$9.91 \times 10^{-2}$

$$V_{sfs} = 1\ 041\ 739.2 \text{ m}^3$$

- L = Ancho del canal
- T = Transmisividad
- i = Gradiente hidráulico
- Q = Gasto

c) Bombeo.

Se tomaron en cuenta todos los aprovechamientos que se encontraron dentro de la zona estudiada, dando como resultado una extracción de :

$$B = 3\ 065\ 383.3 \text{ m}^3$$

d) Coeficiente de almacenamiento.

Para el cálculo del coeficiente de almacenamiento se utilizó el método de (B.M. Sahani y H.B.S. Seth). La ecuación aplicada fué:

$$S = T \left( \frac{I_2 - I_1}{A_s} \cdot \frac{At}{Ah} \right)$$

Ecuación en la que:

- S = Coeficiente de almacenamiento.
- T = Transmisividad
- I = Gradiente hidráulico
- As = Distancia entre dos puntos normales a los contornos potenciométricos
- Ah = Intervalo de elevación potenciométrica
- At = Intervalo de tiempo.

El valor del coeficiente de almacenamiento calculado en la zona de estudio fué de: 0.006

e) Cambio de almacenamiento.

Se formó plano de curvas de igual evolución del nivel estático (Ver figura No. 2.3), para determinar el cambio de almacenamiento cuyo procedimiento es el siguiente:

- Se planimetró el área entre cada curva de igual evolución, para posteriormente multiplicarse por el valor medio de esta. Para obtener el volumen total, como se aprecia en la siguiente tabla:

CARGA (m)	AREA (m <sup>2</sup> )	ALTURA (m)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )
10	72 000.0	10.0	720 000.0
9	229 333.3	9.5	2 178 666.6
8	455 999.9	8.5	3 875 999.1
7	909 333.2	7.5	6 819 999.0
6	1 567 999.9	6.5	10 191 999.3
5	2 733 333.2	5.5	15 033 332.6
4	4 128 000.0	4.5	18 576 000.0
At	8 644 799.5	Vt	57 395 996.0

El volumen total obtenido, se multiplica por el coeficiente de almacenamiento definido en el inciso (d), dará el cambio de almacenamiento en el período analizado de:

$$\dagger \text{ AVS} = 344\,375.9 \text{ m}^3$$

Resumiendo los valores obtenidos:

$$\text{Efs} = 1\,124\,784.0 \text{ m}^3$$

$$\text{Sfs} = 1\,041\,739.2 \text{ m}^3$$

$$\text{B} = 3\,065\,383.3 \text{ m}^3$$

$$\dagger \text{ AVS} = 344\,375.9 \text{ m}^3$$

$$\text{Rv} = 3\,367\,14.9 \text{ m}^3$$

Este valor tiene carácter preliminar ya que para un estudio completo, deberá ajustarse con valores tomados de pruebas de bombeo y observaciones piezométricas de períodos más largos, para analizar su evolución en temporadas de estiaje y lluvias.

Tenemos que Rv es ligeramente mayor que el Bombeo, sin embargo el cálculo fue para un período muy corto que traerá como consecuencia que en temporadas de estiaje los niveles piezométricos sufran un decremento y sea extraída parte del agua almacenada y revele la existencia de una sobreexplotación.

#### VI.d ACUIFERO PROFUNDO

##### VI.d.1 CARACTERISTICAS GENERALES DEL ACUIFERO CALCAREO

Las características son las de un acuífero confinado, con alta transmisividad, con una zona de recarga local, que es la Sierra de las Mitras, y principalmente en la Sierra Madre Oriental, por la elevada precipitación pluvial que ahí tiene lugar, por la gran extensión en que afloran las formaciones acuíferas.

Las rocas que constituyen el acuífero calcáreo son las formaciones Aurora y Cupido del Cretácico Inferior, que presentan zonas en que los fenómenos de disolución son evidentes, tales como agrietamiento y canales de disolución que permiten la infiltración a través de esos conductos. La persistencia de estos a lo largo de los afloramientos indica que las condiciones de disolución y agrietamiento se continúan a profundidad en las zonas expuestas de la caliza, como lo demuestran los pozos perforados en el área.

Las formaciones del acuífero calcáreo se encuentran separadas por la formación La Peña de poco espesor y que en general no constituye una capa confinante sino que actúa como acuífero.

Subyaciendo a la caliza Cupido se encuentran las Formaciones Taraises y La Casita, que actúan como confinante inferior.

Yaciendo a la caliza Aurora se encuentran las Formaciones Cuesta Del Cura e Indidura, que conforman el confinamiento superior. El espesor promedio de las 3 formaciones que forman el acuífero, en la zona es de 700 a 1000 m.

#### VI.d.2 CENSO DE POZOS PROFUNDOS.

Con el fin de conocer las características constructivas y operacionales del campo de pozos profundos del área de estudio, se realizó un censo de aprovechamientos recorriendo el área y complementando con la información proporcionada por Agua y Drenaje de Monterrey, la S.A.R.H.

El total de aprovechamientos que captan el acuífero profundo dentro del área de estudio fué de 7 pozos, de los cuales 3 se encuentran operando y 4 sin uso.

Respecto a las características constructivas, las profundidades varían de 600 a 1321 m., con ademes de 18" y 20" que sirven como cámaras de bombeo a profundidades del orden de 200 m. Están equipados con bombas sumergibles con columnas de bombeo de 130 a 150 m., y con diámetros de descarga de 10".

El volumen es de  $8500 \times 10^3 \text{ m}^3$  que se extrae localmente, solo es proporcionado por los pozos que se encuentran en operación, la consecuencia que no se operen el resto de los pozos es debido a que en temporada de estiaje los niveles dinámicos descienden hasta la totalidad de las columnas de bombeo ó bien, no están equipados.

#### VI.d.3 EVOLUCION PIEZOMETRICA.

La evolución observada durante el período de junio a septiembre fué de 11 a 90 m., que nos indica, que es un acuífero con alta transmisividad manifiesta

con la rapidez con que se elevan los niveles piezométricos después de una lluvia favorable para la recarga, en la figura No. 37 se muestra la posible configuración de los niveles piezométricos y su dirección del flujo.

Para un estudio a más detalle se requiere de un historial completo de la zona de estudio y continuar con las observaciones piezométricas y variaciones en los caudales de extracción, pruebas de bombeo para poder intentar una simulación del acuífero.

## VII.- HIDROGEOQUIMICA.

### VII.á DATOS BASE.

Con la finalidad de conocer las características fisico-químicas del agua subterránea en el área de estudio, se muestrearon 12 alumbramientos de los cuales 9 captan el acuífero somero y 3 el profundo (Ver figura No. 11).

Los resultados de los análisis se muestran en la tabla No. 7.

### VII.b FAMILIAS DE AGUA.

De acuerdo a la clasificación de A.M. Piper, el agua en ambos sistemas es de tipo bicarbonatada cálcica. Esto es debido a que el agua circula preferentemente a través de rocas y sedimentos de composición básicamente carbonatada.

Debido a la dispersividad de los datos, no se elaboraron planos de los iones y características fisico-químicas para apoyar al estudio geohidrologico. No obstante, el bajo contenido de S.T.D. y las características geológicas en el área de estudio permiten suponer que la recarga hacia el acuífero somero sea de carácter local como se mencionó en el apartado No. VI.c

### VII.c CALIDAD DEL AGUA.

En términos generales el agua del acuífero profundo contiene los mismos componentes que el somero, presentando valores poco menores en cuanto al contenido iónico.

El agua para uso potable de acuerdo a los rangos en cuanto al contenido de S.T.D. según Davis and West es dulce.

Los resultados se aprecian en las figuras 13 a la 24 y en las tablas 9 a la 20.

## VIII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

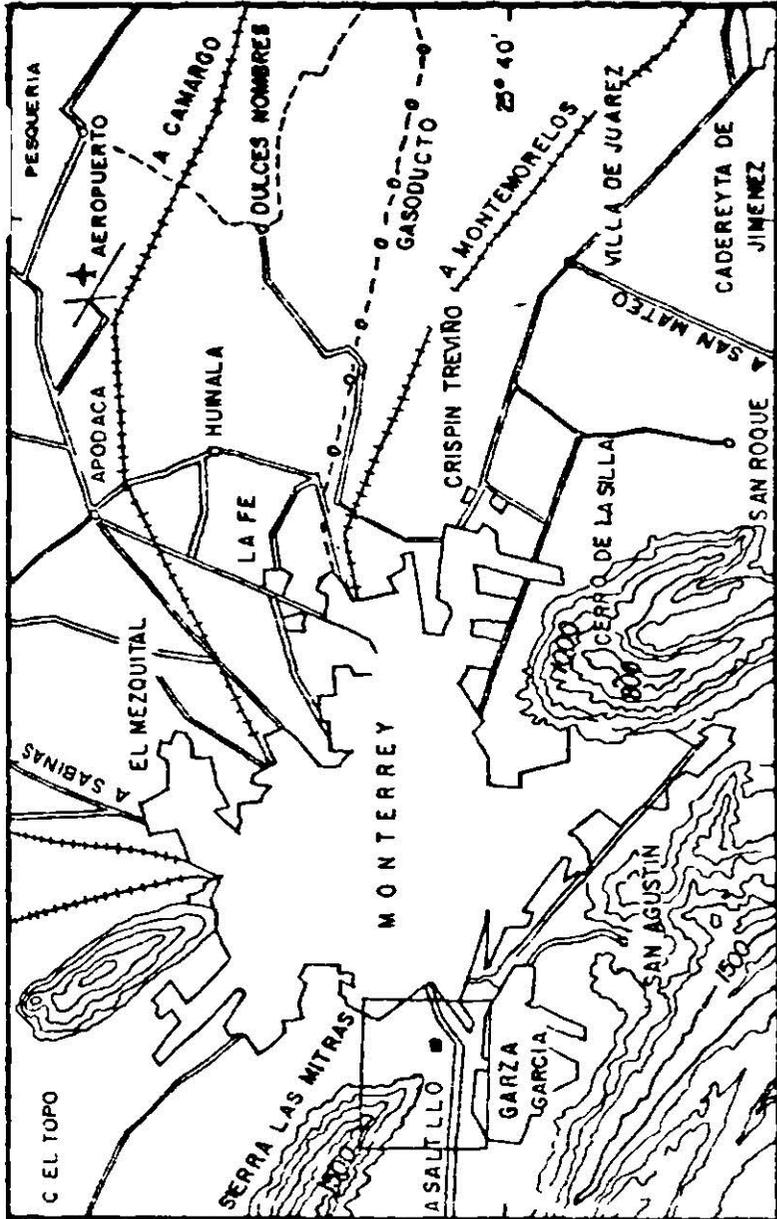
De lo citado con anterioridad se deduce lo siguiente:

- 1.- El acuífero somero que captan los pozos que abastecen a la P.T. San Jerónimo, presenta fuertes variaciones en el manto freático debidos a la extracción, variaciones climatológicas y reducido espesor del conglomerado el cual es el marco geológico por el que circula el agua.
- 2.- No es factible la perforación de pozos someros en el predio de la planta ya que la potencialidad y espesor del acuífero somero son reducidas, además de la interferencia y los incrementos en los descensos de los niveles de bombeo.
- 3.- En el sitio de la planta la estructura geológica impermeable forma un sierre sinclinal que aloja al acuífero somero, siendo su extensión sumamente reducida, infiriéndose que la recarga del acuífero es por infiltración direct y posibles aportaciones laterales.
- 4.- Continuar con las observaciones piezométricas en pozos piloto y la localización de otros que puedan aportar más información tanto, en profundidades de niveles estáticos y dinámicos, así como la realización de ensayos de bombeo y gastos de extraccion y la determinación de la explotación del acuífero.
- 5.- Se estima que el acuífero profundo formado por las formaciones Aurora y Cupido puede ser explotado a una profundidad mínima de 850 m., llevandose a cabo previamente una perforación con caracter exploratorio.

BIBLIOGRAFIA

- CASTANY, G.  
Prospección y explotación de las aguas subterráneas  
Editorial Omega (1975)
- 
- CUSTODIO, E.I. y LLAMAS, M.M., TOMOS I y II  
Hidrología subterránea  
Editorial Omega (1976)
- 
- DAVIS, S.N. y WIEST R.  
Hidrogeología  
Editorial Ariel (1971)
- 
- INGENIEROS CONSULTORES Y PROYECTISTAS (CIEPS)  
Estudio Geohidrológico de acuíferos regionales en calizas  
zona Monterrey. (1969)
- 
- LOPEZ R.E.  
Geología de México  
Edición escolar (1979)
- 
- PORRAS M. y THAUVIN J.  
Aguas subterráneas (problemas generales de la contaminación)  
Editorial CIFCA (1978)
- 
- TOVAR R.J.  
Geología de la Sierra de la Silla  
Tesis profesional, U.N.A.M. (1964)
- 
- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS  
AGUA Y DRENAJE DE MONTERREY
- 
- D.G.G.Te.Nal.
- 
- ING. GEOLOGO HINZ LESSER JONES  
Estudios del acuífero de Mina, N.L.

- B.M. SAHANI Y H.B.S. SETH  
Determinación del coeficiente de almacenamiento sin  
pozos de observación
  
- WALTON, W.C. ( 1970 )  
Groundwater Resource Evaluation  
Mcgraw-Hill



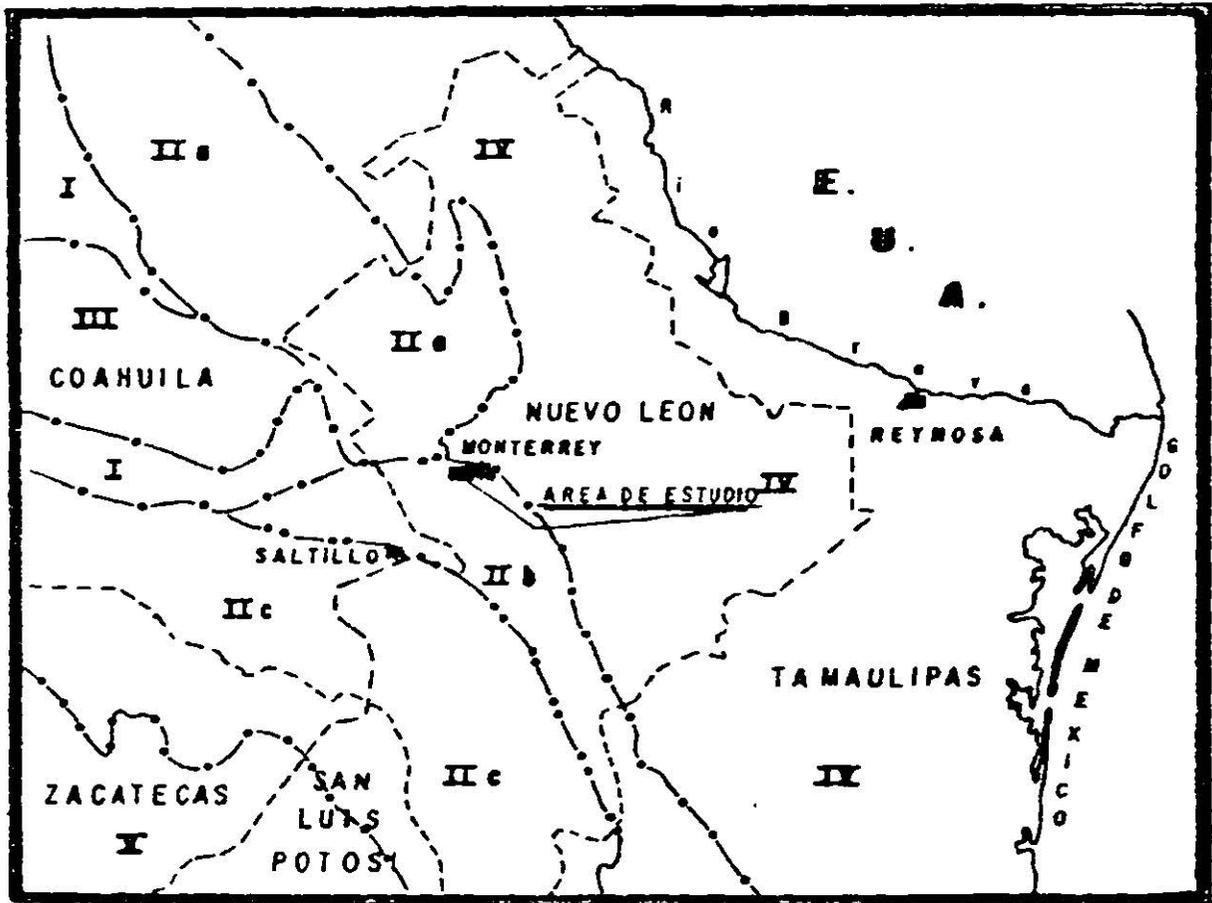
ESCALA  
1 250,000

SIMBOLOGIA

- CIUDAD .....
- POBLACION .....
- CARRETERA .....
- BRECHA .....
- VIA DE F.F.C.C .....
- CURVA DE NIVEL .....
- GASODUCTO .....
- AEROPUERTO .....
- PT. SAN JERONIMO .....

U . A . S . L . P .	
ESCUELA DE INGENIERIA	
PLANO DE LOCALIZACION P.T.	
SAN JERONIMO	
TRABAJO RECEPCIONAL	MONTERREY NL ENRIQUE VENEGAS H. 1983 FIG1

# PLANO DE PROVINCIAS FISIOGRAFICAS



## — SIMBOLOS FISIOGRAFICOS —

- PROVINCIA DE CUENCAS Y SIERRAS ——— I
- PROVINCIA SIERRA MADRE ORIENTAL ——— II
- a) SIERRAS DEL NORTE
- b) SIERRAS ALTAS
- c) SIERRAS ATRAVESADAS Y SIERRAS BAJAS
- PROVINCIA DE TIERRAS ALTAS DE COAHUILA ——— III
- PLANICIE COSTERA DEL GOLFO ——— IV
- PLANICIE DE LA MESETA CENTRAL ——— V

## — SIMBOLOS TOPOGRAFICOS —

- LIMITE ESTATAL ——— - - - - -
- LIMITE DE PROVINCIA ——— — o — o —
- LIMITE SUBPROVINCIA ——— — o o — o o —

SEGUN E. RAISZ

U. A. S. L. P.  
 ESC. DE INGENIERIA  
 TRABAJO RECEPCIONAL

MTY N. L. E. VENEZAS M. FIG. 2

ERA	PERIODO	ETAPA	LITOLOGIA	ESPE- SOR	DESCRIPCION
CENOZOICO	CUATERNARIO	PLEISTOCENO		1-2	ALUVION (Ocl), GRAVAS Y ARENAS SIN CONSOLIDAR
		PALEOCENO		10-50	CONGLOMERADO REYNOSA (Tcg), CON GLOMERADO TIPO POLIGMITICO DE BIEN A REGULARMENTE CEMENTADO.
MESOZOICO	CRETACICO	SUPERIOR		50-700	FORMACION INDIDURA (Kii), LUTITAS CON INTERESTRATIFICACIONES DE MARGAS Y CALIZAS
		MEDIO		50-100	FORMACION CUESTA DEL CURA (Kcc) ESTRATOS DELGADOS DE LUTITAS Y CALIZAS, CON BAJO GRADO DE FRACTURAMIENTO Y ABUNDANCIA DE MODULOS Y BANDAS DE PEDERNAL.
				200-500	FORMACION AURORA (Ke), CALIZAS Y CALIZAS ARRECIFALES DE ESTRATIFICACION DELGADA A GRUESA
		INFERIOR		10-100	FORMACION LA PEÑA (Kp), CALIZAS MARGOSAS INTERESTRATIFICADAS CON LUTITAS CALCAREAS
				10-100	FORMACION LA PEÑA (Kp), CALIZAS MARGOSAS INTERESTRATIFICADAS CON LUTITAS CALCAREAS
				160-900	FORMACION CUPIDO (Kc), CALIZAS FRACTURADAS DE ESTRATIFICACION DELGADA A GRUESA.

U. A. S. L. P.  
 ESCUELA DE INGENIERIA  
 TRABAJO RECEPCIONAL  
 COLUMNA ESTRATIGRAFICA LOCA  
 MONTERREY N. L. ENRIQUE VENEGAS M. FIG.

