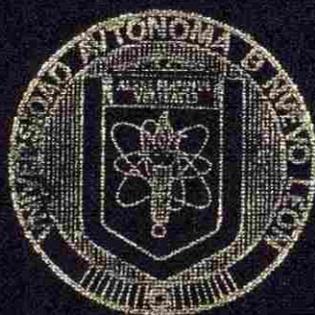


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



ESTUDIO HIDROGEOQUIMICO DEL AREA
METROPOLITANA DE MONTERREY, N. L.

Tesis

QUE EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS, ESPECIALIDAD INGENIERIA
EN SALUD PUBLICA.

PRESENTA

Q.B.P. María Elvira Murillo Martínez

MONTERREY, N. L.

ABRIL DE 1986

TM

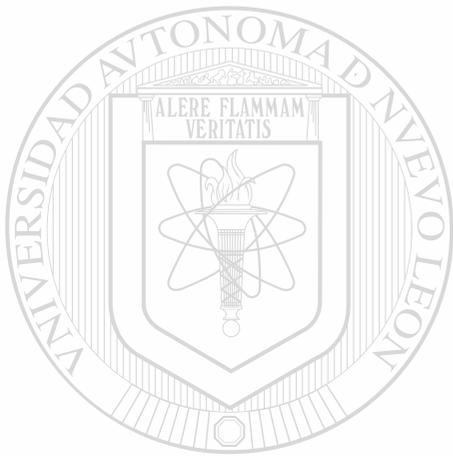
Z683

.65

FIC

1986

M8



UANL

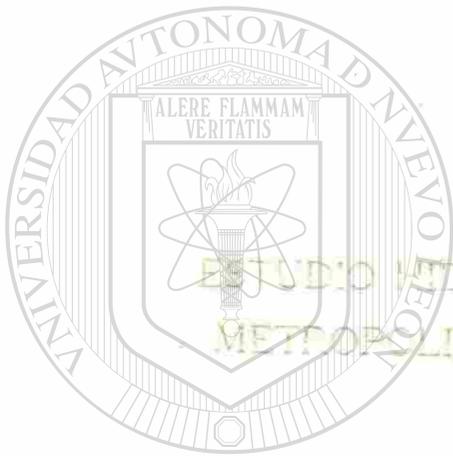
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



ESTUDIO MICROQUÍMICO DEL ÁREA
METROPOLITANA DE MONTERREY, N. L.

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

QUE EN OPCIÓN AL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS, ESPECIALIDAD INGENIERIA
EN SALUD PÚBLICA.

PRESENTA

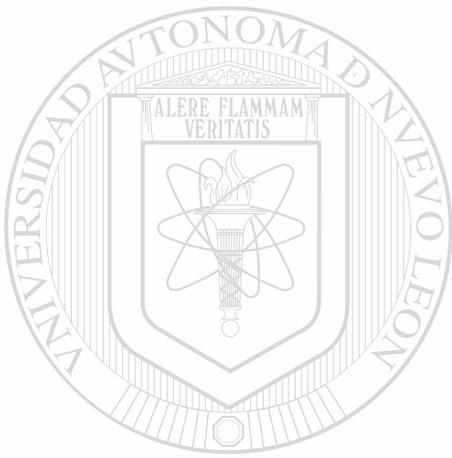
Q.R.P. María Elvira Murillo Martínez

MONTERREY, N. L.

ABRIL DE 1986



TM
Z 4
F
1986
48



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



137808

AGRADECIMIENTOS

A DIOS, por ponerme en este mundo como un ser mas y darme todo cuanto tengo y cuanto he logrado conocer y aprender.

Al Ing. RICARDO SALGADO, Catedrático de la Div. de Estudios Superiores F.I.C.-U.A.N.L. por su colaboración y asesoramiento invaluable en la elaboración de este trabajo.

Al Ing. BENITO MUÑOZ, Catedrático de la Fac. de Ingeniería Civil U.A.N.L. por su valiosa ayuda y asesoramiento en el presente trabajo.

Al Lic. VICTOR AGUILERA, Catedrático de la Fac. de Ingeniería Civil, U.A.N.L. por la aportación desinteresada de sus conocimientos hacia este trabajo.

Al Ing. FRANCISCO VILLAGOMEZ del Departamento de Ingeniería y Operaciones de los Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey, por la aportación de datos y la accesibilidad al laboratorio de la misma institución para realizar la parte experimental del presente estudio.

Al Q.B.P. RICARDO MORENO, Catedrático de la Fac. de Ciencias Biológicas U.A.N.L. por poner en mis manos el laboratorio de Química Analítica de la F.C.B.-U.A.N.L. para complementar la parte experimental de este estudio.

Al Ing. ANASTACIO VAZQUEZ, Jefe de la División de Estudios Superiores, F.I.C.-U.A.N.L. por las facilidades brindadas durante el desarrollo del presente estudio.

A C.O.N.A.C.Y.T. por que con su apoyo económico, logró salir adelante mi trabajo.

GRACIAS.

D E D I C A T O R I A

A mis padres con gratitud y amor.

JOSE GUADALUPE Y MA. REYNA

por su apoyo constante, invaluable y desinteresado durante TODA la trayectoria hacia la culminación de mi tercer meta.

A mis hermanos

OSCAR FERNANDO

CARLOS GERARDO

CESAR LEONARDO

ENRIQUE

JOSE GUADALUPE Y VELIA

por que éste, como los otros, sea un impulso mas hacia la superación de cada uno.

A ALBERTO con cariño y admiración por participar siempre activamente en cualquier proyecto que yo me proponga.

A mi sobrina CLAUDIA, quien vino a renovar el concepto de VIDA que todos llevamos dentro.