# SIMBOLOGÍA

	FM REYNOSA
	FM. INOUIDURA
	FM. CUESTA DEL CURA
	FM. AURORA
	FM. LA PEÑA
	FM CUPIDO

ESC HORIZONTAL. I: 27,800  
 ESC VERTICAL I: 25,000

U. A. S. L. P.  
 ESCUELA DE INGENIERIA

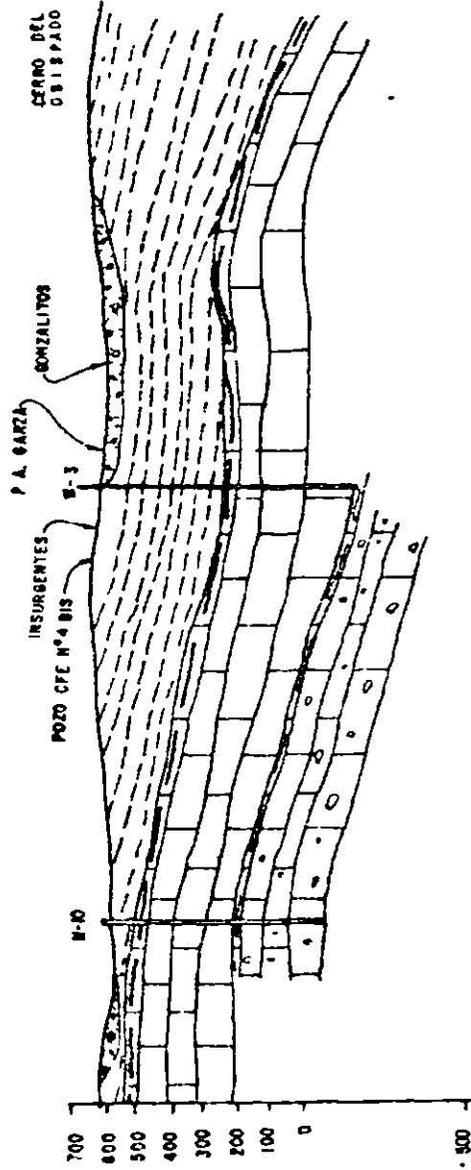
TRABAJO RECEPCIONAL

SECCIONES ESTRUCTURALES

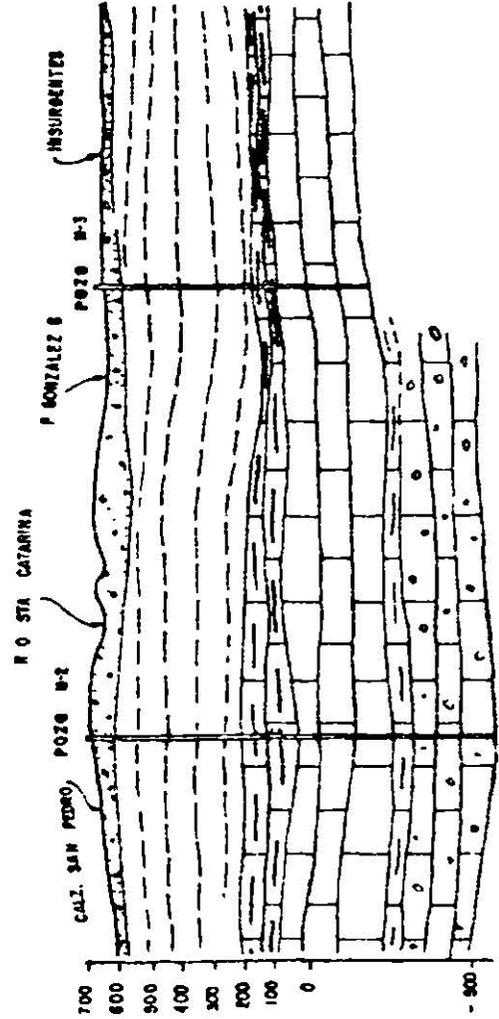
A - A' Y B - B'

MONTERREY N. L. ENRIQUE VENEZAS M. P. 0.4

## SECCION A-A' N 58° W



## SECCION B-B' N 42° E



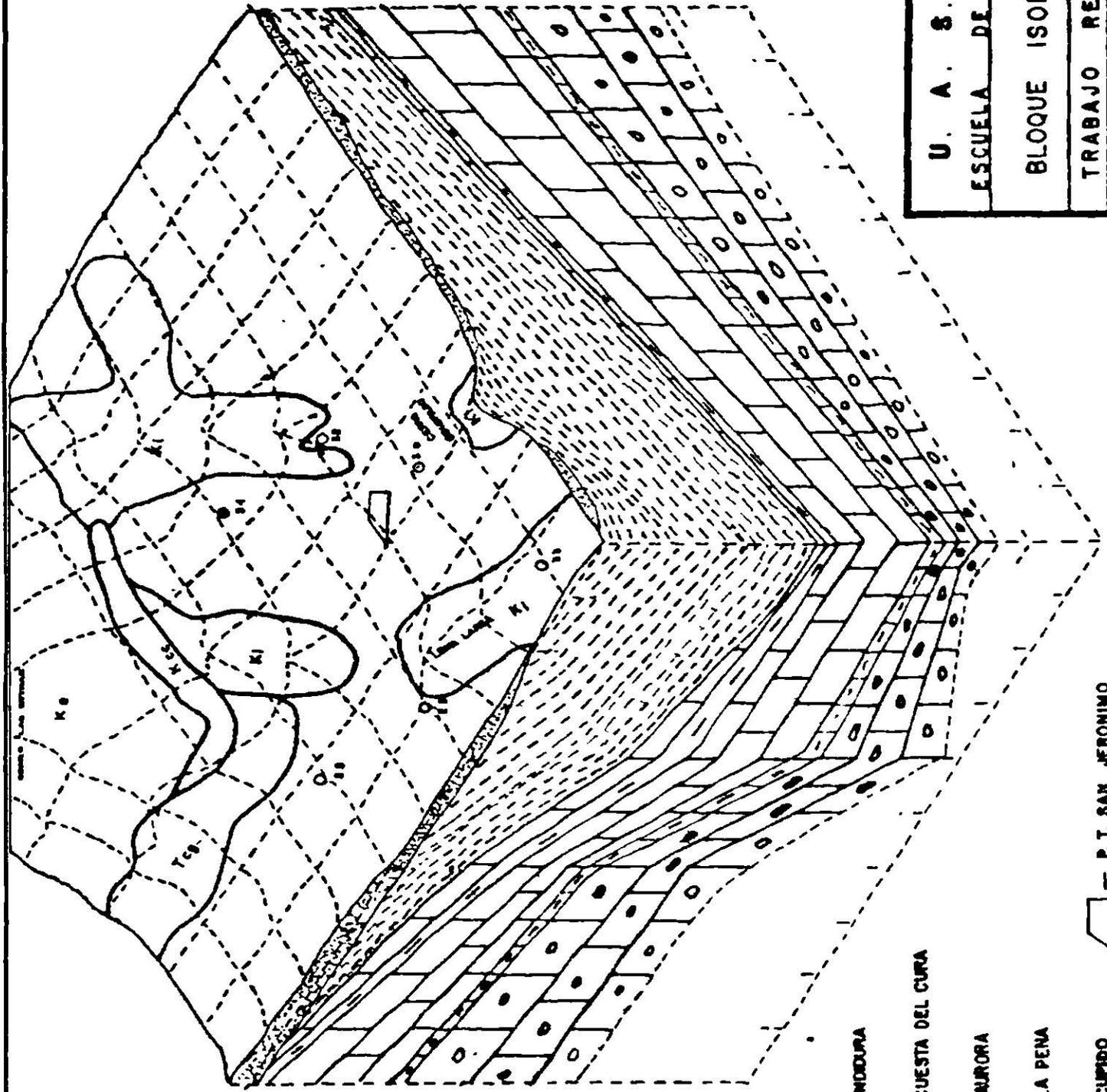
U. A. S. L. P.

ESCUELA DE INGENIERIA

BLOQUE ISOMETRICO

TRABAJO RECEPTACIONAL

MTY N. ENRIQUE VENEGAS N. 1983 Pg. 8



F. INDURIDA

F. CUESTA DEL CURA

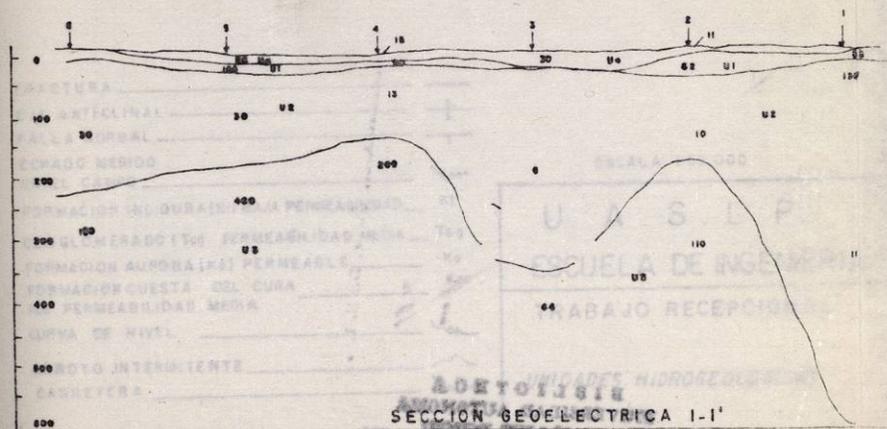
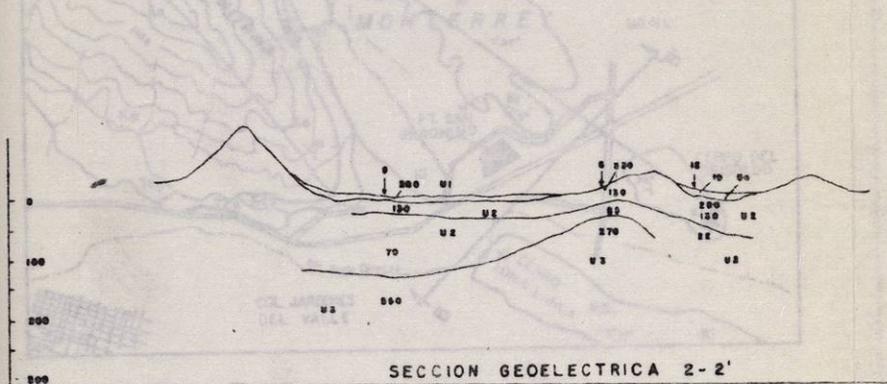
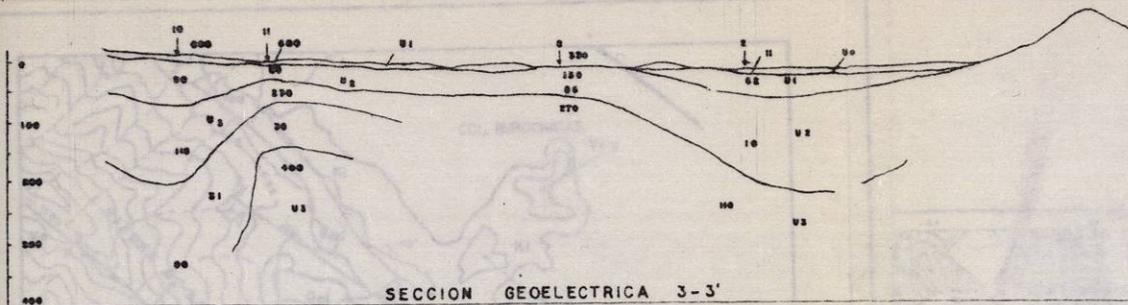
F. AURORA

F. LA PEÑA

F. CURPIDO

— P. T. SAN JERONIMO





### SIMBOLOGIA

SONDEO ELECTRICO VERTICAL

VALORES DE RESISTIVIDAD EN OHM-M

CONTACTO GEOELECTRICO

UNIDAD GEOELECTRICA

UNIDAD GEOELECTRICA	RANGO DE PROFUNDIDAD	PROFUNDIDAD	ESPESOR	POSSIBLE LITOLOGIA
U <sub>0</sub>	11-30	—	0-35	LIQ. ARENAS
U <sub>1</sub>	60-600	0-25	0-35	ARENAS, GRAVILS, CONGLOMERADOS
U <sub>2</sub>	40-100(120)	0-45	30-250	LUTITAS
U <sub>3</sub>	100-1000	30-500	—	LUTITAS — CALIZAS
U <sub>3'</sub>	30-50	—	—	LUTITAS — CALIZAS

ESCALA HORIZONTAL 1:34,000



U. A. S. L. P.  
ESCUELA DE INGENIERIA

SECCIONES GEOELECTRICAS

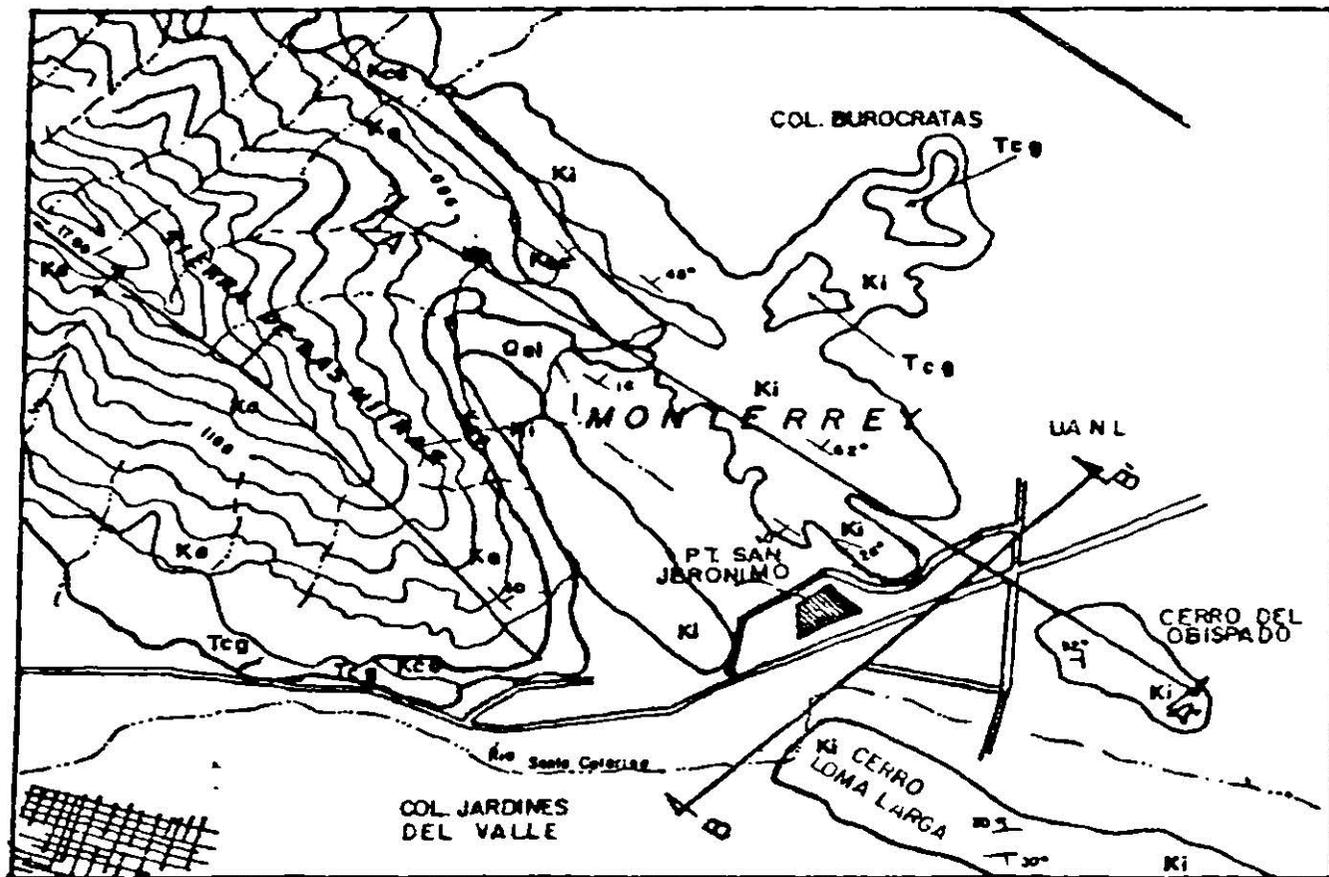
TRABAJO RECEPCIONAL

MONTERREY, N. L.

ENRIQUE VENEGAS M. 1963 FIG. 7

**BIBLIOTECA  
UNIVERSIDAD AUTONOMA  
DE SAN LUIS POTOSI**

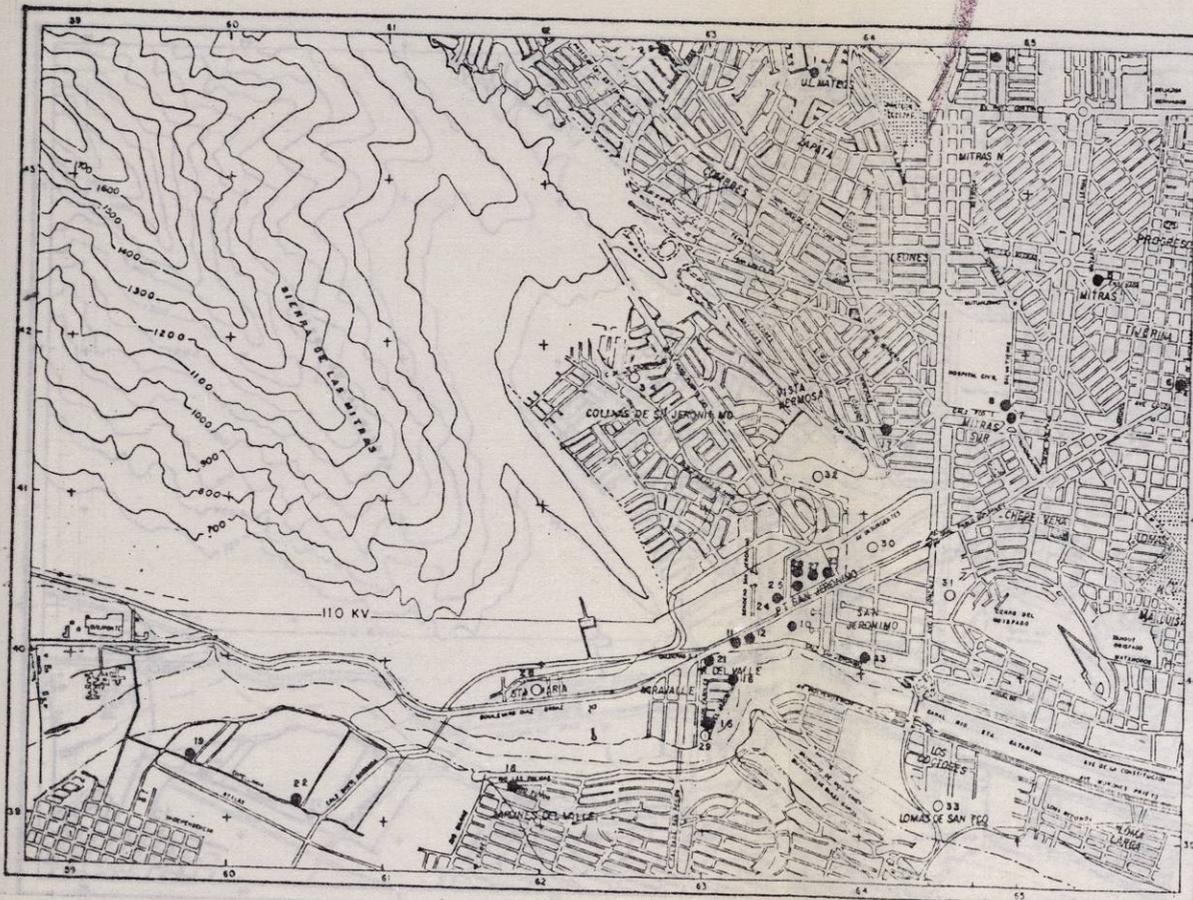
**BIBLIOTECA UNIV. DE S. L. P.**



FRACTURA	_____	———
EJE ANTICLINAL	_____	⊥
FALLA NORMAL	_____	⊥
ECHADO MEDIDO EN EL CAMPO	_____	∠ 00°
FORMACION INDIDURA (Ki) BAJA PERMEABILIDAD	_____	Ki
CONGLOMERADO (Tcg) PERMEABILIDAD MEDIA	_____	Tcg
FORMACION AURORA (Ko) PERMEABLE	_____	Ko
FORMACION CUESTA DEL CURA	_____	Kcc
Kcc PENMEABILIDAD MEDIA	_____	
CURVA DE NIVEL	_____	~
ARROYO INTERMITENTE	_____	~
CARRETERA	_____	———