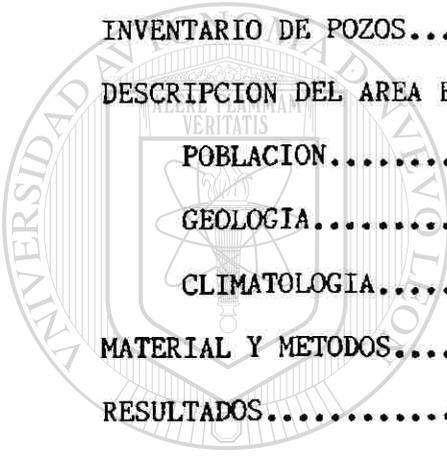
A mis compañeros de generación, por todos los gratos momentos que compartimos juntos.

A todas aquellas personas que de alguna manera contribuyeron en la elaboración de este trabajo.

"Lo mejor de todo es aprender.
El dinero puede perderse o ser robado, la salud y la fuerza llegar a fallar, pero lo que confiamos a la mente es nuestro para siempre."

I N D I C E

	Página
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	3
OBJETIVOS.....	6
ANTECEDENTES.....	7
LOCALIZACION.....	9
INVENTARIO DE POZOS.....	9
DESCRIPCION DEL AREA EN ESTUDIO.....	9
POBLACION.....	9
GEOLOGIA.....	10
CLIMATOLOGIA.....	17
MATERIAL Y METODOS.....	18
RESULTADOS.....	20
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	26
BIBLIOGRAFIA.....	29
ANEXOS:	
1.1 FIGURAS	
1.2 CUADROS	
1.3 PLANOS	



U A N L

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



INDICE DE FIGURAS (Anexo 1.1)

- Fig. No. 1 MAPA DE LOCALIZACION DEL AREA ESTUDIADA
- Fig. No. 2 ABASTECIMIENTO, CONSUMO Y DEFICIT DE AGUA POTABLE EN LA ZONA DE MONTERREY, N.L.
- Fig. No. 3 CUADRO RESUMEN DE FAMILIAS DE AGUA EN DIAGRAMA TRIANGULAR DE PIPER.
- Fig. No. 4 DIAGRAMA DE PIPER (1a) CON AGUA MIXTA/CALCICA.
- Fig. No. 5 DIAGRAMA DE PIPER (1b) CON AGUA MIXTA/CALCICA.
- Fig. No. 6 DIAGRAMA DE PIPER (2) CON AGUA BICARBONATADA/CALCICA.
-
- Fig. No. 7 DIAGRAMA DE PIPER (3) CON AGUA SULFATADA/CALCICA.
- Fig. No. 8 al 13 DIAGRAMAS SEMILOGARITMICOS CON AGUA DE LA FAMILIA MIXTA/CALCICA.
- Fig. No. 14 al 16 DIAGRAMAS SEMILOGARITMICOS CON AGUA DE LA FAMILIA BICARBONATADA/CALCICA.
- Fig. No. 17 DIAGRAMA SEMILOGARITMICO CON AGUA DE LA FAMILIA SULFATADA/CALCICA.
- Fig. No. 18 DIRECCION DEL MOVIMIENTO DEL AGUA SUBTERRANEA EN EL AREA ESTUDIADA.

INDICE DE CUADROS (Anexo 1.2)

- CUADRO No. 1 (A) RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO DE AGUA.
(B) RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO DE AGUA.

CUADRO No. 2 NORMAS DE CALIDAD DEL AGUA POTABLE.

INDICE DE PLANOS (Anexo 1.3)

H 1.- PLANO URBANISTICO, LOCALIZACION DE POZOS ESTUDIADOS.

H 2.- PLANO HIDROGEOQUIMICO CON DIAGRAMAS DE STIFF.

H 3.- CONFIGURACION DE SOLIDOS TOTALES. (P.P.M.).

H 4.- CONFIGURACION DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (MMHOS/CM).

H 5.- CONFIGURACION DE DUREZA TOTAL (P.P.M.).

H 6.- DISTRIBUCION DE FAMILIAS DE AGUA EN EL AREA ESTUDIADA.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

RESUMEN

El presente estudio hidrogeoquímico se llevó a cabo para evaluar la calidad del agua en el Acuífero de Monterrey y su Area Metropolitana, así como también determinar un posible flujo de las aguas subterráneas.

Se llevó a cabo un censo de pozos que abastecen dicha área, encontrándose un total de 156 pozos entre someros y profundos, de los cuales se usaron 58 para este estudio ya que fueron los que estaban abasteciendo el área durante el período de Septiembre a Diciembre de 1985, fueron analizadas las muestras de agua en los laboratorios de Agua y Drenaje de Monterrey y en el Laboratorio de Química Analítica de la Facultad de Ciencias Biológicas, UANL.

Las determinaciones efectuadas fueron: Sólidos totales, pH, conductividad eléctrica, dureza total, alcalinidad a la fenolftaleína, alcalinidad al naranja de metilo, bicarbonatos, sulfatos, cloruros, calcio, magnesio, sodio y potasio, de acuerdo con los procesos del Métodos Estándard para el Análisis de Agua y Aguas de Desecho de APHA, AWWA y WPCF.

Con los datos de laboratorio se elaboraron diversos diagramas y configuraciones de los índices más representativos.

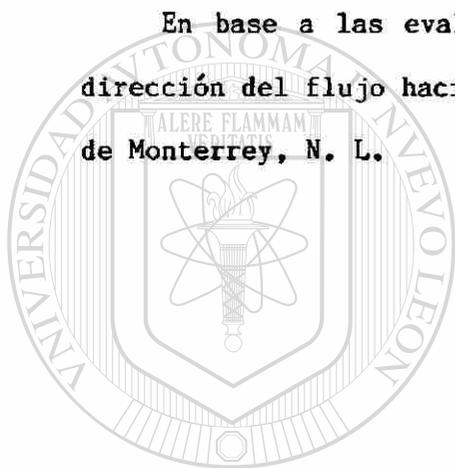
A través de los diagramas de Piper y Semilogarítmicos se encontró que el acuífero está constituido por 3 familias de agua, éstas son: Mixta Cálctica en un 63.7% del total analizado en este estudio, Bicarbonatada Cálctica en un 25.4% y Sulfatada Cálctica en 10.9%.

Se detectaron 2 zonas posiblemente de contaminación, el pozo Parque

España y el pozo Planta de Basura, ambos con alta concentración de sulfatos, además se encontró una serie de pozos hacia el Nornoreste de la ciudad con altos valores de sólidos totales, conductividad y sulfatos.

En general, se consideró que cerca del 80% de muestras analizadas cumplen con las normas de Agua Potable.

En base a las evaluaciones y a las configuraciones propusimos una dirección del flujo hacia el Nornoreste y Noreste del Area Metropolitana de Monterrey, N. L.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

INTRODUCCION

El agua es el elemento indispensable para la vida así como para el desarrollo de los pueblos, por lo que el hombre ha dedicado siempre formidables esfuerzos para disponer de ella cuando es escasa o para controlarla cuando la hay en exceso, es decir es una lucha constante del hombre para su supervivencia.

La disponibilidad del agua en nuestro planeta es de 1,336.8 millones de km^3 , desafortunadamente el 97.2% está en océanos, 2.05% está congelada en polos y glaciares y tan solo menos de 0.64% corresponde a agua continental de la cual parte de ella puede ser usada por el hombre. Esta pequeña porción se distribuye abundantemente en zonas húmedas y tropicales, en ocasiones amenazando la seguridad de sus habitantes mientras que su escasez es dramática en zonas áridas y altas

(1)†

En la parte Norte de la República Mexicana el agua es uno de los factores limitantes en el progreso de las poblaciones ya que el clima seco, además de las escasas lluvias no ofrecen posibilidades de esperar formaciones de ríos con caudal constante que aseguren el abastecimiento permanente de la región.

Especialmente en Monterrey, se ha tratado de diversas maneras obtener el agua suficiente para el abasto de la población, ya que es el instrumento más valiosos para su progreso, dado que Monterrey es el segundo centro económico e industrial de México, sin embargo los primeros tres siglos de vida de la ciudad el agua no representó problema de escasez, a pesar de estar enclavada en pleno semidesierto,

probablemente debido a las reducidas dimensiones de su población en aquél entonces. Pero de 50 años a la fecha, especialmente los últimos años, Monterrey comenzó a registrar los efectos del crecimiento demográfico explosivo, cayendo finalmente en la más grave crisis por escasez de agua en toda su historia (1).

Las fuentes de las cuales se abastece la ciudad de Monterrey y su área metropolitana son: La presa Rodrigo Gómez "La Boca", los manantiales de San Francisco, Cola de Caballo y la Estanzuela, los pozos profundos de Mina y la Huasteca, los pozos someros superficiales que se encuentran dentro de la zona urbana, así como también de la presa Cerro Prieto con un acueducto de 130 km de longitud aproximadamente.

A pesar de que dichas fuentes dan caudales más o menos suficientes, cada vez es menos el agua de la que dispone la población, dado que esta última se incrementa cada vez más. La demanda de agua potable del área Metropolitana de Monterrey en 1983 fue de 9,500 lts/seg pero tan solo se abastecieron 6,998 lts/seg, lo que marca un déficit de 2,500 lts/seg, esto mejoró para 1984 ya que la demanda de agua potable fue de 9,473 lts/seg y se abastecieron 8,998 lts/seg reduciéndose el déficit hasta 500 lts/seg (Fig. 2), esto se logró a través de la primera etapa del Plan Hidráulico emprendido por el Gobierno del Estado, pero esto no quiere decir que el agua ya no sea problema, pues la población se incrementa cada vez más, por lo que se hace necesaria más agua potable disponible (1).

Es importante destacar que el agua proveniente de las fuentes de abastecimiento tales como pozos profundos o plantas potabilizadoras

puede ir directamente al consumo humano, ya que se lleva un control estricto de su calidad, no así la proveniente de los pozos someros ubicados en la zona urbana y conectados a la red de distribución directamente, dado que la capa granular del subsuelo capta infiltraciones como las de agua de lluvia, así como también la proveniente de fugas de diversas índoles (desechos industriales, tiraderos de basura, drenajes, aguas negras de canales o arroyos no revestidos, etc.), como consecuencia se pone en duda si será factible su consumo tal como se extrae o si puede ser destinada a otro uso de acuerdo a su calidad, de ahí nace la idea de conocer la calidad del agua del acuífero superficial o somero de Monterrey y área metropolitana, sabiendo que dicha ciudad se encuentra enclavada sobre una formación aluvial o cuenca aluvial, estas cuencas se caracterizan por estar rodeadas de cadenas montañosas y estar rellenas de materiales no consolidados como limo, arcilla, grava, arena y cantos rodados como producto de la erosión de las laderas montañosas (2), lo que las hace capaces de captar grandes cantidades de agua que pueda ser usada para el bienestar del hombre. El análisis químico del agua subterránea nos apoyará para la detección de zonas de contaminación así como para establecer la dirección del flujo de éstas pudiéndose evitar a tiempo, posibles daños en la salud de la población.

OBJETIVOS

El presente estudio se llevó a cabo con el fin de conocer más profundamente los aspectos químicos del agua subterránea importantes en salud pública, dentro del área metropolitana de Monterrey, N. L., dado que es una ciudad con una demanda muy grande de agua potable por la cantidad de habitantes que tiene, así como también por las pocas fuentes de abasto disponibles, por lo que nos planteamos los siguientes objetivos:

1.- La clasificación del acuífero de Monterrey y su Area Metropolitana en base a resultados obtenidos a través del análisis fisicoquímico del agua subterránea.