ESCALA 150 000

U. A. S. L. P.  
 ESCUELA DE INGENIERIA  
 TRABAJO RECEPCIONAL  
 UNIDADES HIDROGEOLOGICAS



### SIMBOLOGIA

PLANTA TERMoeLECTRICA 

CARRETERA 

RIO 

VIA DE FERROCARRIL 

CURVA DE NIVEL 

CIUDAD 

POZO SOMERO 

POZO PROFUNDO 

0 100 200 300

1 = 20,000

NOTA: CONFORME A LA PLANTA DE ALUMBRAMIENTO

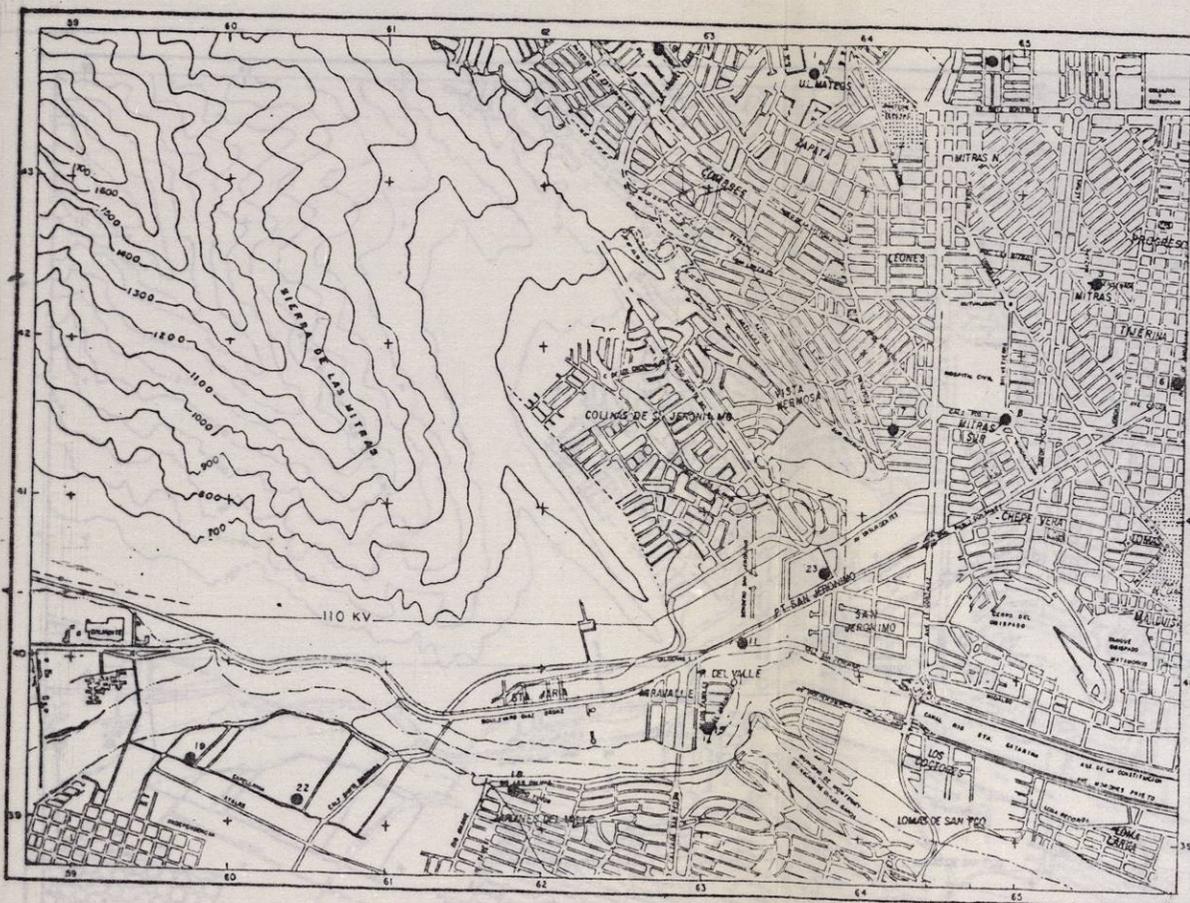
ESCALA GRAFICA

U. A. S. L. P.  
ESCUELA DE INGENIERIA

LOCALIZACION DE ALUMBRAMIENTOS

TRABAJO RECEPCIONAL

MONTERREY N. L. ENRIQUE VENEGASH FIG. 9



**SIMBOLOGIA**

- PLANTA TERMoeLECTRICA
- CARRETERA
- RIO
- VIA DE FERROCARRIL
- CURVA DE NIVEL
- CIUDAD
- POZO SOMERO

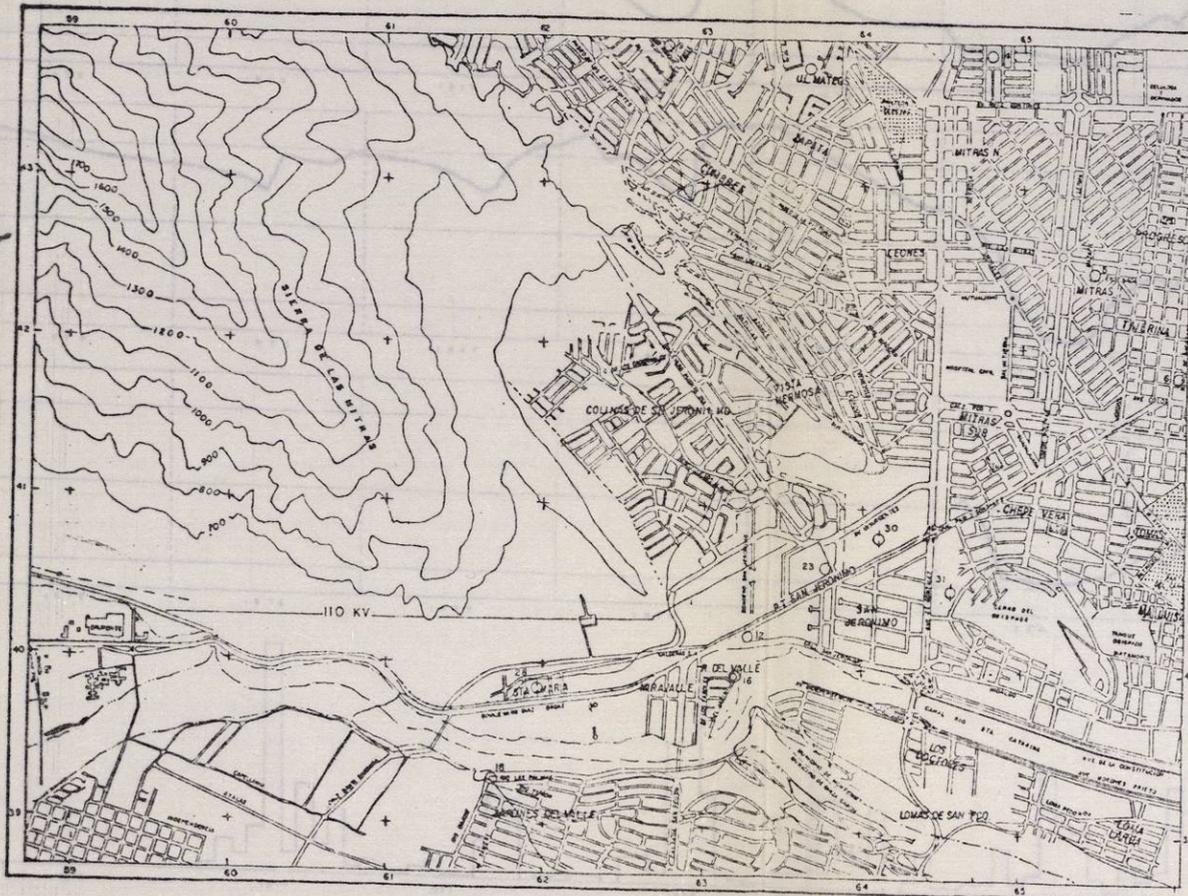
0 500 1000  
 1 = 20,000  
 ESCALÁ GRAFICA  
NOTA: DIMENSIONES DE PLANO  
 REDUCIDAS

**U. A. S. L. P.**  
**ESCUELA DE INGENIERIA**

LOCALIZACION DE POZOS PILOTO  
 ACUIFERO SOMERO

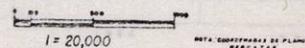
TRABAJO RECEPCIONAL

MONTERREY N. L. ENRIQUE VENEGASH FIG. 10



**SIMBOLOGIA**

- PLANTA TERMoeLECTRICA
- CARRETERA
- RIO
- VIA DE FERROCARRIL
- CURVA DE NIVEL
- CIUDAD
- POZO SOMERO
- POZO PROFUNDO

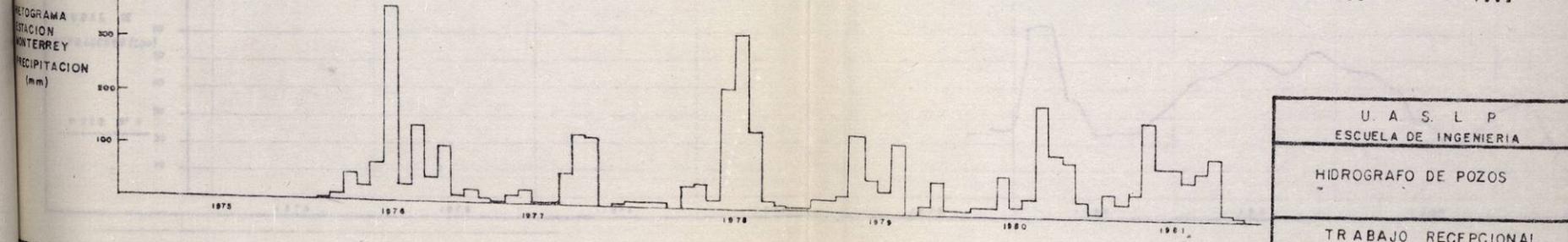
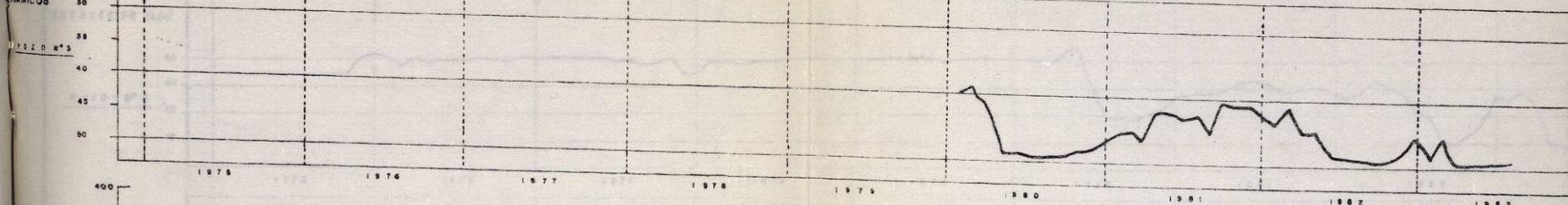
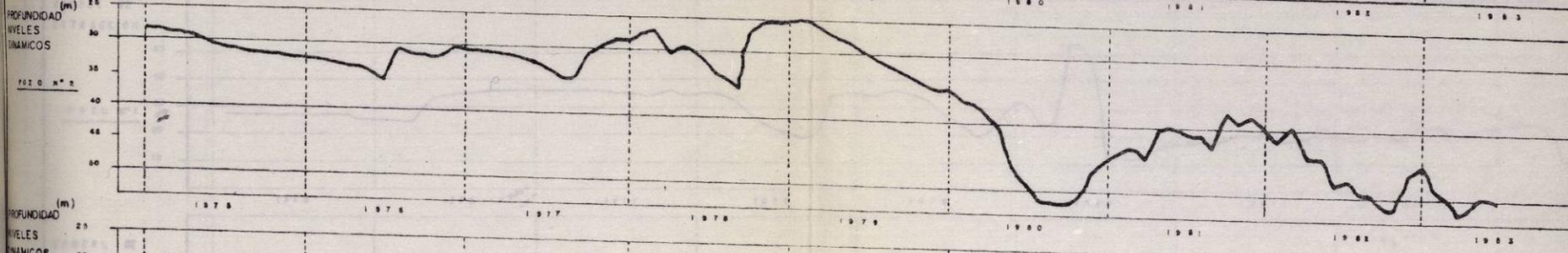


U. A. S. L. P.  
 ESCUELA DE INGENIERIA

LOCALIZACION DE ALUMBRAMIENTOS  
 MUESTREADOS

TRABAJO RECEPCIONAL

# HIDROGRAFO DE POZOS PT. SAN JERONIMO



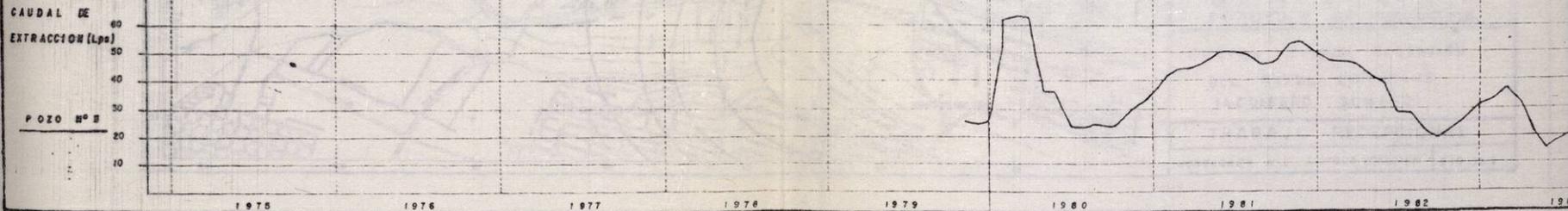
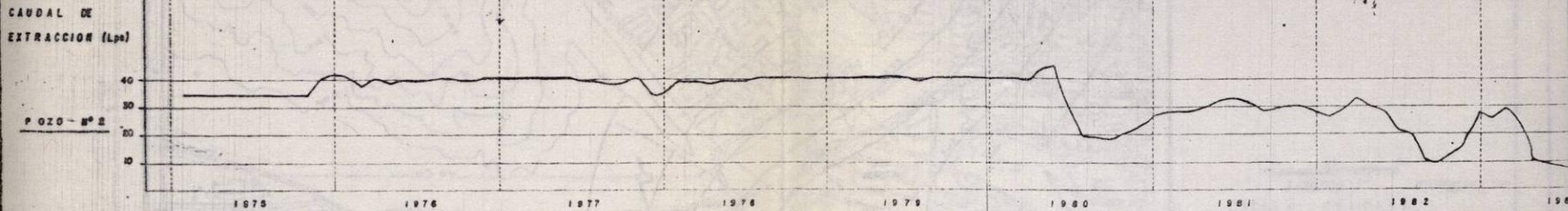
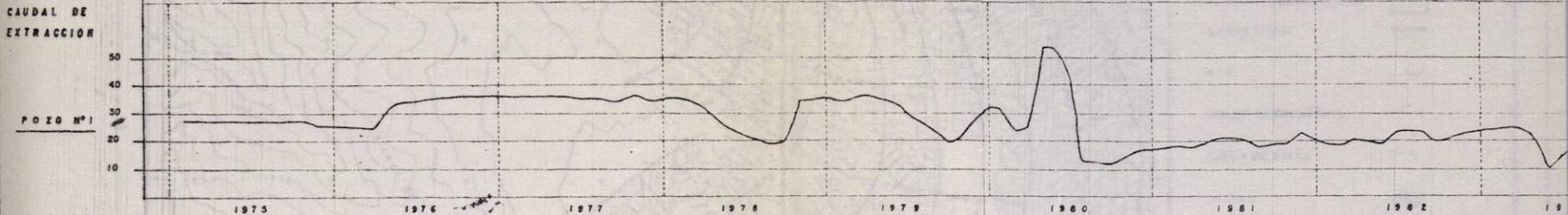
U. A. S. L. P. ESCUELA DE INGENIERIA
HIDROGRAFO DE POZOS
TRABAJO RECEPCIONAL
MTY. N. L. ENRIQUE VENEGAS H. 1983 FIG. 12

# CAUDAL DE EXTRACCION

U.A.S.L.P.  
ESC. DE ING.  
TRABAJO RECEPTACIONAL

MONTERREY N.L. ENRIQUE VIDEOS N. P.O. N. 1

P.T. S A N J E R O N I M O





**SIMBOLOGIA**

- PLANTA TERMoeLECTRICA 
- CARRETERA 
- RIO 
- VIA DE FERROCARRIL 
- CURVA DE NIVEL 
- CIUDAD 
- POZO SOMERO 

0 100 200  
 1 = 20,000

NOTA: COORDENADAS DE PLANO MERCATOR

ESCALA GRAFICA

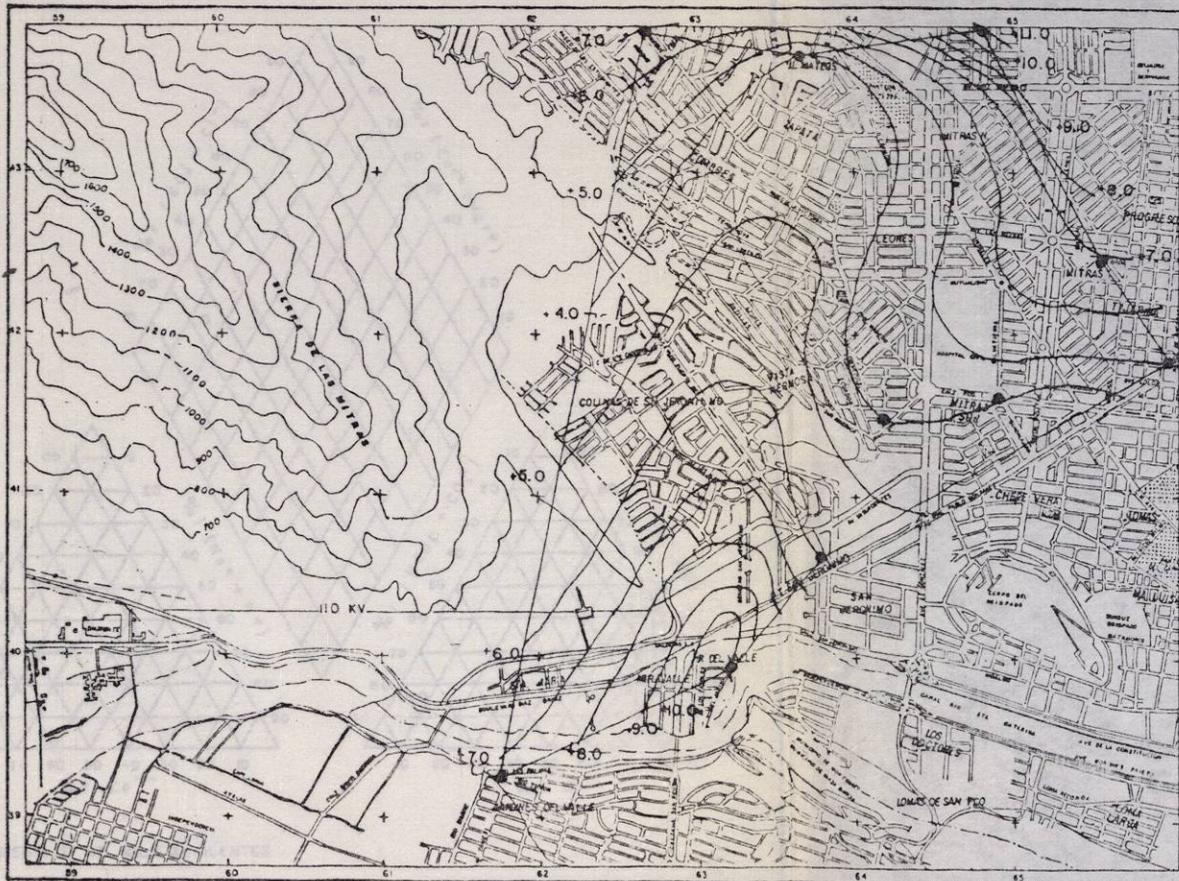
**U. A. S. L. P.**  
 ESCUELA DE INGENIERIA