2.- Establecer la dirección del flujo de las aguas subterráneas de acuerdo con lo observado en las configuraciones de los índices más representativos (sólidos totales, conductividad, etc.).

3.- Conocer las posibles zonas de recarga y contaminación en el acuífero, detectadas en base a los resultados.

Los análisis fisicoquímicos de las aguas se realizaron en el laboratorio de los Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey, N. L. y en el Laboratorio de Química Analítica de la Facultad de Ciencias Biológicas, U.A.N.L.

El trabajo de campo se inició en Septiembre de 1985 y terminó en Diciembre del mismo año.

ANTECEDENTES

Las aguas subterráneas son fuente importante de abasto para el hombre respecto a las superficiales disponibles, sobre todo en nuestra región, sin embargo son motivo de estudio dado que entre la diversidad de usos dados por el hombre a este elemento de la naturaleza, está el consumo humano, tal vez el más importante, pues la vida de los seres vivos depende directamente del agua, por lo que antes de ser consumida por el hombre requiere de ciertas características de calidad, tanto físicas como químicas.

Prácticamente la química del agua nació alrededor del año 1900 (3), ya que los primeros estudios acerca del análisis de agua subterránea datan de esta época, actualmente los análisis han avanzado ventajosamente haciéndose más simples y los parámetros se han amplificado para tener así una descripción más completa de cualquier agua.

La geoquímica surgió también en el siglo XIX, pero su desarrollo se inició a mitad del siglo XX, sus primeras bases fueron establecidas por Clarke, Goldschmidt y colaboradores (3). Más tarde aparece la Hidrogeoquímica, la cual despierta cierto interés entre la gente dedicada al estudio de la química del agua subterránea, ésta fue fundada por gente de diversos países como Palmer, Piper, Clarke, Hem y Garret (E.U.A.), Schoeller (Francia) y Souliné, Barnes y Vernadsky (U.R.S.S.), cada uno aportó grandes conocimientos para su desarrollo, pues algunos de ellos elaboraron sistemas de clasificación de las aguas basados en diversas características, que actualmente son usados en estudios de esta naturaleza (3, 4).

Dado que nuestra región es una zona altamente industrial pero con clima seco-semicálido el agua se presenta como un problema grave, por lo que se han hecho estudios hidrogeoquímicos con el fin de conocer nuestro potencial de agua subterránea, tal es el caso de un estudio titulado "Estudio Hidrogeoquímico del área Soledad, Las Estacas, Municipio de Mina, N.L." (1977), éste contribuyó a tener un conocimiento más amplio de esta área que actualmente cuenta con pozos profundos de hasta 1000 metros de profundidad y que abastecen parte del área estudiada (5).

Con este mismo fin se llevó a cabo otro proyecto más amplio por la Secretaría de Planeación dependiente de la Secretaría de Recursos Hidráulicos a través de la Dirección General de Estudios y en unión con la Compañía Ingeniería y Sistemas, S.A. (I.N.S.I.S.A.) en 1972 titulado "Estudio Geohidrológico del Estado de Nuevo León", este estudio es muy completo pues cubre todo el estado, debido a esto sirve como referencia general para cualquier estudio relacionado con este campo (6).

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

LOCALIZACION

La ciudad de Monterrey y su área metropolitana se encuentran ubicadas hacia el Noreste de la República Mexicana (Fig. No. 1) con las coordenadas geográficas 25° 41.5' de latitud Norte y 100° 20.8' de longitud Oeste de Greenwich considerándose una altura de 530 metros sobre el nivel del mar aproximadamente. En el presente estudio se cubrió una superficie aproximada de 500 km², incluyendo parte de los municipios de Garza García, Monterrey, Guadalupe y San Nicolás de los Garza, N.L. (8).

INVENTARIO DE POZOS

En el área estudiada los Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey cuentan con 156 pozos entre someros y profundos que utilizan para el abastecimiento de la población como complemento del abastecimiento total, sin embargo no todos son utilizados al mismo tiempo, sino que por cortas temporadas, debido a esto sólo fueron analizados 58 pozos en este estudio, pues se encontraban funcionando en el período de Septiembre a Diciembre de 1985, tiempo en el que se llevó a cabo el estudio, los pozos someros en el área estudiada no rebasaron los 100 metros de profundidad.

POBLACION

Monterrey y su área metropolitana registraron en el pasado censo de población (1980) un total de 1;913,075 habitantes (7), sin embargo en 1983 se consideró una población de 2;369,586 habitantes (1), por

lo que para 1985 se cree que haya ascendido hasta 2.5 millones aproximadamente, de los cuales el 97% contó con abasto de agua potable gracias a programas del Gobierno del Estado, tal es el caso del anillo de transferencia de 52 km de longitud que entrelaza los municipios del área metropolitana. En la figura No. 2 se muestra una gráfica de abastecimiento, consumo y déficit de agua potable para la zona de Monterrey de 1979 a 1985, en la que se puede observar que desde 1979 ya se presentaba un déficit bastante fuerte respecto al consumo real, fue entre 1982 y 1983 cuando sobrevino la mayor crisis de agua, como se muestra en la Fig. 2, por lo que se trató de encontrar soluciones rápidas a través de diversos proyectos del Gobierno (1).

GEOLOGIA

FISIOGRAFIA: Fisiográficamente el área estudiada se encuentra en el borde de las provincias de la Sierra Madre Oriental (al Sur y Oeste) y de las Sierras y Cuencas de Coahuila (al Norte y Este) caracterizadas por altas y escarpadas montañas la primera y la segunda por sierras más bajas pero no menos escarpadas, ambas constituidas por sedimentos marinos mesozoicos intensamente plegados por los esfuerzos tectónicos de la Revolución Laramide (hace unos 60 millones de años). En esta región la Sierra Madre Oriental cambia su rumbo, formando una amplia curva de una dirección SSE - NNW a un E - W casi franco (9, 10).