CURVAS DE IGUAL ELEVACION  
 DEL NIVEL ESTATICO  
 (ACUIFERO SOMERO)

TRABAJO RECEPCIONAL

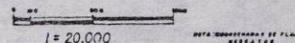
MONTERREY N. L. ENRIQUE VENEGASH

FIG. 12.2



### SIMBOLOGIA

- PLANTA TERMoeLECTRICA
- CARRETERA
- RIO
- VIA DE FERROCARRIL
- CURVA DE NIVEL
- CIUDAD
- POZO SOMERO



ESCALA GRAFICA

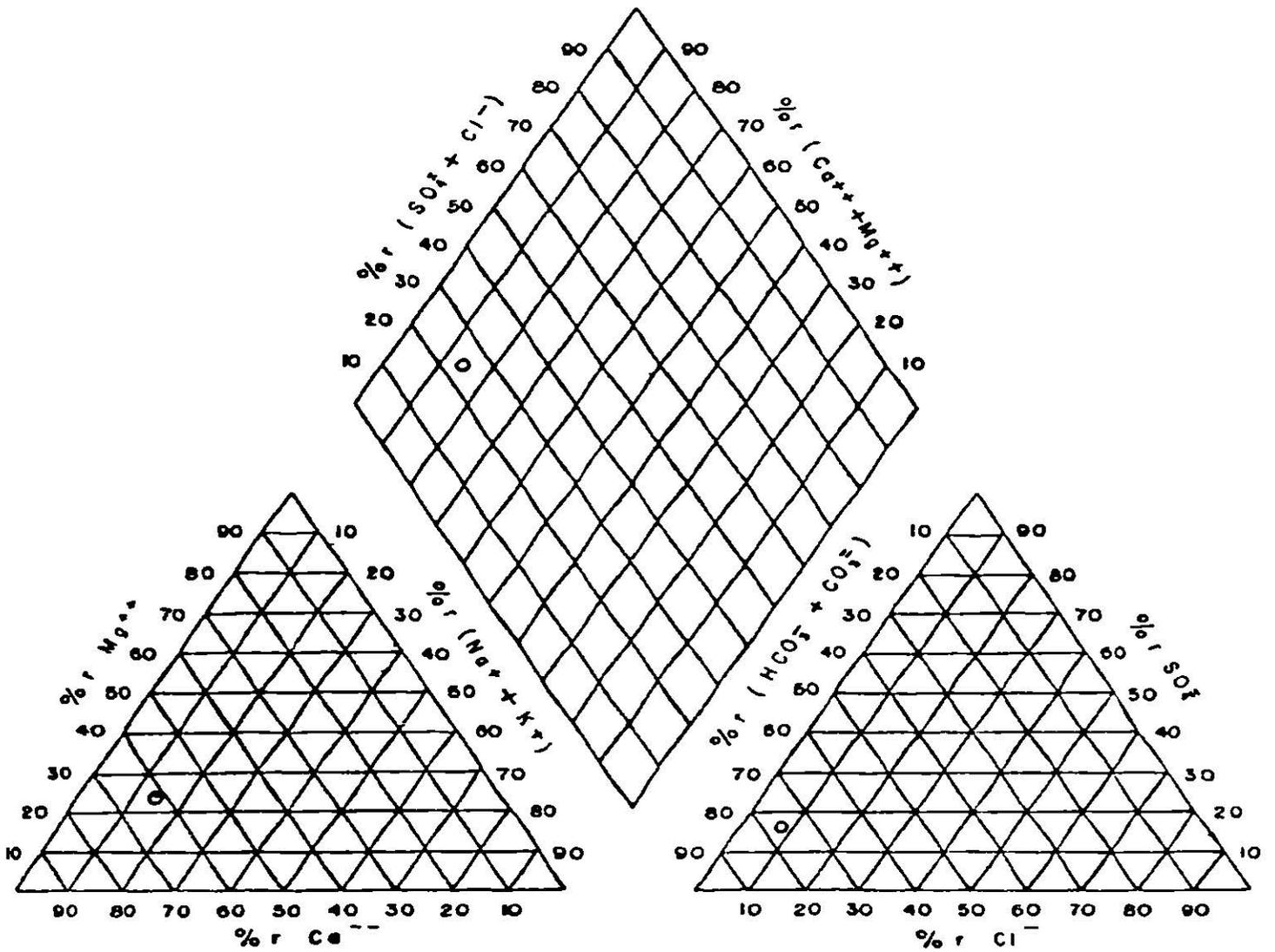
U. A. S. L. P.  
ESCUELA DE INGENIERIA

PLANO DE CURVAS DE IGUAL EVOLUCION  
DEL NIVEL ESTATICO  
(ACUIFERO SOMERO)

TRABAJO RECEPCIONAL

MONTERREY N. L. ENRIQUE VENEGASH FIG. 12.3

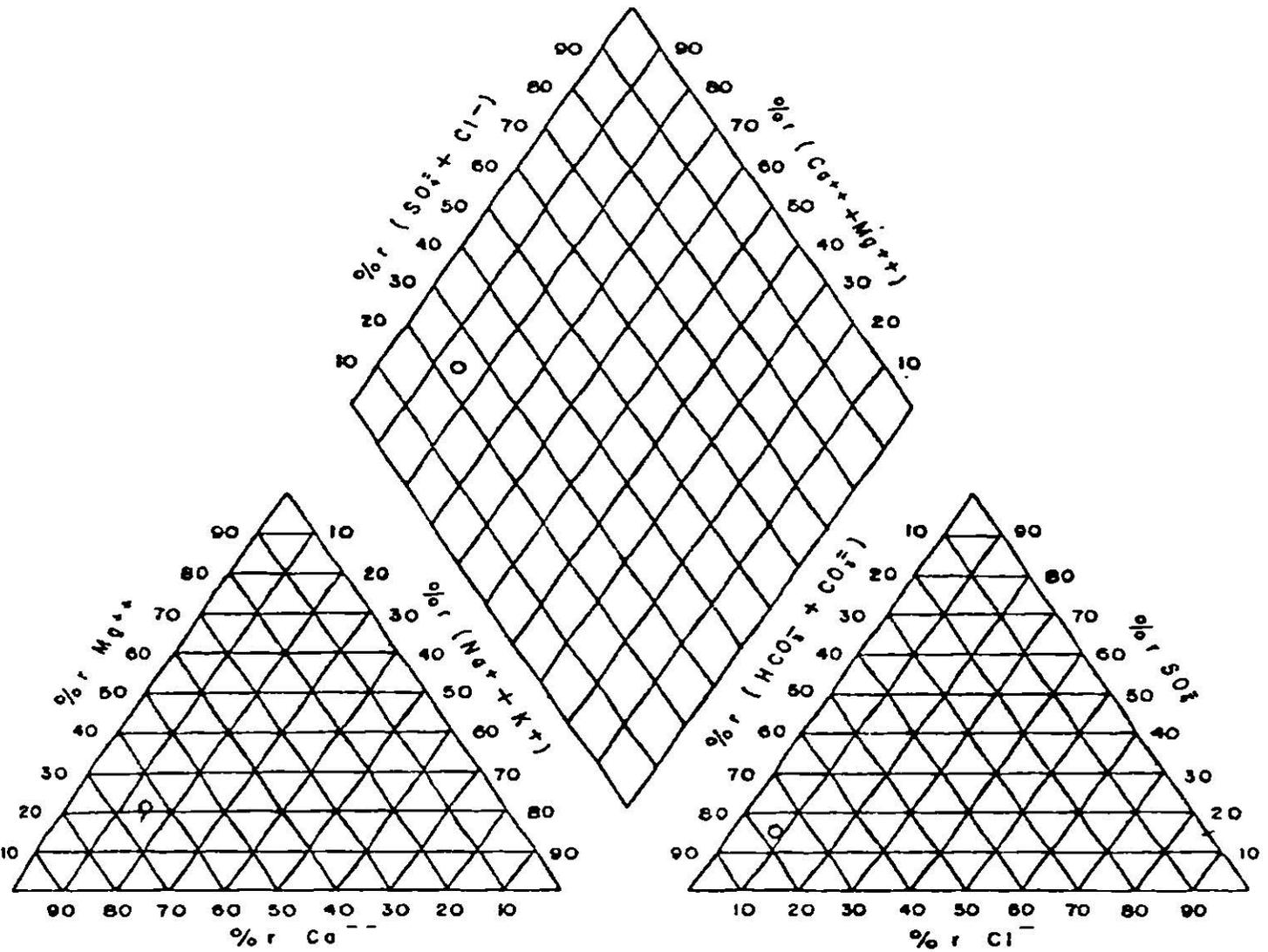
FOTOCOPIA  
 INSTITUTO TECNOLÓGICO  
 DE MONTERREY



% r = PORCENTAJE DE MILIEQUIVALENTES

Observaciones: POZO No. 9  
BICARBONATADA CALCICA  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

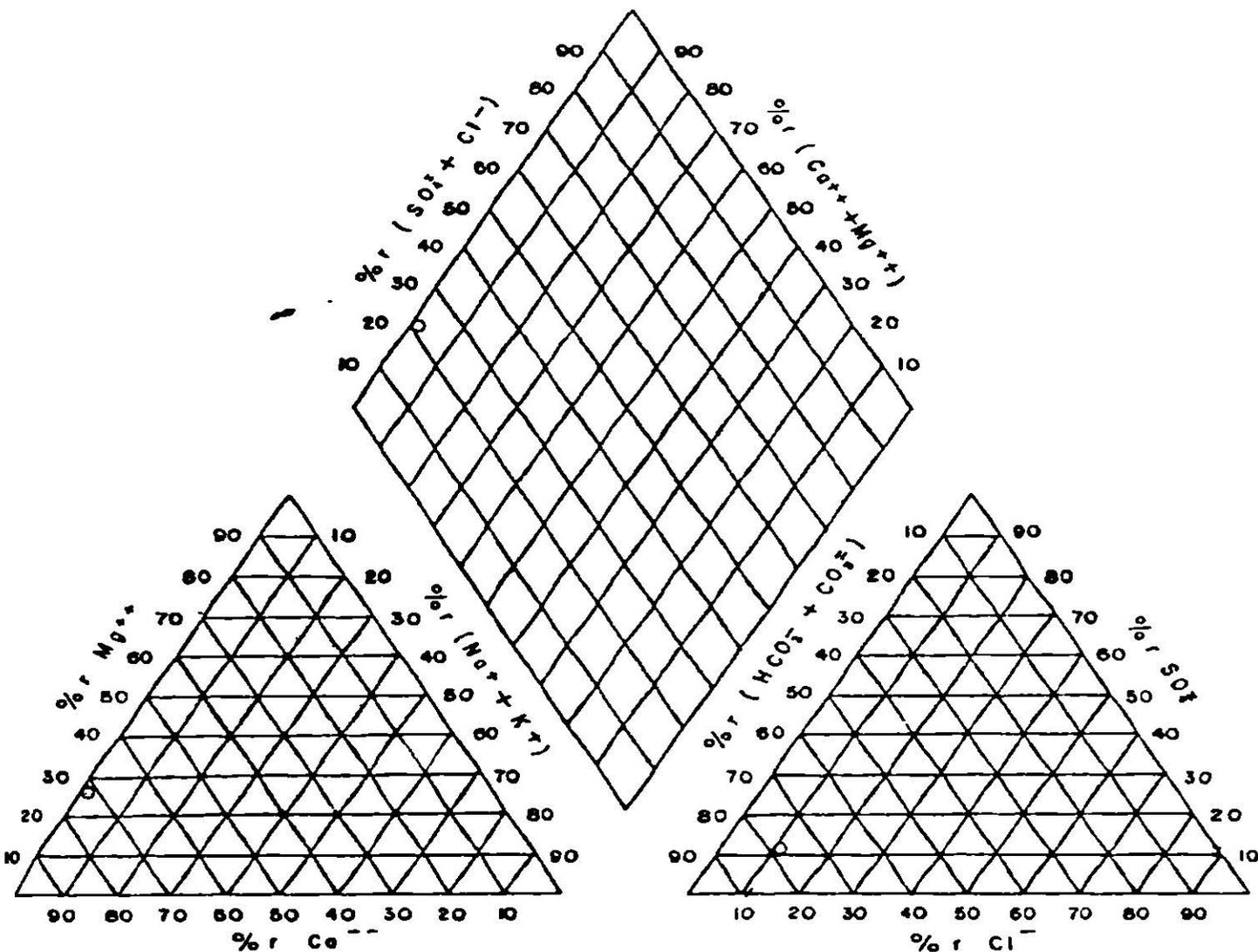
<b>U. A. S. L. P.</b>		
ESCUELA DE INGENIERIA		
DIAGRAMA DE PIPER		
TRABAJO RECEPCIONAL		
FIG.13	ENRIQUE VENEGAS	MTY N.L. 1983



% r = PORCENTAJE DE MILIEQUIVALENTES

Observaciones: POZO No. 4  
BICARBONATADA CALCICA  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

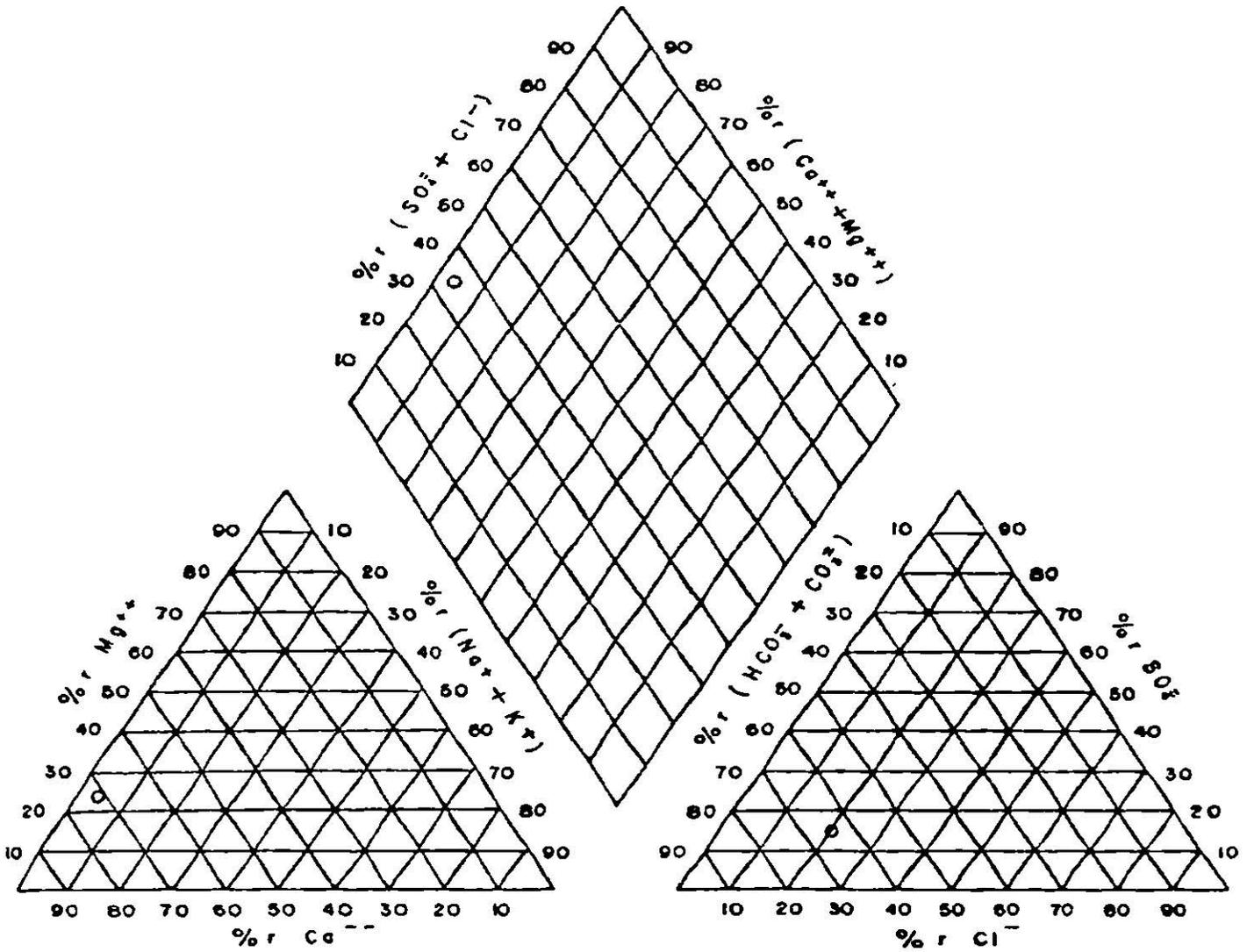
<b>U. A. S. L. P.</b>		
<b>ESCUELA DE INGENIERIA</b>		
<b>DIAGRAMA DE PIPER</b>		
<b>TRABAJO RECEPCIONAL</b>		
FIG. 14	ENRIQUE VENEGAS,	MTY N.L. 1983



% r = PORCENTAJE DE MILIEQUIVALENTES

Observaciones: POZO No. 5  
BICARBONATA CALCICA  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

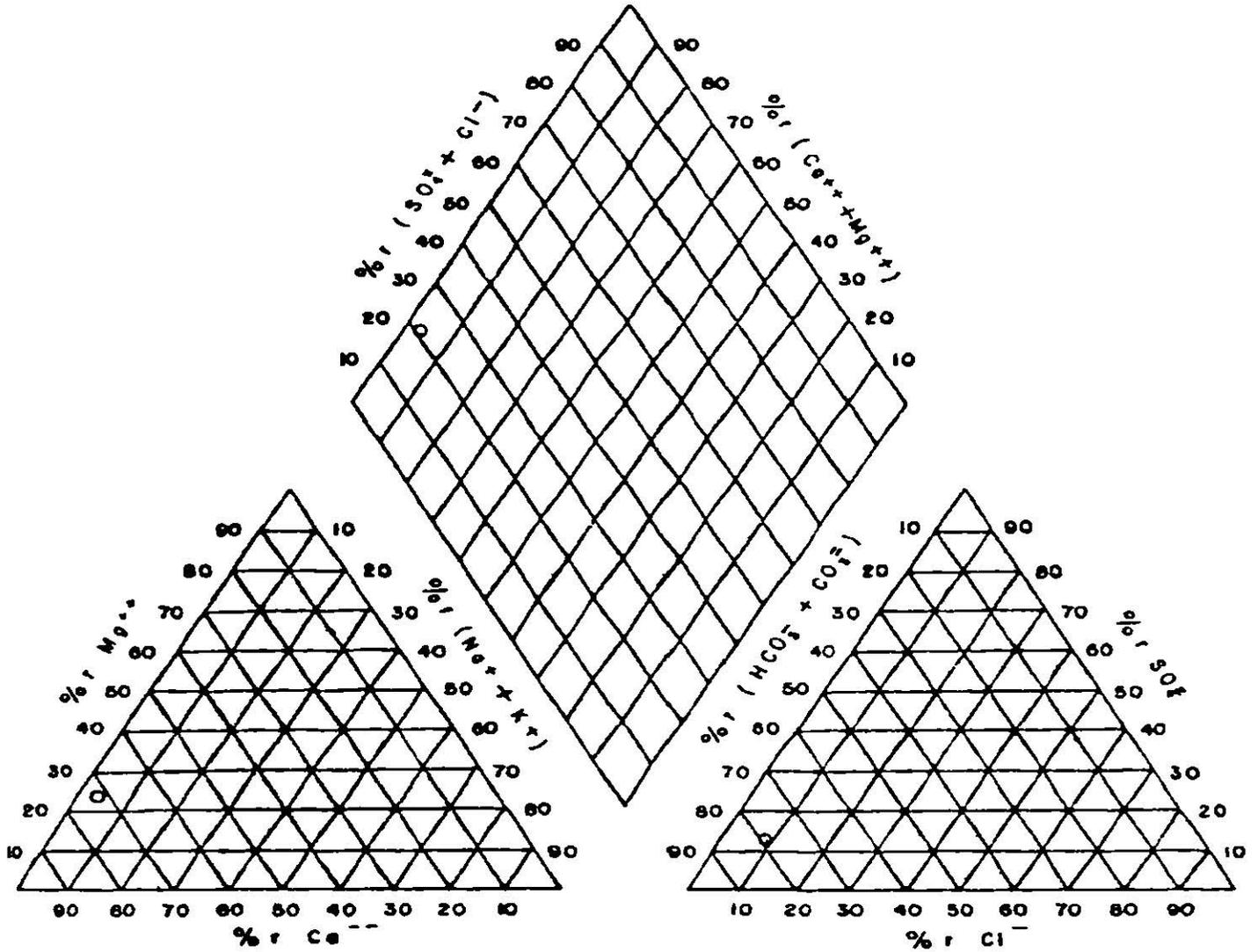
U. A. S. L. P.		
ESCUELA DE INGENIERIA		
DIAGRAMA DE PIPER		
TRABAJO RECEPCIONAL		
FIG. 15	ENRIQUE VENEGASH	MTY. N. L. 1983



% r = PORCENTAJE DE MILIEQUIVALENTES

Observaciones: POZO No. 6  
 BICARBONATADA CALCICA

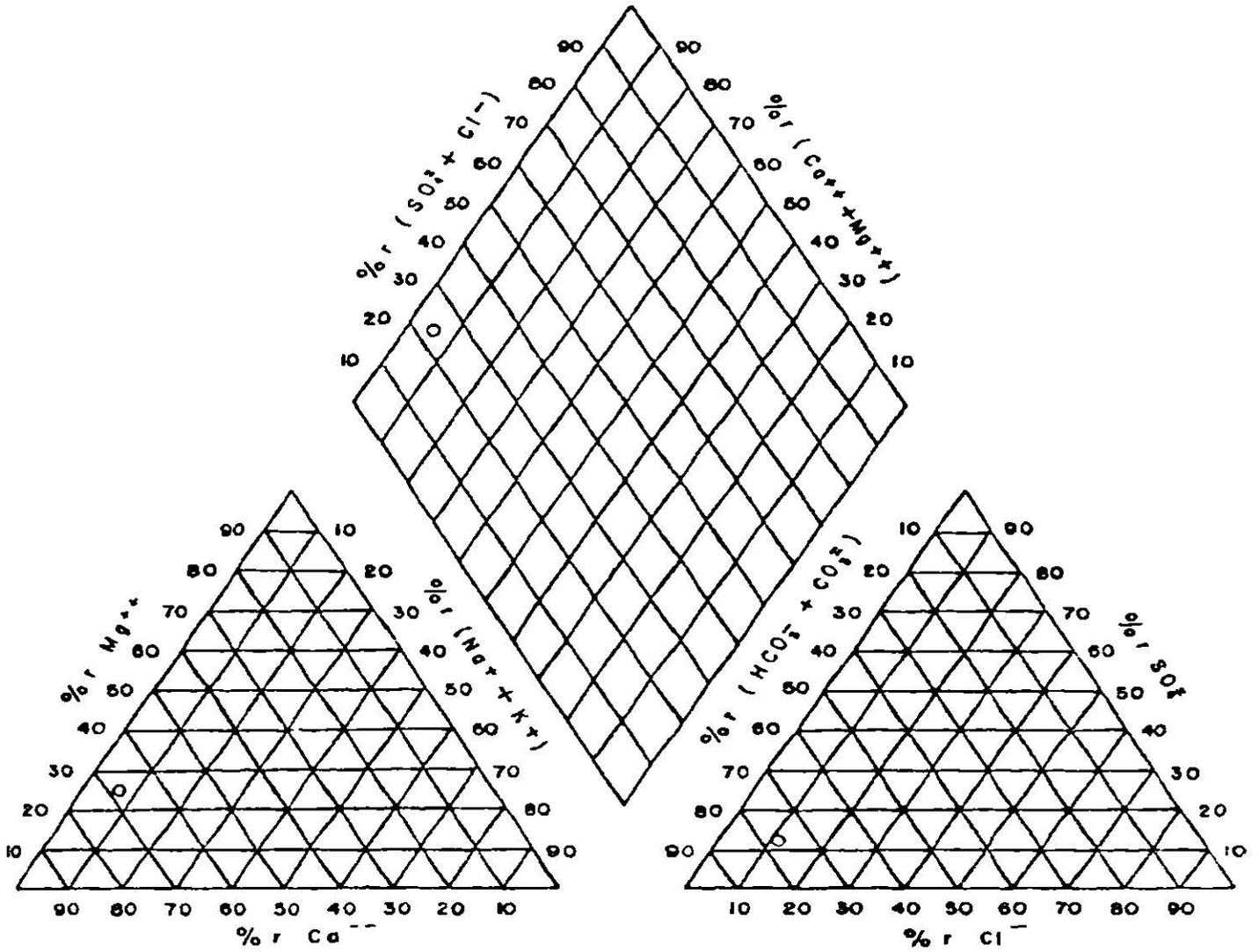
U. A. S. L. P.  
 ESCUELA DE INGENIERIA  
 DIAGRAMA DE PIPER  
 TRABAJO RECEPCIONAL  
 FIG. 16 ENRIQUE VENEGASHMTY. N. L. 1983



% r = PORCENTAJE DE MILIEQUIVALENTES

Observaciones: POZO No. 11  
BICARBONATADA CALCICA  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

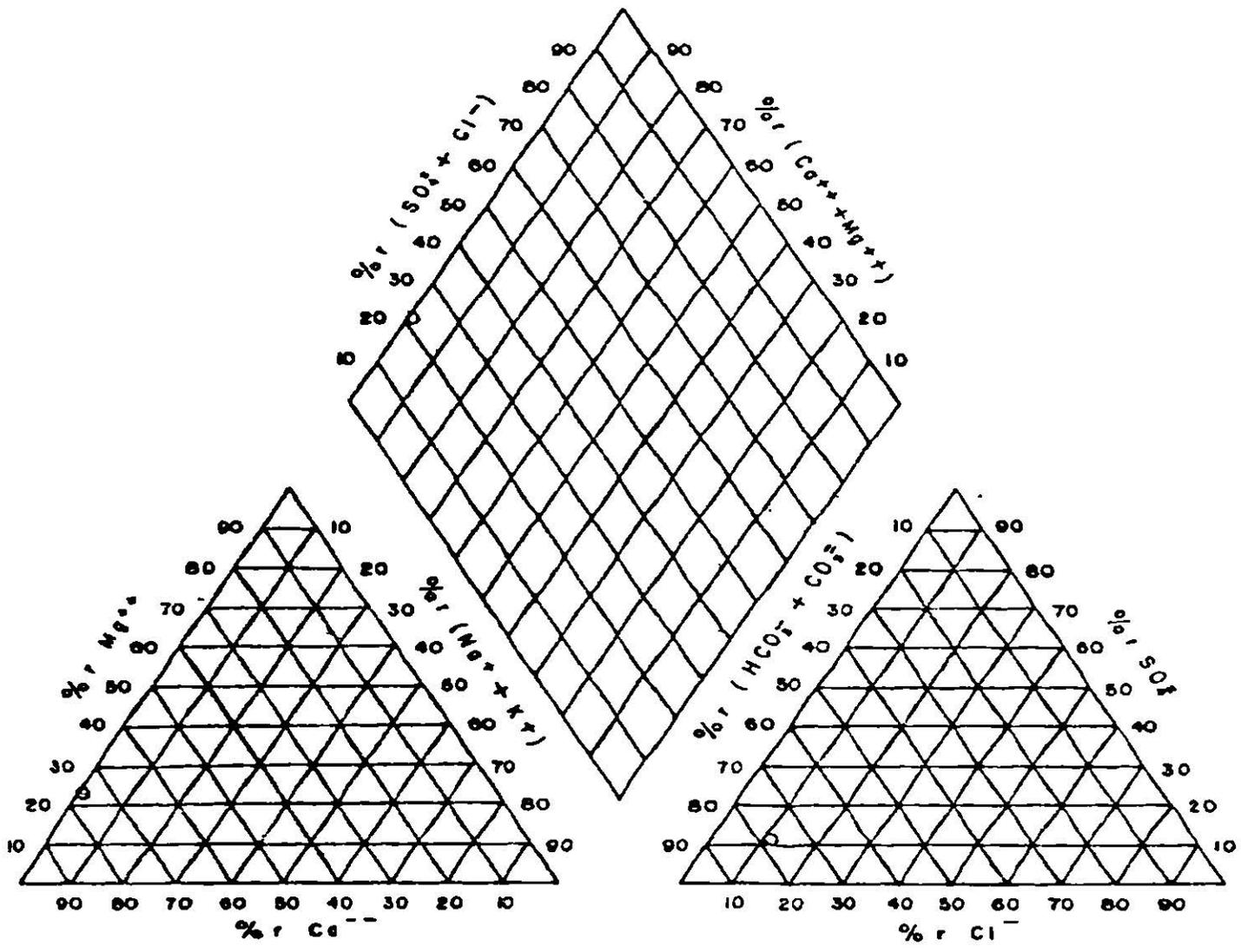
<b>U. A. S. L. P.</b>		
ESCUELA DE INGENIERIA		
DIAGRAMA DE PIPER		
TRABAJO RECEPCIONAL		
FIG.17	ENR QUE VENEGASH	MTY N. L. 1983



% r = PORCENTAJE DE MILIEQUIVALENTES

Observaciones: POZO N. 12  
 BICARBONATA CALCICA

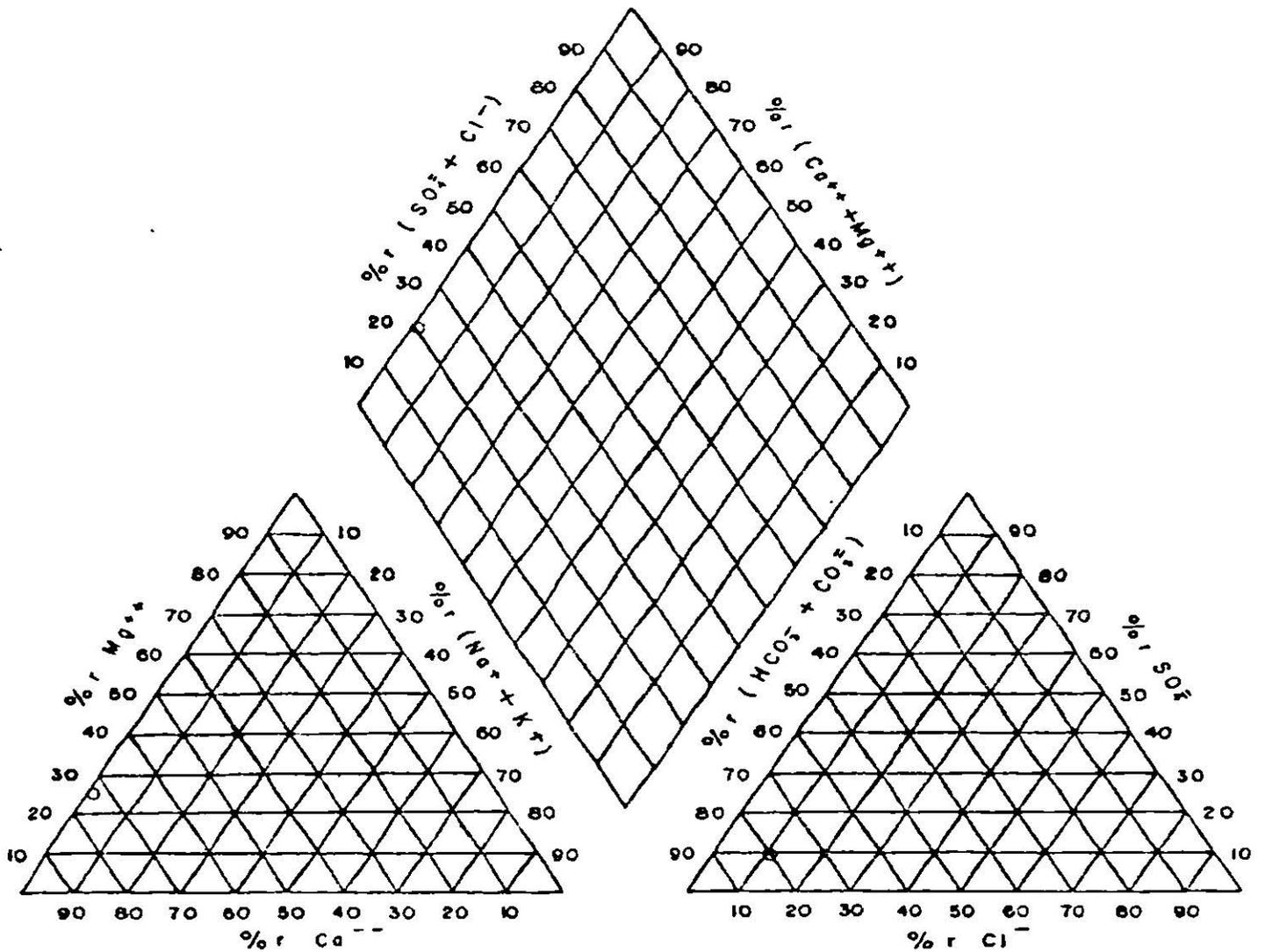
U. A. S. L. P.		
ESCUELA DE INGENIERIA		
DIAGRAMA DE PIPER		
TRABAJO RECEPCIONAL		
FIG. 1	ENRIQUE VENEGAS	MTY. N. L. 1983



% r = PORCENTAJE DE MILIEQUIVALENTES

Observaciones: POZO No. 18  
BICARBONATADA CALCICA  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

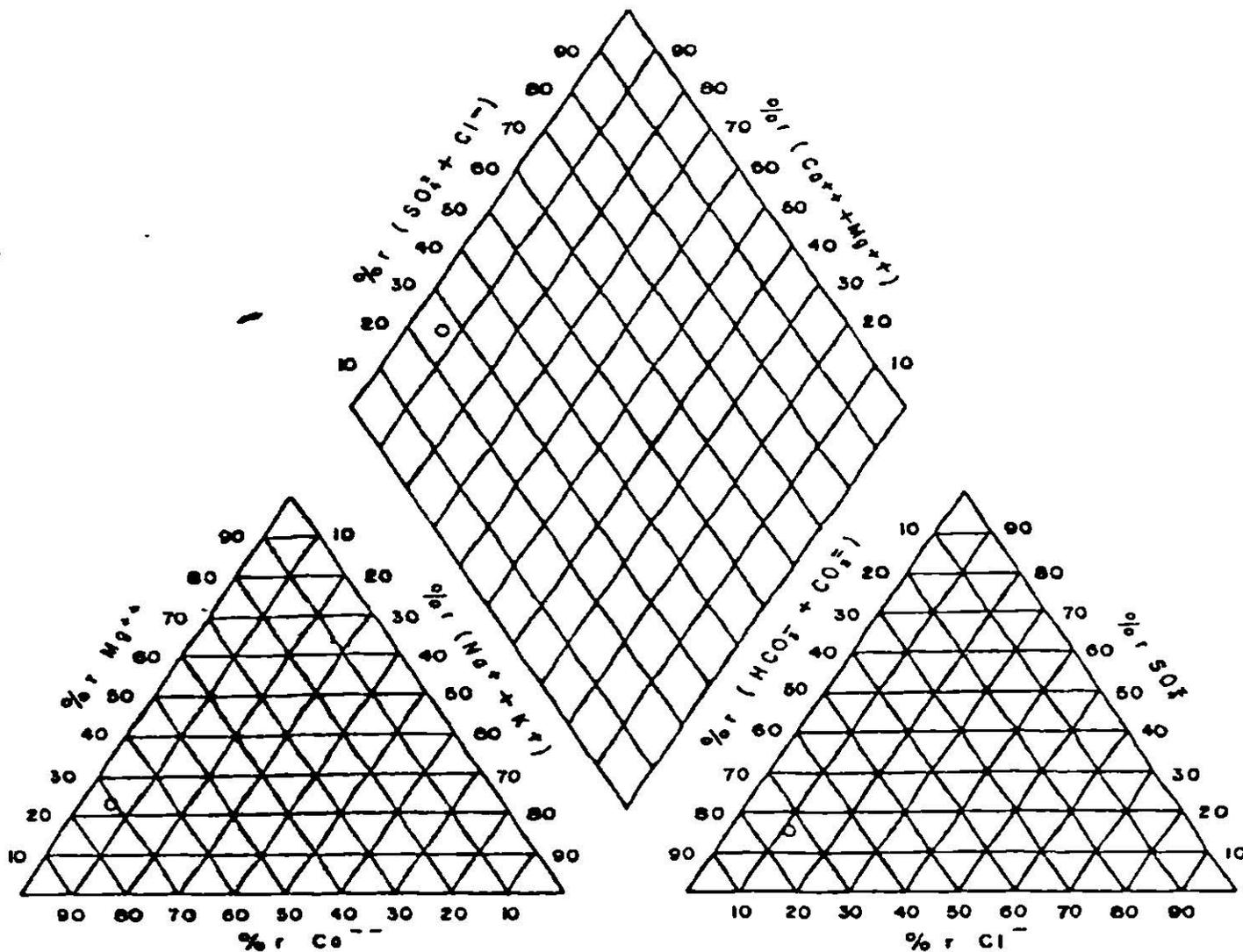
<b>U. A. S. L. P.</b>		
ESCUELA DE INGENIERIA		
DIAGRAMA DE PIPER		
TRABAJO RECEPCIONAL		
FIG. 10	ENR QUE VENEGAS,	MTY. N.L. 1983



% r = PORCENTAJE DE MILIEQUIVALENTES

Observaciones: POZO No. 16  
BICARBONATADA CALCICA  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

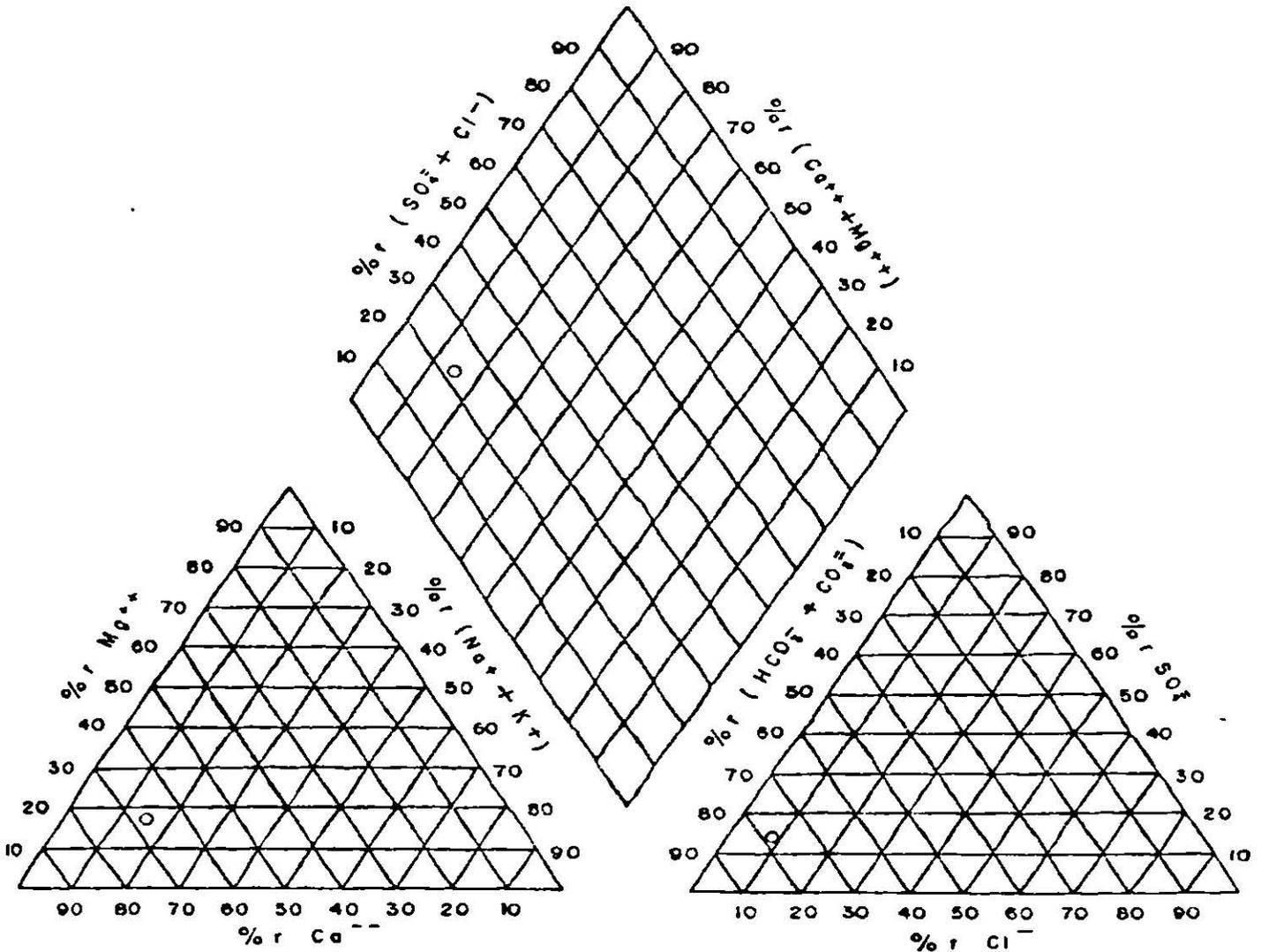
U. A. S. L. P.		
ESCUELA DE INGENIERIA		
DIAGRAMA DE PIPER		
TRABAJO RECEPCIONAL		
FIG 2	ENRIQUE VENEGAS	MTY N.L. 1983