GEOLOGIA HISTORICA: En la región no se tienen datos de rocas anteriores al Jurásico Superior. Seguramente los mares tuvieron una amplia distribución al final del Paleozoico y principios del Mesozoico

por la gran cantidad de afloramientos diseminados de edad Permo-Triásico en el Norte del país, pero la mayor parte de estas evidencias fueron borradas por la orogenia regional de fines del Triásico. Probablemente todo el Noreste de México estuvo formando partes positivas, sujetas a erosión durante el Triásico y Jurásico inferior y medio, y por ende la falta de afloramientos de estas edades (11).

A principios del Jurásico Superior, las aguas marinas penetraron en los sitios del Geosinclinal Mexicano y el Golfo de Sabinas, después se extendieron rápidamente al Noroeste, Norte y Noreste, siendo parcialmente restringidos por los movimientos ascendentes de las masas continentales de esa época, de modo que se desarrollaron condiciones lagunares semicerradas, dando lugar a depósitos evaporíticos que se encuentran formando parte de la base de las serranías de la región (Formación de yeso Minas Viejas), seguida por una serie transgresión-regresión-transgresión que originó los depósitos de la formación Zuloaga regida por el marco paleogeográfico de esa época (Penínsulas de Tamaulipas y Coahuila) (10, 11).

Durante el Jurásico Superior las aguas marinas volvieron a avanzar, con una circulación restringida y un importante aporte de terrígenos, dando lugar a las lutitas de la Formación La Casita, el Jurásico Superior cierra con esta sedimentación transgresiva (10).

La sedimentación a principios del Cretácico-Inferior en la zona de estudio está caracterizada por una mezcla de clásticos finos y de lodos calcáreos de la Formación Taraises, seguida de una época donde los mares fueron tranquilos y someros con la consecuente depositación

de un considerable espesor de calizas y calizas dolomíticas de la Formación Cupido, la cual cesó con una considerable entrada de clásticos finos como lo indica la amplia distribución de lutitas y calizas arcillosas de la Formación La Peña.

Los mares del fin del Cretácico Inferior cubrían casi todo el Norte de México con la consiguiente depositación de la caliza Aurora.

A fines del Cretácico Inferior y principios del Cretácico Superior los mares disminuyeron en profundidad y se retiraron localmente, aumentando el aporte de terrígenos depositando lutitas y calizas arcillosas de las formaciones Cuesta del Cura e Indidura.

Durante el fin del Cretácico Superior, los mares se retiraron aún más y empezaron a ser mayores las cantidades de detritos finos que se depositaron, formando las lutitas de la Formación Parras y Formación Difunta.

Durante el Paleoceno, la sedimentación marina cesó en el Norte de México y posiblemente empezaron los esfuerzos compresionales que culminaron la Revolución Laramide. Estos esfuerzos produjeron el plegamiento de todos los sedimentos depositados anteriormente, dando lugar a los anticlinales y sinclinales existentes en el área.

El terciario Superior se caracterizó por el fallamiento normal de bloques, debido a la etapa de distensión después de terminar los esfuerzos compresionales de la revolución orogénica anteriormente citada.

El Cuaternario ha sido de erosión de las partes positivas y acumulación en las partes negativas, dando lugar a amplios valles intermontanos rellenos con esos aluviones. Existe cierta gradación entre los aluviones que forman estos valles, desde los abanicos aluviales al pie de las sierras hasta los materiales más finos y mejor clasificados en el centro de los valles (10, 11).

GEOLOGIA ESTRUCTURAL: Durante la Revolución Laramide, los materiales del Mesozoico y anteriores del Noreste de México fueron diversamente deformados de acuerdo con la posición de sus áreas de depósito respecto a los elementos de paleogeografía previamente existentes.

Así los estratos anteriores horizontales fueron plegados y fallados por las fuerzas de compresión de la misma orogenia en una faja de anticlinales y sinclinales, cuyos ejes son generalmente paralelos al actual frente topográfico de la Sierra Madre Oriental.

Particularmente en el área de estudio existen los anticlinales de las Mitras al Noroeste, de la Loma Larga al Sur y el de los Muertos al Sur y Sureste. Los dos grupos primeros son alargados, angostos e isoclinales y el último se diferencia por no ser isoclinal, sino recumbente, todos ellos con fuertes deformaciones con una dirección predominante NW-SE ya erosionados con escarpadas pendientes, donde se nota que los esfuerzos de deformación procedían del Noroeste y fueron perpendiculares a los actuales ejes de los anticlinales.

Los anticlinales mencionados se encuentran seccionados en el área de estudio por el río Santa Catarina.

Estos cortes fueron probablemente creados por la acción erosiva

del río durante el levantamiento de los anticlinales o bien por la actuación de fuerzas de diferente sentido entre los extremos del anticlinal y la parte central del mismo (11).

FALLAS: Existen dos sistemas de fallamiento importantes en el área:

1) Sistema Principal. En el cual las fallas tienen un rumbo aproximadamente perpendicular a los ejes de los anticlinales, producidas estas fallas quizá como resultado de la aplicación de fuerzas diferenciales en todo el terreno, ya que en las partes medias de los anticlinales generalmente hay más deformación que en los extremos de los mismos.

2) Sistema Secundario. Donde las fallas son paralelas a los ejes de los anticlinales producidas por la competencia de algunas rocas al ser sometidas a esfuerzos de deformación (12).

Existen en estas sierras una fuerte pendiente que produce "Fallas de Talud" o sea fallas de bloque que caen por la acción de la gravedad.

Debido a la composición química de las rocas dominantes (calcáreas), es común encontrar cavernas de disolución de muy diferente tamaño, que varían desde milímetros hasta varios cientos de metros como es el caso de las Grutas de García, localizadas al NW del área en estudio.

ESTRATIGRAFIA: La sección estratigráfica expuesta en el área de estudio tiene un espesor aproximado de 2,900 m, está constituida por rocas sedimentarias cuya edad varía desde el Jurásico Superior hasta el reciente.

Las rocas sedimentarias están representadas en orden estratigráfico ascendente por las Formaciones Minas Viejas, Zuloaga, La Casita, Taraises, Cupido, La Peña, Aurora, Cuesta del Cura, Indidura, Parras y por depósitos aluviales recientes, y a continuación se describen con detalle las características de las unidades litoestratigráficas que afloran en el área de la más antigua a la más reciente (11).

Formación Minas Viejas: Consiste localmente en yesos con intercalaciones delgadas de dolomita; el yeso tiene color blanco a gris hasta rojizo en donde está contaminado con arcilla roja y arena fina. Únicamente es visible su contacto superior con la caliza Zuloaga que es algo discordante debido a los efectos de disolución y deslizamiento por este motivo no es posible conocer su espesor total.

Formación Zuloaga: Constituida por calizas ligeramente arcillosas de color gris de espesores delgados (40 a 60 cm) con abundantes lentes y nódulos de pedernal con un espesor total de 75 m.

Formación La Casita: Consta de dos unidades, la inferior consta de lutitas calcáreas arenosas y carbonosas, de color café y negras. La parte superior está constituida por interestratificaciones de areniscas, calizas arenosas y lutitas calcáreas y arenosas con un espesor de 775 m.

Formación Taraises: Calizas delgadas y calizas arcillosas interestratificadas cuyos estratos varían entre 30 y 60 cm, su espesor total es de 250 m.

Formación Cupido: Calizas de color gris a gris oscuro en capas

bien estratificadas con potencia entre 10 cm a 3 m de textura fina, compacta, pura y con esporádicas zonas dolomitizadas. Su espesor es de 860 m.

Formación La Peña: Lutitas calcáreas de color rojo y café con lutitas laminares y calizas arcillosas interestratificadas y algunas zonas con lentes de pedernal. Estos sedimentos tienen abundantes fósiles, con un espesor de 10 m.

Formación Aurora: Calizas litográficas compactas, puras y de color gris de estratificación regular cuyas potencias varían de 0.5 a 1.5, tiene un espesor de 300 m.

Formación Cuesta del Cura: Calizas con intercalaciones delgadas de lutitas laminares y pseudoestratos de pedernal negro. Las calizas tienen color gris oscuro, compactas de textura finamente cristalina cuyos estratos varían de 10 a 20 cm. Espesor 100 m.

Formación Indidura: Lutitas con zonas interestratificadas de calizas y alternaciones de calizas arcilloarenosas y lutitas. Espesor aproximado de 550 m.

Formación Parras: Lutita parda frágil y físil que intemperiza en crema que contiene laminaciones de caliza parda de 5 a 10 cm de espesor. Su espesor total es de 240 m.

Aluvión: Está constituido por gravas, arenas, limos y arcillas no consolidadas que cubren el valle intermontano.

Al acercarse a las sierras se notan claramente los abanicos aluviales formados por la disminución repentina del poder de transporte de

una corriente al cambiar abruptamente de pendiente y depositar ahí mismo su carga que está formada por detritos mal clasificados y mal redondeados.

Al centro del Valle se nota que los materiales están más clasificados y mejor redondeados, viéndose que a la base, en el contacto con la lutita se encuentran los boledos grandes y redondeados que van graduándose hasta llegar a limos en la superficie del suelo. En general, la composición de las gravas y arenas es calcárea (9, 10, 11 y 13).

CLIMA

De acuerdo con la carta de climas de la Secretaría de Programación y Presupuesto, Monterrey y su área metropolitana tienen un clima BSo/1 hw"(e') de acuerdo al sistema de clasificación de Köppen modificado por E. García caracterizándose por ser un clima seco-semicálido, con lluvias en verano, con un porcentaje de precipitación invernal entre 5 y 10, y con invierno fresco. La temperatura media anual es de 22.1°C y la del mes más frío menos de 18°C, la precipitación media anual es de 634.1 mm, con períodos lluviosos en mayor-junio y agosto - octubre, (8).

MATERIAL Y METODOS

La forma en que se llevó a cabo este trabajo fue primeramente investigar la cantidad de pozos en el área, así como su localización, posteriormente se seleccionaron aquellos pozos someros que por temporadas abastecen a la población, se muestran en el plano H - 1 (Anexo 1.3), su profundidad no fue mayor de los 100 m.

Se muestreó en un período comprendido de Septiembre a Diciembre de 1985 colectándose un total de 58 muestras de agua (Cuadro 1a y 1b en Anexo 1.2) de las cuales sólo 55 fueron procesadas, ya que las 3 restantes se eliminaron por haber sido colectadas en frascos sucios. El muestreo se llevó a cabo por personal experto de los Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey durante el bombeo de los pozos, las muestras fueron colectadas en frascos de plástico con capacidad de 4 litros aproximadamente y refrigeradas hasta su análisis. Para su procesamiento se contó con el Laboratorio de Química Analítica de la Facultad de Ciencias Biológicas, U.A.N.L., así como también con el Laboratorio de los Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey, efectuándoseles las siguientes determinaciones:

Sólidos totales

pH

Conductividad

Dureza total

Alcalinidad a la Fenolftaleína

Alcalinidad al Naranja de Metilo (Alcalinidad Total)

Bicarbonatos

Sulfatos

Cloruros

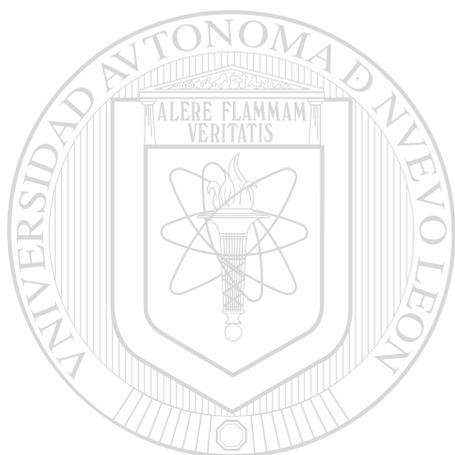
Calcio

Magnesio

Sodio

Potasio

Siguiendo para ello los métodos que presenta el libro "Métodos Estándar para el Análisis de Agua y Agua de Desecho". (14).