% r = PORCENTAJE DE MILIEQUIVALENTES

Observaciones: POZO No. 28  
BICARBONATADA CALCICA  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

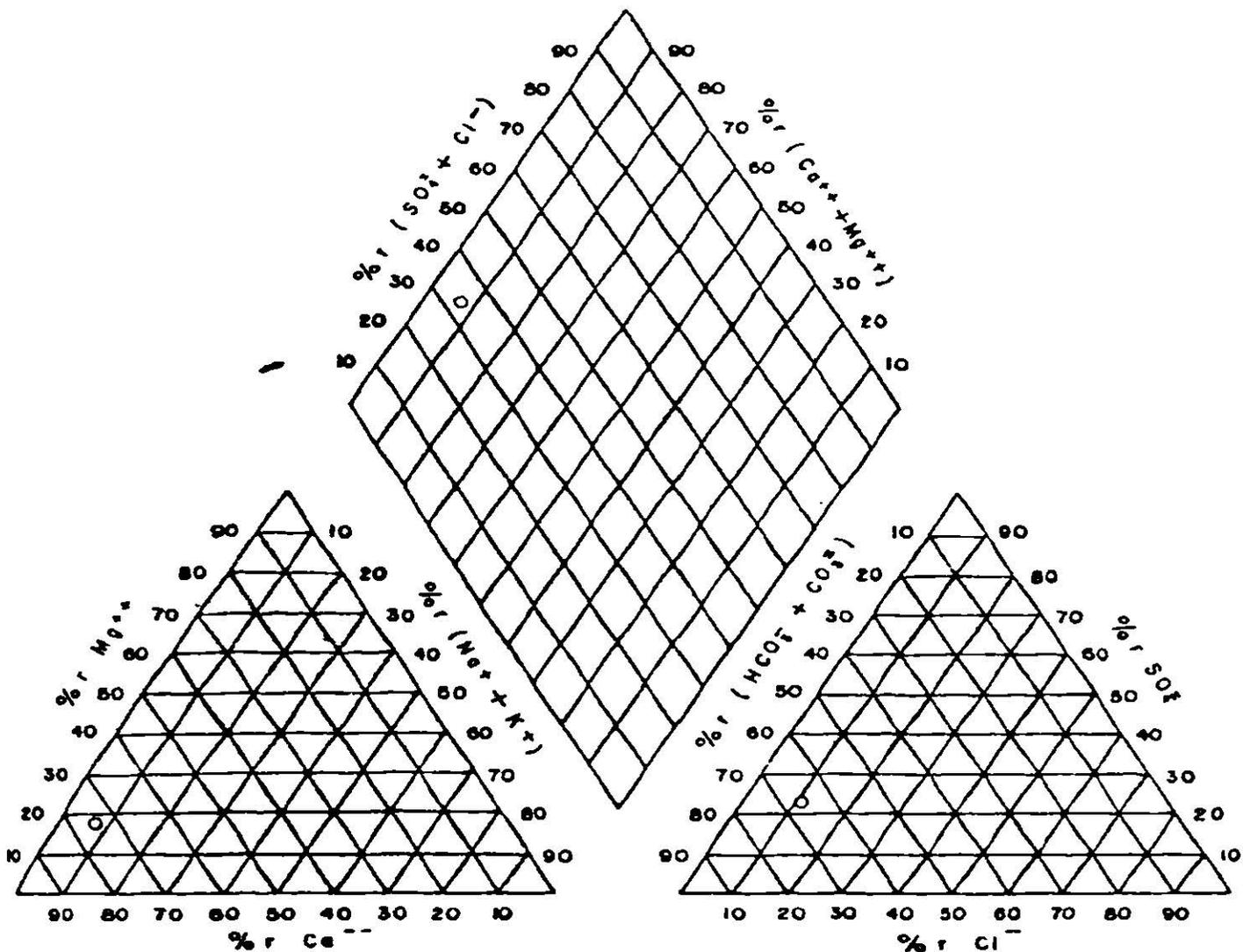
U. A. S. L. P.	
ESCUELA DE INGENIERIA	
DIAGRAMA DE PIPER	
TRABAJO RECEPCIONAL	
FIG. 21	ENRIQUE VENEGASH MTY. N.L. 1983



% r - PORCENTAJE DE MILIEQUIVALENTES

Observaciones: POZO No. 30  
BICARBONATADA CALCICA  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

<b>U. A. S. L. P.</b>		
<b>ESCUELA DE INGENIERIA</b>		
<b>DIAGRAMA DE PIPER</b>		
<b>TRABAJO RECEPCIONAL</b>		
FIG 22	ENRIQUE VENEGAS,	MTY NL 19



% r = PORCENTAJE DE MILIEQUIVALENTES

Observaciones. POZO No. 31

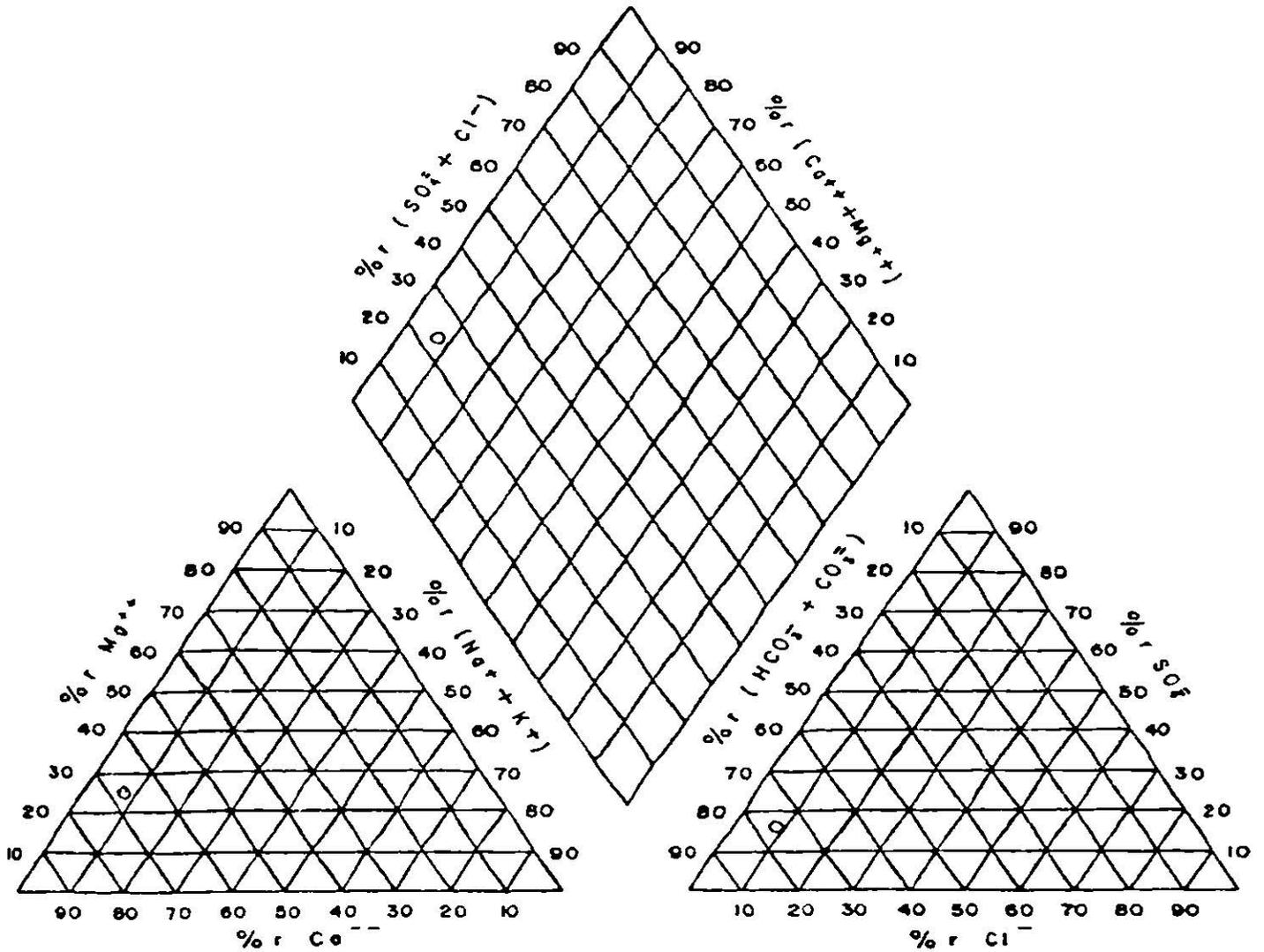
BICARBONATADA CALCICA

U. A. S. L. P.  
ESCUELA DE INGENIERIA

DIAGRAMA DE PIPER

TRABAJO RECEPCIONAL

FIG.23 ENRIQUE VENEGAS M.T.Y. N.L. 1983



% r = PORCENTAJE DE MILIEQUIVALENTES

Observaciones . \_\_\_\_\_ POZO No. 23  
 \_\_\_\_\_ BICARBONATADA CALCICA  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

<b>U. A. S. L. P.</b>		
<b>ESCUELA DE INGENIERIA</b>		
<b>DIAGRAMA DE PIPER</b>		
<b>TRABAJO RECEPCIONAL</b>		
FIG 24	ENRIQUE VENEGAS	MTY N L 1983

Muestreo E.V.H.	Fecha: JULIO 1983	Estado: N.L.	Zona: NORESTE
Altura Barométrica: m		Ubicación: COORDILLERA Y GRAN PARQUE	
Temperatura Ambiente: °C		Numero en el Censo: 9	
Temperatura del Agua: °C		Propietario: AGUA Y DRENAJE DE MONTERREY	
Tiempo de Bombeo		Profundidad 60 m. Diámetro Prof. 10"	
pH 6.8 C.E. 400 Mmhos/cm		Tipo de Fuente:	
Boro: gamas/litro		Lugar de Toma de Muestra: BROCAL	
Zinc: gamas/litro		Análisis: P.T. MONTERREY Interpretó: E.V.H.	

**ANALISIS QUIMICO**

ANIONES	P.P.M.	RECIPROCA EQUIVALENTE	UNIDAD DE REACCION	SUMA DE UNIDAD DE REACCION	%	SUMA DE %
SO <sub>4</sub>	38.0	0.0208	0.790		14.626	
	16.0		0.451		8.349	
Cl		0.0282				
NO <sub>2</sub>		0.0217				
NO <sub>3</sub>		0.0161				
			Σ A.F.	1.241		22.975
CO <sub>3</sub>		0.0333				
HCO <sub>3</sub>	253.8	0.0164	4.162		77.024	77.024
PO <sub>4</sub>		0.0316				
			Σ A.D.	4.162		99.999
<b>CATIONES</b>						
Na	15.4	0.0455	0.700		12.947	
K		0.0256				
Li		0.1441				
NH <sub>4</sub>		0.0554				
			Σ Alc.	0.700		12.947
Ca	67.2	0.0499	3.353			61.960
Mg	16.5	0.0823	1.357			25.092
			Σ T.	4.711		
					TOTAL	99.999

COLOIDES	
SiO <sub>2</sub>	6.0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
FeO	
MnO	
DUR. TOT.	236.0
SOL. TOT.	
SOL. DIS.	406.9
SOL. SUSP.	

RELACIONES	
SO <sub>4</sub> /Cl	1.751
(Cl-Na)/Mg	0.355
Na/Ca	0.208
Na/Mg	0.516
Mg/Ca	0.404

INTERPRETACION GEOQUIMICA	
CLASE DE CHASE PALMER	
TIPO-	BICARBONATADA CALCICA
	CLASE III
R.A.S.-	1.96
DATOS	%
S <sub>1</sub>	12.917
S <sub>2</sub>	10.028
S <sub>3</sub>	
A <sub>1</sub>	
A <sub>2</sub>	77.024
A <sub>3</sub>	
SUMA	99.999

**U. A. S. L. P.**  
**ESCUELA DE INGENIERIA**  
**INTERPRETACION DE ANALISIS**  
**GEOQUIMICOS**  
**TRABAJO RECEPCIONAL**

FIG. 25 ENRIQUE VENEGAS MTY. N.L. 1983

Muestreo E.V.H.	Fecha: JULIO 1983	Estado: N.L.	Zona: NORESTE
Altura Barométrica.	m	Ubicación: REYNOSA Y ORIZABA	
Temperatura Ambiente.	°C	Numero en el Censo: 4	
Temperatura del Agua:	°C	Propietario: AGUA Y DRENAJE DE MONTERREY	
Tiempo de Bombeo		Profundidad: 60 m	Diametro Prof. 10"
pH 6.9	C.E. 449	Mmhos/cm	Tipo de Fuente: POZO
Boro:	gammas/litro	Lugar de Toma' de Muestra:	
Zinc.	gammas/litro	Análisis: P.T. MONTERREY	Interpreto: E.V.H.

### ANALISIS QUIMICO

ANIONES	P.P.M	RECIPROCA EQUIVALENTE	UNIDAD DE REACCION	SUMA DE UNIDAD DE REACCION	%	SUMA DE %
SO <sub>4</sub>	37.5	0.0208	0.780		14.572	
Cl	16.0	0.0282	0.451		8.429	
NO <sub>2</sub>		0.0217				
NO <sub>3</sub>		0.0161				
Σ A.F.				1.231		23.002
CO <sub>3</sub>		0.0333				
HCO <sub>3</sub>	251.3	0.0164	4.121		76.997	76.997
PO <sub>4</sub>		0.0316				
Σ A.D.				4.121		99.999
<b>CATIONES</b>						
Na	16.3	0.0455	0.741		13.800	
K		0.0256				
Li		0.1441				
NH <sub>4</sub>		0.0554				
Σ A.C.				0.741		13.800
Ca	70.4	0.0499	3.512			65.372
Mg	13.6	0.0823	1.119			20.827
Σ T				4.632		
					TOTAL	99.999

COLOIDES	
SiO <sub>2</sub>	7.0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
FeO	
MnO	
DUR. TOT.	232.0
SOL TOT.	
SOL DIS.	
SOL SUSP	

RELACIONES	
SO <sub>4</sub> /Cl	1.728
(Cl-Na)/Na	0.018
Na/Ca	0.231
Na/Mg	1.198
Mg/Ca	0.193

INTERPRETACION GEOQUIMICA		CLASE DE CHASE PALMER	
TIPO.- BICARBONATADA CALCICA			
CLASE III			
R.A.S.- 2.10			
<b>U. A. S. L. P.</b>			
ESCUELA DE INGENIERIA			
INTERPRETACION DE ANALISIS			
GEOQUIMICOS			
TRABAJO RECEPCIONAL			
FIG 26	ENRIQUE VENEGAS	MTY.	N.L. 1983

DATOS	%
S <sub>1</sub>	13.800
S <sub>2</sub>	9.202
S <sub>3</sub>	
A <sub>1</sub>	
A <sub>2</sub>	76.997
A <sub>3</sub>	
SUMA	99.999

Muestreo E.V.H.	Fecha: Julio 1983	Estado: N.L.	Zona: Noreste
Altura Barométrica.	m	Ubicación	Ensenada y Real del Castillo
Temperatura Ambiente.	°C	Numero en el Censo:	5
Temperatura del Agua:	°C	Propietario	Agua y Drenaje de Monterrey
Tiempo de Bombeo		Profundidad:	70.0 m Diámetro Prof. 10"
pH 6.8	C. E. 730	Mmhos/cm.	Tipo de Fuente: Pozo
Boro:	gammas/litro	Lugar de Toma' de Muestra:	Brocal
Zinc:	gammas/litro	Analiza':	P.T. Monterrey Interpreto: E.V.H.

**ANALISIS QUIMICO**

ANIONES	P.P.M.	RECIPROCA EQUIVALENTE	UNIDAD DE REACCION	SUMA DE UNIDAD DE REACCION	%	SUMA DE %
SO <sub>4</sub>	40.0	0.0208	0.8320		10.8014	
Cl	28.0	0.0282	0.7896		10.2509	
NO <sub>2</sub>		0.0217				
NO <sub>3</sub>		0.0161				
<b>Σ A.F.</b>				1.6216		21.0523
CO <sub>3</sub>		0.0333				
HCO <sub>3</sub>	370.8	0.0164	6.0811		78.9476	78.9476
PO <sub>4</sub>		0.0316				
<b>Σ A.D.</b>				6.0811		99.9999
CATIONES						
Na	0.5	0.0455	0.0227		0.2953	
K		0.0256				
Li		0.1441				
NH <sub>4</sub>		0.0554				
<b>Σ Aic.</b>				0.0227		0.2953
Ca	112.0	0.0499	5.5888			72.7197
Mg	25.2	0.0823	2.0739			26.9849
<b>Σ T.</b>				7.6627		
<b>TOTAL</b>						99.9999

COLOIDES	
SiO <sub>2</sub>	18.0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
FeO	
MnO	
DUR. TOT.	384.0
SOL. TOT.	
SOL. DIS.	576.5
SOL. SUSP.	

RELACIONES	
SO <sub>4</sub> /Cl	1.053
(Cl-Na)/M	33.7135
Na/Ca	0.004
Na/Mg	0.010
Mg/Ca	0.371

INTERPRETACION GEOQUIMICA	
CLASE DE CHASE PALMER	
TIPO-	BICARBONATADA CALCICA
	CLASE III
R.A.S.-	0.041

DATOS	%
S <sub>1</sub>	0.295
S <sub>2</sub>	20.757
S <sub>3</sub>	
A <sub>1</sub>	
A <sub>2</sub>	78.947
A <sub>3</sub>	
SUMA	99.999

<b>U. A. S. L. P.</b>		
ESCUELA DE INGENIERIA		
INTERPRETACION DE ANALISIS GEOQUIMICOS		
TRABAJO RECEPCIONAL		
FIG.27	ENRIQUE VENEGAS	MTY. N.L. 1983

OBSERVACIONES

Muestreo	L.V.H.	Fecha.	Julio 1985	Estado:	N.L.	Zona:	Noreste
Altura Barométrica:			m	Ubicación:	Cap. Aguilar y Via IFOC.	Col.	Talleres
Temperatura Ambiente.			°C	Numero en el Censo:	6		
Temperatura del Agua			°C	Propietario:	Agua y Drenaje de Monterrey		
Tiempo de Bombeo				Profundidad:	70.0 m	Diametro Prof.	10"
pH	7.0	C. E.	890	Mmhos/cm		Tipo de Fuente:	Pozo
Boro:			gammas/litro	Lugar de Toma' de Muestra'	Brocal		
Zinc:			gammas/litro	Analizo':	P.T. Monterrey	Interpreto:	E.V.H.

**ANALISIS QUIMICO**

ANIONES	P.P.M.	RECIPROCA EQUIVALENTE	UNIDAD DE REACCION	SUMA DE UNIDAD DE REACCION	%	SUMA DE %
SO <sub>4</sub>	60.0	0.0208	1.2480		15.8613	
Cl	56.0	0.0282	1.5790		20.0681	
NO <sub>2</sub>		0.0217				
NO <sub>3</sub>		0.0161				
<b>Σ A.F.</b>				2.8270		35.9294
CO <sub>3</sub>		0.0333				
HCO <sub>3</sub>	307.4	0.0164	5.0113		64.0705	64.0705
PO <sub>4</sub>		0.0316				
<b>Σ A.D.</b>				5.0413		99.9999
<b>CATIONES</b>						
Na	9.8	0.0455	0.4459		5.6599	
K		0.0256				
Li		0.1441				
NH <sub>4</sub>		0.0554				
<b>Σ Alc</b>				0.4459		5.6599
Ca	112.0	0.0499	5.5989			70.9400
Mg	22.4	0.0823	1.8135			25.4000
<b>Σ T.</b>				7.4325		
					<b>TOTAL</b>	99.9999

COLOIDES	
SiO <sub>2</sub>	16.0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
FeO	
MnO	
DUR. TOT.	372.0
SOL. TOT.	
SOL. DIS.	567.6
SOL. SUSP.	

RELACIONES	
SO <sub>4</sub> /Cl	0.790
(Cl-Na)/Mg	2.545
Na/Ca	0.079
Na/Mg	3.031
Mg/Ca	0.329

DATOS	%
S <sub>1</sub>	5.650
S <sub>2</sub>	30.269
S <sub>3</sub>	
A <sub>1</sub>	
A <sub>2</sub>	64.070
A <sub>3</sub>	
SUMA	99.999

**INTERPRETACION GEOQUIMICA**  
CLASE DE CHASE PALMER

TIPO: BICARBONATADA CALCICA  
CLASE III  
R.A.S.- 0.824

<b>U. A. S. L. P.</b>	
ESCUELA DE INGENIERIA	
INTERPRETACION DE ANALISIS GEOQUIMICOS	
TRABAJO RECEPCIONAL	
FIG. 28	ENRIQUE VENEGAS MTY. N.L. 1985

OBSERVACIONES

Muestro E.V.H	Fecha: Julio 1983	Estado: N.L.	Zona: Noreste
Altura Barométrica:	m	Ubicación: Ave. San Jerónimo y Pablo Glz. G.	
Temperatura Ambiente.	°C	Numero en el Censo: 11	
Temperatura del Agua.	°C	Propietario Agua y Drenaje de Monterrey	
Tiempo de Bombeo		Profundidad: 60.0 m	Diametro Prof. ""
pH 6.6	C.E. 660	Mmhos/cm	Tipo de Fuente: Pozo
Boro:	gammas/litro	Lugar de Toma' de Muestra:	Bucal
Zinc:	gammas/litro	Analizo': p.T. Monterrey	Interpreto: E.V.H.

**ANALISIS QUIMICO**

ANIONES	P.P.M	RECIPROCA EQUIVALENTE	UNIDAD DE REACCION	SUMA DE UNIDAD DE REACCION	%	SUMA DE %
SO <sub>4</sub>	40.0	0.0208	0.8320		11.4457	
Cl	24.0	0.0282	0.6758		9.2368	
NO <sub>2</sub>		0.0217				
NO <sub>3</sub>		0.0161				
<b>Σ A.F.</b>				1.5078		20.7425
CO <sub>3</sub>		0.0333				
HCO <sub>3</sub>	351.3	0.0164	5.7613		79.2574	79.2574
PO <sub>4</sub>		0.0316				
<b>Σ A.D.</b>				5.7613		99.9999
<b>CATIONES</b>						
Na	5.5	0.0455	0.2502		3.4403	
K		0.0256				
Li		0.1441				
NH <sub>4</sub>		0.0554				
<b>Σ Alc.</b>				0.2502		3.4403
Ca	105.6	0.0499	5.2694			72.4565
Mg	21.3	0.0823	1.7529			24.1031
<b>Σ T.</b>				7.0223		
<b>TOTAL</b>						99.9999

COLOIDES	
SiO <sub>2</sub>	14.0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
FeO	
MnO	
DUR. TOT	352.0
SOL. TOT.	
SOL. DIS.	547.7
SOL. SUSP.	

RELACIONES	
SO <sub>4</sub> /Cl	1.231
(Cl-Na)/Na	1.702
Na/Ca	0.04
Na/Mg	0.142
Mg/Ca	0.332

**INTERPRETACION GEOQUIMICA**  
CLASE DE CHASE PALMER

DATOS	%
S <sub>1</sub>	3.440
S <sub>2</sub>	17.300
S <sub>3</sub>	
A <sub>1</sub>	-
A <sub>2</sub>	79.257
A <sub>3</sub>	
SUMA	99.999

TIPO.- BICARBONATADA CALCICA  
CLASE III  
R.A.S.- 0.495

**U. A. S. L. P.**  
ESCUELA DE INGENIERIA  
INTERPRETACION DE ANALISIS  
GEOQUIMICOS

**TRABAJO RECEPCIONAL**

FIG. 29 ENRIQUE VENEGAS MTY N L 1983

OBSERVACIONES

Muestreo E.V.H.	Fecha: Julio 1983	Estado: N.L.	Zona: Nreste
Altura Barométrica:	m	Ubicación: Ave. San Jerónimo y Pablo Glz Garza	
Temperatura Ambiente:	°C	Numero en el Censo: 12	
Temperatura del Agua:	°C	Propietario: Agua y Drenaje de Monterrey	
Tiempo de Bombeo		Profundidad: 60.0 m	Diametro Prof. 20"
pH 7.1	C.E. 670	Mmhos/cm	Tipo de Fuente: Pozo
Boro:	gammas/litro	Lugar de Toma' de Muestra: Brocal	
Zinc:	gammas/litro	Anaizo: P.T. Monterrey	Interpreto: E.V.H.

### ANALISIS QUIMICO

ANIONES	P.P.M.	RECIPROCA EQUIVALENTE	UNIDAD DE REACCION	SUMA DE UNIDAD DE REACCION	%	SUMA DE %
S <sub>4</sub>	45.0	0.0208	0.3360		12.1900	
Cl	52.0	0.0282	0.9024		11.7524	
NO <sub>2</sub>		0.0217				
NO <sub>3</sub>		0.0161				
<b>Σ A.F.</b>				1.8384		23.9424
CO <sub>3</sub>		0.0333				
HCO <sub>3</sub>	356.1	0.0164	5.8100		76.0575	
PO <sub>4</sub>		0.0316				
<b>Σ A.D.</b>				5.8400		99.9999
CATIONES						
Na	11.0	0.0455	0.5005		6.5116	
K		0.0256				
Li		0.1441				
NH <sub>4</sub>		0.0004				
<b>Σ Alc.</b>				0.5005		6.5116
Ca	106.4	0.0499	5.3003			69.0757
Mg	22.8	0.0823	1.8764			24.4125
<b>Σ T.</b>				7.1857		
					<b>TOTAL</b>	99.9998

COLOIDES	
SO <sub>2</sub>	12.0
A <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
FeO	
MnO	
DUR. TOT.	360.0
SOL. TOT.	
SOL. DIS.	
SOL. SUSP.	

RELACIONES	
SO <sub>4</sub> /Cl	1.037
(Cl-Na)/Na	-0.823
Na/Ca	0.94
Na/Mg	0.266
Mg/Ca	0.355

INTERPRETACION GEOQUIMICA		CLASE DE CHASE PALMER	
TIPO-	BICARBONATA CALICA		
	CLASE III		
R.A.S.-	0.95		
DATOS	%		
S <sub>1</sub>	6.511		
S <sub>2</sub>	17.431		
S <sub>3</sub>			
A <sub>1</sub>			
A <sub>2</sub>	76.057		
A <sub>3</sub>			
SUMA	99.999		

**U. A. S. L. P.**  
**ESCUELA DE INGENIERIA**  
**INTERPRETACION DE ANALISIS**  
**GEOQUIMICOS**

---

**TRABAJO RECEPCIONAL**

---

FIG.30 ENRIQUE VENEGAS. MTY. N.L. 1983

Muestreado E.V.H.	Fecha: Julio 1983	Estado: N.L.	Zona: Noreste
Altura Barométrica:	m.	Ubicación: Tamesi y Yukon	
Temperatura Ambiente.	°C	Numero en el Censo: 18	
Temperatura del Agua:	°C	Propietario: Familia Santos	
Tiempo de Bombeo		Profundidad: 55.0	Diametro Prof. 8"
pH 6.7	C.E. 630	Mmhos/cm.	Tipo de Fuente: Pozo
Boro:	gammas/litro	Lugar de Toma de Muestra: Brocal	
Zinc:	gammas/litro	Analizo: P.T. Monterrey	Interpreto: E.V.H.

**ANALISIS QUIMICO**

ANIONES	P.P.M.	RECIPROCA EQUIVALENTE	UNIDAD DE REACCION	SUMA DE UNIDAD DE REACCION	%	SUMA DE %
SO <sub>4</sub>	37.5	0.0208	0.7800		10.8809	
Cl	28.0	0.0282	0.7896		11.0148	
NO <sub>2</sub>		0.0217				
NO <sub>3</sub>		0.0161				
<b>Σ A.F.</b>				1.5696		21.8957
CO <sub>3</sub>		0.0333				
HCO <sub>3</sub>	341.4	0.0184	5.5989		78.1012	
PO <sub>4</sub>		0.0316				
<b>Σ A.D.</b>				5.5989		99.9999
<b>CATIONES</b>						
Na	1.4	0.0455	0.0637		0.9033	
K		0.0256				
Li		0.1441				
NH <sub>4</sub>		0.0554				
<b>Σ Alc</b>				0.0637		0.9033
Ca	106.4	0.0499	5.3093			75.2889
Mg	20.4	0.0823	1.6789			23.8077
<b>Σ T</b>				6.9852		
<b>TOTAL</b>						99.9919

COLOIDES	
SiO <sub>2</sub>	8.0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
FeO	
MnO	
DUR. TOT.	350.0
SOL. TOT.	
SOL. DIS.	535.1
SOL. SUSP.	

RELACIONES	
SO <sub>4</sub> /Cl	0.987
(Cl-Na)/M	-0.851
Na/Ca	11.193
Na/Mg	0.037
Mg/Ca	0.316

DATOS	%
S <sub>1</sub>	0.903
S <sub>2</sub>	20.992
S <sub>3</sub>	
A <sub>1</sub>	
A <sub>2</sub>	78.104
A <sub>3</sub>	
SUMA	99.999

**INTERPRETACION GEOQUIMICA**  
CLASE DE CHASE PALMER

TIPO- BICARBONATADA CALCICA  
CLASE III  
R.A.S.- 0.12

<b>U. A. S. L. P.</b>		
ESCUELA DE INGENIERIA		
INTERPRETACION DE ANALISIS GEOQUIMICOS		
TRABAJO RECEPCIONAL		
FIG 31	ENRIQUE VENEGAS	MTY. N.L. 1983

OBSERVACIONES

Muestreo E.V.H	Fecha: Julio 1983	Estado: N.L.	Zona: Noreste
Altura Barométrica:	m	Ubicación: Herradura y Paseo del Jardín	
Temperatura Ambiente:	°C	Numero en el Censo: 16	
Temperatura del Agua:	°C	Propietario: Agua y Drenaje de Monterrey	
Tiempo de Bombeo		Profundidad: 60.0	Diametro Prof. 10"
pH 7.3	C.E. 650	Mmhos/cm	Tipo de Fuente: Pozo
Boro:	gammas/litro	Lugar de Toma' de Muestra: Brocal	
Zinc:	gammas/litro	Analizo' P.T. Monterrey	Interpreto: E.V.H.

### ANALISIS QUIMICO

ANIONES	P.P.M.	RECIPROCA EQUIVALENTE	UNIDAD DE REACCION	SUMA DE UNIDAD DE REACCION	%	SUMA DE %
SO <sub>4</sub>	37.5	0.0208	0.7800		9.9874	
Cl	28.0	0.0282	0.7896		10.1103	
NO <sub>2</sub>		0.0217				
NO <sub>3</sub>		0.0161				
Σ A.F				1.5696		20.0977
CO <sub>3</sub>		0.0333				
HCO <sub>3</sub>	380.5	0.0164	6.2402		79.9021	
PO <sub>4</sub>		0.0316				
Σ A.D.				6.2402		99.9998
<b>CATIONES</b>						
Na	2.7	0.0455	0.1228		1.5761	
K		0.0256				
Li		0.1441				
NH <sub>4</sub>		0.0554				
Σ Alc.				7.6684		1.5761
Ca	113.6	0.0499	.6686			72.6564
Mg	24.3	0.0823	1.9998			25.6674
Σ T				7.6681		
					<b>TOTAL</b>	99.9999

COLOIDES	
SiO <sub>2</sub>	17.0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
FeO	
MnO	
DUR TOT.	390.5
SOL TOT.	
SOL. DIS.	50.6
SOL SUSP	

RELACIONES	
SO <sub>4</sub> /Cl	0.987
(Cl-Na)/Na	5.429
Na/Ca	0.021
Na/Mg	0.061
Mg/Ca	0.352

### INTERPRETACION GEOQUIMICA CLASE DE CHASE PALMER

DATOS	%
S <sub>1</sub>	1.576
S <sub>2</sub>	18.521
S <sub>3</sub>	
A <sub>1</sub>	
A <sub>2</sub>	79.902
A <sub>3</sub>	
SUMA	99.999

TIPO: BICARBONATADA CALCICA  
CLASE III  
R.A.S- 0.22

<b>U. A. S. L. P.</b>
ESCUELA DE INGENIERIA
INTERPRETACION DE ANALISIS GEOQUIMICOS
TRABAJO RECEPCIONAL
FIG 32 ENRIQUE VENEGAS MTY N L 1983

Muestreo	E.V.H.	Fecha: Julio 1983	Estado: N.L.	Zona: Noreste
Altura Barométrica:		m	Ubicación: Central Pte. Col Sta Maria	
Temperatura Ambiente.		°C	Numero en el Censo: 28	
Temperatura del Agua:		°C	Propietario: Agua y Drenaje de Monterrey	
Tiempo de Bombeo			Profundidad: 968	Diametro Prof. 18"
pH	7.7	C.E. 495	Mmhos/cm	Tipo de Fuente: Pozo
Boro:		gammas/litro	Lugar de Toma de Muestra: Brocal	
Zinc		gammas/litro	Analizo: P.T. Monterrey	Interpreto: E.V.H.

### ANALISIS QUIMICO

ANIONES	P.P.M.	RECIPROCA EQUIVALENTE	UNIDAD DE REACCION	SUMA DE UNIDAD DE REACCION	%	SUMA DE %
SO <sub>4</sub>	45.0	0.0208	0.9360		15.5665	
Cl	24.0	0.0282	0.6768		11.2558	
NO <sub>2</sub>		0.0217				
NO <sub>3</sub>		0.0161				
Σ A.F.				1.6128		26.823
CO <sub>3</sub>		0.0333				
HCO <sub>3</sub>	268.3	0.0164	4.4001		73.1776	
PO <sub>4</sub>		0.0316				
Σ A.D.				4.4001		99.9999
<b>CATIONES</b>						
Na	9.7	0.0455	0.4413		7.3175	
K		0.0256				
Li		0.1441				
NH <sub>4</sub>		0.0554				
Σ Alc.				0.4413		7.3175
Ca	84.8	0.0499	4.2315			70.1659
Mg	16.5	0.0823	1.3579			22.5164
Σ T.				5.5894		
					TOTAL	99.9998

COLOIDES	
SiO <sub>2</sub>	8.0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
FeO	
MnO	
DUR. TOT.	280.0
SOL. TOT.	
SOL. DIS.	557.0
SOL. SUSP.	

RELACIONES	
SO <sub>4</sub> /Cl	1.382
(Cl-Na)/Na	0.538
Na/Ca	0.104
Na/Mg	0.324
Mg/Ca	0.321

INTERPRETACION GEOQUIMICA		CLASE DE CHASE PALMER	
DATOS	%	TIPO.-	BICARBONATADA CALCICA CLASE III
S <sub>1</sub>	7.317	R.A.S.-	1.07
S <sub>2</sub>	19.505		
S <sub>3</sub>			
A <sub>1</sub>			
A <sub>2</sub>	73.177		
A <sub>3</sub>			
SUMA	99.999		

**U. A. S. L. P.**  
**ESCUELA DE INGENIERIA**  
**INTERPRETACION DE ANALISIS**  
**GEOQUIMICOS**

**TRABAJO RECEPCIONAL**

FIG 33 ENRIQUE VENEGAS, MTY. N.L. 1983

Muestreo E.V.H.	Fecha: Julio 1983	Estado: N.L.	Zona: Noreste
Altura Barométrica:	m.	Ubicación: Liverpool	
Temperatura Ambiente.	°C	Numero en el Censo:	30
Temperatura del Agua:	°C	Propietario: Agua y Drenaje de Monterrey	
Tiempo de Bombeo		Profundidad: 780	Diametro Pzdf. 18"
pH 7.8 C.E. 460	Mmhos/cm	Tipo de Fuente: Pozo	
Boro:	gammas/litro	Lugar de Toma de Muestra: Brocal	
Zinc:	gammas/litro	Analizo: P.T. Monterrey	Interpreto: E.V.H.

### ANALISIS QUIMICO

ANIONES	P.P.M.	RECIPROCA EQUIVALENTE	UNIDAD DE REACCION	SUMA DE UNIDAD DE REACCION	%	SUMA DE %
SO <sub>4</sub>	37.5	0.0208	0.7800		13.3919	
Cl	20.0	0.0282	0.5640		9.6834	
NO <sub>2</sub>		0.0217				
NO <sub>3</sub>		0.0161				
Σ A.F.				1.3440		23.0753
CO <sub>3</sub>		0.0333				
HCO <sub>3</sub>	273.2	0.0164	4.4804		76.9246	
PO <sub>4</sub>		0.0316				
Σ A.D.				4.4804		99.9999
<b>CATIONES</b>						
Na	21.6	0.0455	0.9828		15.7217	
K		0.0256				
Li		0.1441				
NH <sub>4</sub>		0.0554				
Σ Alc.				0.9828		15.7217
Ca	84.8	0.0499	4.2315			67.6910
Mg	12.6	0.0823	1.0309			16.5872
Σ T.				5.2684		
					<b>TOTAL</b>	99.9999

COLOIDES	
SiO <sub>2</sub>	7.0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
FeO	
MnO	
DUR TOT.	264.0
SOL. TOT.	
SOL. DIS.	449.7
SOL. SUSP.	

RELACIONES	
SO <sub>4</sub> /Cl	1.382
(Cl-Na)/Na	0.384
Na/Ca	0.232
Na/Mg	0.917
Mg/Ca	0.245

INTERPRETACION GEOQUIMICA	
CLASE DE CHASE PALMER	
DATOS	%
S <sub>1</sub>	15.722
S <sub>2</sub>	7.353
S <sub>3</sub>	
A <sub>1</sub>	
A <sub>2</sub>	76.924
A <sub>3</sub>	
SUMA	99.999

TIPO.- BICARBONATADA CALCICA  
CLASE III  
R.A.S.- 2.42

<b>U. A. S. L. P.</b>
ESCUELA DE INGENIERIA
INTERPRETACION DE ANALISIS GEOQUIMICOS
TRABAJO RECEPCIONAL
FIG. 34 ENRIQUE VENEGAS MTY. N.L. 1983

OBSERVACIONES

Muestreo: E.V.H.	Fecha: Julio 1983	Estado: N.L.	Zona: Noreste
Altura Barométrica:	m	Ubicación: Jose Benitez # 2531 Obispado	
Temperatura Ambiente:	°C	Numero en el Censo: 31	
Temperatura del Agua:	°C	Propietario: Agua y Drenaje de Monterrey	
Tiempo de Bombeo		Profundidad: 980 m	Diámetro Prof. 20"
pH 7.8	C.E. 500	Mmhos/cm	Tipo de Fuente: Pozo
Boro:	gammas/litro	Lugar de Toma' de Muestra: Brocal	
Zinc:	gammas/litro	Analizo': P.T. Monterrey	Interpreto: E.V.H.