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



RESULTADOS

Dado que un estudio hidrogeoquímico requiere la expresión de los datos de laboratorio, es conveniente visualizarlos, así se podrá observar con mayor detalle algunas relaciones de interés.

Con los resultados de las principales determinaciones de nuestro estudio se procedió a efectuar la interpretación geoquímica correspondiente utilizando para ello Diagramas de Piper, Diagramas Semilogarítmicos y Diagramas modificados de Stiff, además elaboramos configuraciones de los índices más importantes de algunas determinaciones.

Empleando la clasificación de Chase Palmer, basada en el contenido de determinadas sales, así como en dos propiedades fundamentales de las aguas que son la salinidad y alcalinidad, encontramos que todas nuestras muestras quedaron dentro del grupo III de Chase Palmer, en el cual la salinidad terciaria y la alcalinidad primaria siempre son igual a cero. Este modo de clasificar las aguas es de los más antiguos por lo que es algo deficiente en cuanto a la agrupación de iones se refiere, además que al manejar porcentajes no se aprecia el total de miliequivalentes/litros de la muestra (3).

Los sistemas triangulares constituyen un elemento muy útil en la interpretación de los análisis de agua ya que se esquematizan tres componentes y se puede saber directamente si una agua es mezcla de dos o más componentes, por lo que utilizamos los diagramas triangulares de Piper (1944), (3 y 4) en los cuales a través de concentraciones porcentuales de aniones y cationes encontramos lo siguiente:

1.- En la Figura No. 3 (Anexo 1.1) se muestra un cuadro resumen de los tres diferentes tipos de agua encontrados en el área estudiada, el primero corresponde a la familia de agua Mixta-Cálcica que cubre casi la totalidad del área estudiada, siendo esta la composición más común de las aguas potables, el segundo tipo contiene agua Bicarbonatada-Cálcica que se distribuye en pequeños grupos dentro del área, uno al pie del Cerro de la Silla (Sureste), otro que incluye parte de San Jerónimo y Vista Hermosa (Suroeste) y el último cubriendo Jardín de las Mitras, Valle Mitras, Villa Mitras y Valle Verde (Noroeste) (Plano H-6 en Anexo 1.3), todos estos grupos rodeados por agua Mixta-Cálcica. El tercer tipo de agua fue Sulfatada-Cálcica en una área plenamente localizada al Norte de la Ciudad y que corresponde a los pozos de la Planta de Basura, Residencial Anáhuac, El Roble, Jardín de las Puentes y Año de Juárez.

2.- En las Figuras 4 y 5 (Anexo 1.1) los diagramas de Piper muestran la totalidad de pozos con agua de la familia Mixta-Cálcica.

3.- En el Anexo 1.1 la Figura 6 presenta los 14 pozos con agua Bicarbonatada-Cálcica y la Figura No. 7 incluye los únicos 6 pozos con agua de la familia Sulfatada-Cálcica ambas figuras expresadas en Diagramas de Piper.

Los diagramas semilogarítmicos propuestos por Scholler (1935, 1938) presentan una serie de ventajas especiales como por ejemplo que se obtienen gráficas más claras y pueden apreciarse directamente por la inclinación de las rectas las relaciones de los elementos entre sí, pudiendo detectar características importantes en las muestras,

a través de estos diagramas agrupamos las 55 muestras analizadas en nuestro estudio de acuerdo a la familia de agua a la que pertenecían, a continuación se describen:

1.- Las Figuras No. 9 a la 13 (Anexo 1.1) muestran los diagramas semilogarítmicos en los que se graficaron las muestras de agua de la familia Mixta-cálcica en ellos se puede observar claramente que la mayoría de las muestras tienen una dureza total (CaCO_3) promedio de 400 ppm, sobrepasando así el límite máximo permitido de 300 ppm, esto ocasiona que las aguas presenten cierto grado de dureza y causen fuertes daños en las tuberías como incrustaciones. En las Figuras No. 10 y 11 (Anexo 1.1) de este mismo grupo, los diagramas semilogarítmicos presentan que las muestras de los pozos No. 35 y 43 tuvieron una concentración elevada de sulfatos, probablemente en el caso del pozo No. 35 a la influencia del pozo No. 34 que contiene agua Sulfatada-Cálcica, mientras que el pozo No. 43 que corresponde al Parque España tenga algunas influencias de las descargas industriales que van a dar al Río Santa Catarina, ya que dicho pozo se encuentra situado muy cerca del río, (plano H-6 en Anexo 1.3).

2.- En las Figuras No. 14, 15 y 16 (Anexo 1.1) los diagramas semilogarítmicos agrupan las muestras de agua de la familia Bicarbonatada-cálcica, el diagrama No. 14 corresponde a los pozos localizados al Noroeste de la Ciudad, el No. 15 los que se encuentran hacia el Sureste y el No. 16 los del Poniente de la ciudad, en total fueron 14 muestras de esta familia, (plano H-6 en Anexo 1.3).

3.- Finalmente la Figura No. 17 (Anexo 1.1) muestra la representación gráfica de las 6 muestras con agua Sulfatada-cálcica localizadas

hacia el Norte y Noreste de la ciudad, (plano H-6 en Anexo 1.3).