### ANALISIS QUIMICO

ANIONES	P.P.M.	RECIPROCA EQUIVALENTE	UNIDAD DE REACCION	SUMA DE UNIDAD DE REACCION	%	SUMA DE %
SO <sub>4</sub>	55.0	0.0208	1.1440		22.2049	
Cl	20.0	0.0282	0.5640		10.9472	
NO <sub>2</sub>		0.0217				
NO <sub>3</sub>		0.0161				
Σ A.F.				1.7080		33.1521
CO <sub>3</sub>		0.0333				
HCO <sub>3</sub>	210.0	0.0164	3.4440		66.8478	
PO <sub>4</sub>		0.0316				
Σ A.D.				3.4440		99.9999
<b>CATIONES</b>						
Na	10.0	0.0455	0.4550		8.3596	
K		0.0256				
Li		0.1441				
NH <sub>4</sub>		0.0554				
Σ Alc.				0.4550		8.3596
Ca	80.0	0.0499	3.9920			73.3446
Mg	12.1	0.0823	0.9958			18.2957
Σ T				4.9878		
					TOTAL	99.9999

COLOIDES	
SiO <sub>2</sub>	7.0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
FeO	
MnO	
DUR. TOT.	250.0
SOL. TOT.	
SOL. DIS.	387.1
SOL. SUSP.	

RELACIONES	
SO <sub>4</sub> /Cl	2.028
(Cl-Na)/Na	0.309
Na/Ca	0.113
Na/Mg	0.456
Mg/Ca	0.249

DATOS	%
S <sub>1</sub>	8.360
S <sub>2</sub>	31.792
S <sub>3</sub>	
A <sub>1</sub>	
A <sub>2</sub>	66.847
A <sub>3</sub>	
SUMA	99.999

### INTERPRETACION GEOQUIMICA

CLASE DE CHASE PALMER

TIPO: BICARBONATADA CALCICA  
CLASE III

R.A.S.- 1.23

**U. A. S. L. P.**  
ESCUELA DE INGENIERIA  
INTERPRETACION DE ANALISIS  
GEOQUIMICOS

TRABAJO RECEPCIONAL

FIG 38 ENRIQUE VENEGAS, M.TY. N.L. 1983

OBSERVACIONES

Muestreo E.V.H.	Fecha: Julio 1985	Estado: N.L.	Zona: Noroeste
Altura Barométrica:	m	Ubicación: P.T. San Jerónimo	
Temperatura Ambiente:	°C	Numero en el Censo: 23	
Temperatura del Agua:	°C	Proprietario: C.F.E.	
Tiempo de Bombeo		Profundidad: 60.0 m	Diametro Prof. 12"
pH 6.7	C.E. 700	Mmhos/cm	Tipo de Fuente: Pozo
Boro:	gomas/litro	Lugar de Toma de Muestra:	Brocal
Zinc:	gomas/litro	Analizo: P.T. Monterrey	Interpreto: E.V.H.

### ANALISIS QUIMICO

ANIONES	P.P.M.	RECIPROCA EQUIVALENTE	UNIDAD DE REACCION	SUMA DE UNIDAD DE REACCION	%	SUMA DE %
SO <sub>4</sub>	58.0	0.0208	1.2064		15.0892	
Cl	28.0	0.0282	0.7836		9.8760	
NO <sub>2</sub>		0.0217				
NO <sub>3</sub>		0.0161				
Σ A.F.				1.9360		24.9652
CO <sub>3</sub>		0.0333				
HCO <sub>3</sub>	365.5	0.0164	5.9991		75.0347	
PO <sub>4</sub>		0.0316				
Σ A.D.				5.9991		99.9999
CATIONES						
Na	13.7	0.0455	0.6233		7.7792	
K		0.0256				
Li		0.1441				
NH <sub>4</sub>		0.0554				
Σ Alc.				0.6233		7.7792
Ca	108.0	0.0499	5.3892			67.2615
Mg	24.3	0.0823	1.9998			24.9591
Σ T.				7.3890		
					TOTAL	99.999%

COLOIDES	
SiO <sub>2</sub>	9.0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
FeO	
MnO	
DUR. TOT.	370.0
SOL. TOT.	
SOL. DIS.	416.0
SOL. SUSP.	

RELACIONES	
SO <sub>4</sub> /Cl	1.527
(Cl-Na)/Na	0.269
Na/Ca	0.115
Na/Mg	0.311
Mg/Ca	0.371

DATOS	%
S <sub>1</sub>	7.779
S <sub>2</sub>	17.186
S <sub>3</sub>	
A <sub>1</sub>	
A <sub>2</sub>	75.034
A <sub>3</sub>	
SUMA	99.999

### INTERPRETACION GEOQUIMICA

CLASE DE CHASE PALMER

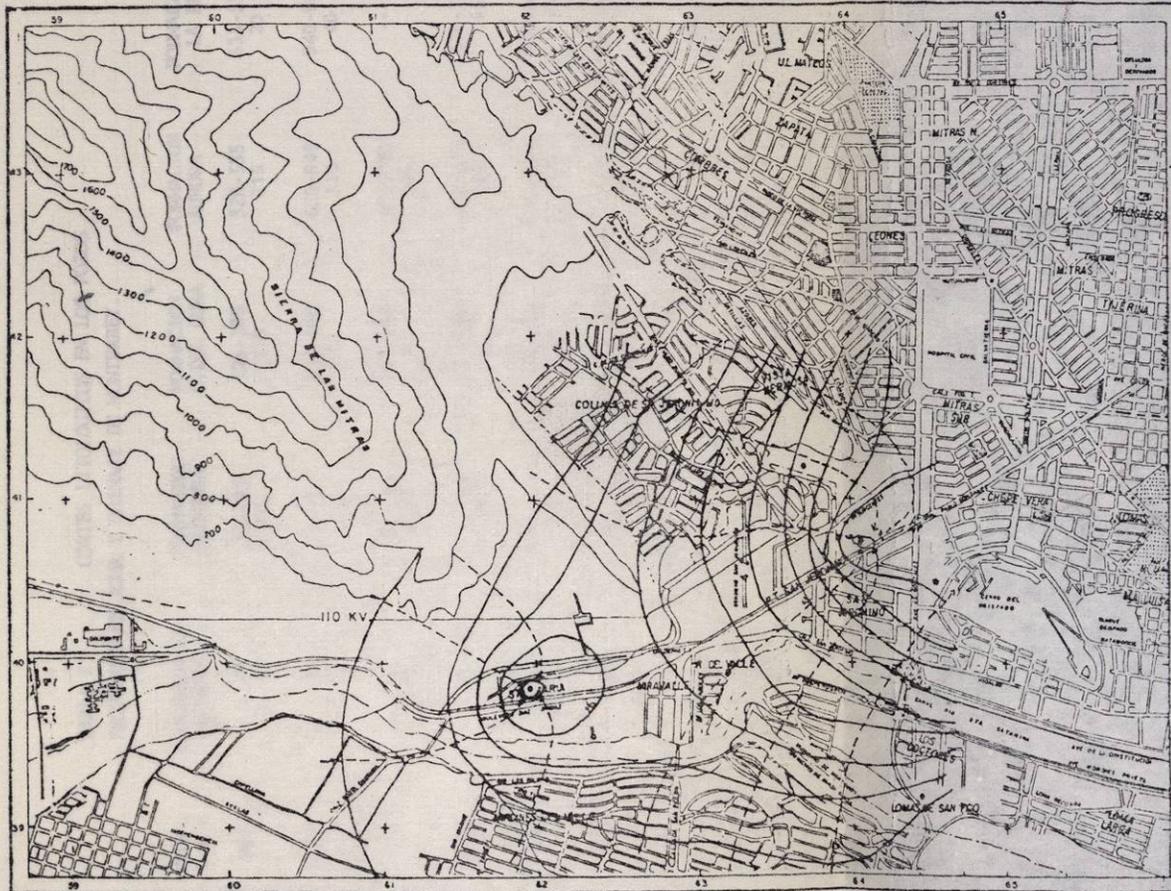
TIPO.- BICARBONATADA CALCICA  
CLASE III

R.A.S.- 1.14

**U. A. S. L. P.**  
ESCUELA DE INGENIERIA  
INTERPRETACION DE ANALISIS  
GEOQUIMICOS

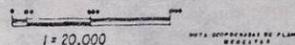
TRABAJO RECEPCIONAL

FIG 36 ENRIQUE VENEGAS M.TY. N.L. 1983



**SIMBOLOGIA**

- PLANTA TERMoeLECTRICA
- CARRETERA
- RIO
- VIA DE FERROCARRIL
- CURVA DE NIVEL
- CIUDAD
- POZO PROFUNDO



ESCALA GRAFICA

**U. A. S. L. P.**  
 ESCUELA DE INGENIERIA

CURVAS DE IGUAL ELEVACION  
 DEL NIVEL ESTATICO  
 (ACUIFERO PROFUNDO)

**TRABAJO RECEPTIONAL**

**TABLA 1**      **CORTES LITOLÓGICOS EN LOS POZOS**  
**PROFUNDOS DE AGUA Y DRENAJE DE MONTERREY.**

POZO No.	ELEVACION DEL BROCAL	PROF. ( m )	CONGLOMERADO REYNOSA	FORMACION INDIIDURA	FORMACION C. DEL CURA	FORMACION AURORA	FORMACION LA PENNA	FORMACION CUPIDO
1	596.0	968	0 - 30 30	30-195 165	195-320 125	320-535 215	535-555 20	555-968 413
2	585.0	1321	0 - 45 45	45-455 410	455-630 175	630-940 310	940-980 40	980-1321 341
3	577.5	780	0 - 20 20	20-450 430	450-495 45	495-780 285	-----	-----
6	582.7	1100	0 - 4 4	4-180 176	180-285 105	285-670 385	70-715 45	715-1100 385
7	591.1	1100	0 - 55 55	55-605 550	605-655 50	655-915 260	915-940 25	940-1100 160
10	628.1	645	0 - 25 25	25- 60 35	60- 95 35	95-370 275	370-380 10	380-645 265
								ELEVACION DEL BROCAL EN MSNM. INTERVALO EN PROFUNDIDAD ESPESOR.

( \* )

( \*\* )

TABLA 2

DATOS CLIMATOLOGICOS EN LAS INMEDIACIONES DE LA  
C.T. SAN JERONIMO

<u>ESTACION</u>	<u>PRECIPITACION (mm)</u>						<u>MEDIA</u>
	<u>1976</u>	<u>1977</u>	<u>1978</u>	<u>1979</u>	<u>1980</u>	<u>1981</u>	
TOPO CHICO	669.3	523.3	758.2	471.7	555.8	714.65	615.44
MONTERREY	876.4	445.6	875.0	540.3	625.7	787.6	691.8
SANTA CATARINA	627.7	523.3	528.2	533.5	185.7	533.0	422.5
	<u>TEMPERATURA (°C)</u>						
TOPO CHICO	2.9	22.7	22.5	22.9	21.4	22.7	22.2
MONTERREY	20.8	22.1	21.7	21.9	24.6	21.2	22.0
SANTA CATARINA	11.7	19.4	21.0	20.0	14.7	21.7	19.4
	<u>EVAPORACION POTENCIAL (mm)</u>						
TOPO CHICO	1322.1	1600.55	811.26	1593.7	1652.9	1661.87	1410.9
MONTERREY	2241.27	2931.19	2350.19	1951.29	1645.88	1855.18	2163.1
SANTA CATARINA	1927.79	1950.12	1972.49	1835.89	1533.09	1749.49	1828.1

U. A. S. L. P.  
 ESCUELA DE INGENIERIA  
 TRABAJO RECCIONAL  
 ENRIQUE VENEZAS R. MTY.NL.1003

# CENSOS DE POZOS

TABLA No. 3  
 ACUIFERO SOMERO

C A R A C T E R I S T I C A S																							
GENERALES										CONSTRUCTIVAS				EQUIPO DE BOMBEO		REGIMEN DE OPERACION		DE OPERACION					
NO. DE POZO	COORDENADAS U.T.M.	PROFUNDIDAD	USUARIO	USO	TIPO DE CONSTRUCCION	FECHA DE CENSO	COORDENADAS	ELEVACION BORNAL (m.s.n.m.)	PERFORACION BORNAL (m)	DIAMETRO PROF. (m)	DIAMETRO SUPERF. (m)	TIPO DE TUBERIA	TIPO DE PUNTA	MARCA Y NO. DE BOMBEO	NO. DE HORAS	DESGASTE	MARCA Y NO. DE MOTOR	ESTACION BORNAL (m)	DIAMETRO (m)	CAUDA L.P.E.	CAUDA ESPECIFICO L.P.E.	VOL. ANUAL 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	
1		Agua y drenaje de Mtz	Arzobispo 26 y Calle 6 Buncos, Esc.	Potable	Pozo	23/jun/83		561.070	18"	80.0	12"			6"	70.00			18.0	24.0	42		1233.79	
2		"	Ave. Ingleterra y Universidad Rocca-Pad	Potable	Pozo	23/jun/83			14"	80.0	10"			6"	70.0			18.0	23.0	18		528.76	
3		"	Extapa y Cd. del Maz	Potable	Pozo	23/jun/83			14"	80.0	10"			6"	70.0			10	23.0	22		646.27	
4	✓	"	Reynosa y Orizaba	Potable	Pozo	23/jun/83		559.524	14"		10"			4"				N.S.P.		7		205.63	
5		"	Real de Castilla y B...	Potable	Pozo	23/jun/83		559.416			10"								37.2	6		176.25	
6		"	Cap. Aguilar y la P...	Potable	Pozo	23/jun/83		552.270	14"		10"									5		146.88	
7		"	Calz. Madero y Salvati...	Potable	Pozo	23/jun/83					14"												
8		"	Calz. Madero lado norte	Potable	Pozo	23/jun/83		563.186			10"												
9	✓	"	Coronilla y Com. Garza	Potable	Pozo	23/jun/83		591.508			10"								15.0	44.0	8		235.06
10		"	Colegio Mexicano	Potable	Pozo	23/jun/83			12"	48.0	10"								43.0	46.0	2		58.75
11	✓	"	Agua y drenaje de Mtz	Potable	Pozo	4/jul/83		592.000	22"	60.0	20"			Pearles Tisa					40.0	47.6	37		1086.91
12		"	Ave. Pablo de la Galarza	Potable	Pozo	4/jul/83		592.000	14"	60.0	12"			Pearles Tisa					40.0	47.0	40		1175.04
13		"	Ave. San Jeronimo	Potable	Pozo	4/jul/83			12"	45.0	10"								20.0	30.0	5		146.88
14		"	San Jeronimo Refrescos	Potable	Pozo	4/jul/83				32.5	10"								30.0	35.0	7		205.63
15		"	Caroles 788 Rincon del Valle 1 2	Potable	Pozo	4/jul/83		585.050			50.0	14"							34.0		Parado		
16		"	Herradura y Paseo de las Gardines	Potable	Pozo	4/jul/83				60.00	10"								32.0	40.0	10		293.76



U. A. S. L. P.  
 ESCUELA DE INGENIERIA  
 TRABAJO RECEPTACIONAL  
 ENRIQUE VEHGAS H. WY N. L. 1983

# CENSO DE POZOS

TABLA No. 5  
 ACUIFERO PROBADO

C A R A C T E R I S T I C A S																							
GENERALES							CONSTRUCTIVAS							EQUIPO DE BOMBEO				REGIMEN DE OPERACION					
Nº DE POZO	Nº DE BOMBEO	PROPIETARIO	USUARIO	USO	TIPO DE POZO	FECHA DE CERRO	COORDENADAS		PERFORACION				MARCA Y Nº	COLUMA DE BOMBEO		Nº DE TORNOS	DIAMETRO DE BOMBEO	Nº DE BOMBEO	NIVEL (m)		CAPACIDAD L.P.A.	CAPACIDAD C.F.P.A.	VOL. ANUAL 10' - 1'
							ELEVACION	ABSCISA	DIAMETRO	PROF. (m)	DIAMETRO	PROF. (m)		TA. CIERRE	TA. BOMBEO				DIAMETRO	PROF. (m)			
28	M-1	Agua y Drenaje de Hwy.	Central Col. Sta. Ma.	Potable	Pozo Profundo	8/may/83		596.00		968.0	18"	200	B. J. sumergible	12"	153.0	5	10"	B.J. HP 450	134.4		120		3784.32
29	M-2	"	Faroles al terminar	Potable	"	8/may/83		585.0		1321.0		200	Sin equipo	-	-	-	-	N.P.S.					
30	M-3	"	Liverpool Junto a E.T. San Narciso	Potable	"	8/may/83		577.50		780.0	18"	200	B.J. sumergible	12"	141.8	5	10"	B.J. HP 450	115.8	150			4730.4
31	M-4	"	Lic. J. Benitez 2531	Potable	"	8/may/83		578.60		980.0	20"	50	B.J. sumergible	10"		5	10"	B.J. HP 450	115.0	125.0	40		-
32	M-6	"	Pablo Moncayo	Potable	"	8/may/83		582.73		1100.0	20"	200	B.J. sumergible	10"	130.0	5	10"	B.J. HP 450			70		-
33	M-9	"	Atras Hospital San Josef	Potable	"	8/may/83		591.15		1100.0	20"	199	Sin equipo	-	-	-	-	-	177.0				-
34	M-10	"	Baixas y S. Novo Col. San Jerónimo	Potable	"	8/may/83		628.07		645.0	20"	190	Sin equipo	-	-	-	-	-					-





# ANALISIS QUIMICOS DE MUESTRAS DE AGUA

## PROYECTO TERMoeLECTRICO SAN JERONIMO

TABLA No. 7

N° POCO	LOCALIZACION DEL SITIO DE MUESTREO	FECHA	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	DUREZA TOTAL (CaCO <sub>3</sub> ) (mg/l)	PH	CE (mmhos/cm)	TEMP (°C)	HCO <sub>3</sub> (mg/l)	CO <sub>3</sub> (mg/l)	Cl (mg/l)	SO <sub>4</sub> (mg/l)	PO <sub>4</sub> (mg/l)	SiO <sub>2</sub> (mg/l)	SOLIDOS DISUELTOS (mg/l)	CLASIF. CHASE FALMER	CLASIFICACION DAVIS AND WEST	CLASIFICACION A. M. PIPER
9	Coordinera y Gran Parque	Jul/83	67.2	16.5	15.4		236	6.8	400		253.8	0	16	39	0	6	406.9	III	Agua Dulce	Bicarbonatada Cálcica
4	Rayosa y Cruzaba	Jul/83	20.4	13.6	16.4		232	6.9	449		251.3	0	11	37.5	0	7	405.7	III	Agua Dulce	Bicarbonatada Cálcica
5	Ensenada y Real del Castillo	Jul/83	112	25.2	0.5		384	6.8	730		370.8	0	28	40	0	18	576.5	III	Agua Dulce	Bicarbonatada Cálcica
6	Cap. Aguilar y Via FFCC	Jul/83	112	22.4	9.8		372	7.0	820		307.4	0	50	60	0	10	507.6	III	Agua Dulce	Bicarbonatada Cálcica
11	P. Glz. Garza y Av. San Jerónimo	Jul/83	105.6	21.3	5.5		352	6.6	650		351.2	0	24	40	0	14	547.7	III	Agua Dulce	Bicarbonatada Cálcica
12	P. Glz. Garza	Jul/83	106.4	22.8	11.0		360	7.1	670		346.1	0	32	42	0	12	573.3	III	Agua Dulce	Bicarbonatada Cálcica
18	Tamesí y Yukán	Jul/83	106.4	20.4	1.4		350	6.7	630		341.4	0	28	37.5	0	8	535.1	III	Agua Dulce	Bicarbonatada Cálcica
16	Herradura y Paseo del Jardín	Jul/83	113.6	24.3	2.7		384	7.3	650		380.5	0	23	37.5	0	17	586.6	III	Agua Dulce	Bicarbonatada Cálcica
28	Santa Ila. Central Pte. (AyD)	Jul/83	84.8	16.5	9.7		280	7.7	495		268.2	0	24	45	0	8	557.0	III	Agua Dulce	Bicarbonatada Cálcica
30	Liverpool	Jul/83	84.8	12.6	21.6		264	7.8	460		273.2	0	20	37.5	0	7	449.7	III	Agua Dulce	Bicarbonatada Cálcica
31	José Benítez 2531 Obispos	Jul/83	80.0	12.1	10.0		250	7.8	500		240.0	0	20	55.0	0	7	387.1	III	Agua Dulce	Bicarbonatada Cálcica
23	C.T. San Jerónimo	Jul/83	108	24.3	13.7		370	6.7	700		365.8	0	23	58	0	9	416	III	Agua Dulce	Bicarbonatada Cálcica

**U. A. S. L. P.**  
 ESCUELA DE INGENIERIA  
 TRABAJO RECEPTACIONAL  
 ENRIQUE VENEGAS H. MAY. 1983