El plano H-2 (Anexo 1.3) muestra los Diagramas de Stiff (1951) para la calidad del agua, estos diagramas permiten apreciar rápidamente los valores de las relaciones iónicas con respecto a la unidad y la variación de las relaciones entre cationes y aniones, son muy accesibles por la caracterización de una serie histórica dando una rápida idea de las características químicas y de los diferentes tipos de agua, a través de dichos diagramas encontramos lo siguiente:

El pozo No. 43 (Parque España) situado al Ote. de la ciudad mostró una gran variación en cuanto al contenido de sulfatos, mucho mayor que los pozos cercanos, esto indica una posible contaminación adquirida por influencia del río Santa Catarina o por descargas industriales cercanas al pozo, esta situación se repite en el pozo No. 54 hacia el Poniente de la ciudad pero en menor intensidad, ambos polígonos 43 y 54 son muy parecidos y su distancia respecto al río posiblemente sea la misma, sin embargo no caen dentro de la familia de las aguas sulfatadas-cálcicas.

Los pozos del Sur y Ote. muestran diversas formas pudiéndose definir claramente 3 pozos con polígonos muy parecidos a la familia Bicarbonatada-cálcica 45, 12, 11 y 10 al pie del cerro de la Silla, el resto son aguas mixtas-cálcicas mostrando diferente forma posiblemente por la gran distancia que los separa.

Del centro y Suroeste de la ciudad hacia el Norte de ésta se muestra una similitud más o menos progresiva en cuanto a la forma del polígono de Stiff hasta la altura del pozo No. 4, de ahí en adelante hacia

el Noreste se presenta una gran variación del polígono comenzando en el pozo No. 33 (planta de basura) incrementándose las concentraciones de sulfatos en una franja cercana al cerro del Topo Chico formada por los pozos No. 33, 34, 39, 57 y 51 entre ellos se localiza el pozo No. 35 que presenta una forma muy parecida de polígono pero fue clasificado dentro de las aguas Mixtas-cálcicas por presentar diferente equilibrio iónico de sus componentes. Esta variación importante se debe posiblemente a que en esa zona hace muchos años existió una zona de aguas termales, además de la posible influencia de la zona de los tiraderos de basura hacia el Noreste, esto nos indica que el flujo de las aguas subterráneas en esa zona va del Poniente al Noreste (Fig. 18 en Anexo 1.1).

Con el objeto de tener una idea de la distribución espacial de las diferentes concentraciones y mediciones de sólidos totales, dureza total, conductividad e índice de cambio de bases, respectivamente, se formaron planos con curvas isoivalentes para dichos parámetros en los cuales se encontró que no hubo una congruencia importante entre los valores, sin embargo se trazaron algunas curvas más o menos confiables, (planos H-3, H-4 y H-5 en Anexo 1.3).

La conductividad en el agua subterránea al Ote. de la ciudad mostró dos curvas con tendencia a crecer hacia el Norte, al Poniente dos curvas indican su crecimiento progresivo hacia el centro del área estudiada y de ahí hacia el Norte, este incremento en la medición de la conductividad indica que el agua subterránea del área estudiada fluye hacia el Norte y Noreste, esto es parecido a lo que ocurre con los sólidos totales, las curvas isoivalentes presentan la misma tendencia de crecer

hacia el Norte, aunque para ambos casos encontramos valores que no se agrupan (Ver planos H-3 y H-4 en Anexo 1 .3).

En el plano H-5 (Anexo 1 .3) se muestra la configuración de Dureza Total (PPM), en él se observa que la mayoría de los pozos tienen agua con una dureza superior a los niveles permitidos (300 ppm). Se presenta una curva de 400 ppm que va de Suroeste hacia el Este (centro de la ciudad) y posteriormente continúa hacia el Noroeste.

En la parte Noroeste se delimitó una zona de 300 ppm, hacia el Norte se presentó una curva de 500 ppm que cubrió parte del Noroeste, Norte y Noreste, finalmente hacia el Sureste sólo se encontró una curva de 500 ppm.

La alta dureza presentada en las aguas analizadas se debe a la alta concentración de Calcio, ya que al clasificar las aguas todas resultaron ser Cálcidas, esto se aprecia más claramente en los Diagramas de Piper (Figura No. 3 en Anexo 1 .1), estas aguas se pueden caracterizar como no corrosivas, pero con el inconveniente de que al dedicarse a uso doméstico consumirán más jabón y al usarse en calderas pueden dar origen a incrustaciones de calcio en las tuberías (15).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.- Se detectaron 3 diferentes familias de agua en el acuífero de Monterrey y área metropolitana, estas fueron: Agua Mixta-Cálcica, Agua Bicarbonatada-Cálcica y Agua Sulfatada-Cálcica.

2.- Predominando en el área estudiada, agua de la familia Mixta-Cálcica, con una dureza superior a los niveles permitidos, lo que podría causar incrustaciones en la tubería y ser de calidad no aceptable para consumo humano y dado que la zona es de mezcla, se presentaron ciertas incongruencias de valores en algunas determinaciones.

3.- Las aguas de la familia Bicarbonatada-Cálcica fueron localizadas en tres diferentes zonas dentro del área estudiada (Sureste, Poniente y Noroeste, plano H-5 en Anexo 1 .3).

4.- Las únicas seis muestras clasificadas dentro de la familia Sulfatada-Cálcica se localizaron al Norte y NorNoreste de la ciudad, donde se encontraron los valores más altos de sólidos totales y conductividad, lo que nos indica que posiblemente se dirijan hacia esa zona las aguas subterráneas.

5.- El 83.64% de las muestras analizadas cumplieron con las normas de calidad para agua potable y sólo un 16.36% mostraron altas concentraciones de sulfatos, lo que las hace no potables, por lo que se les podría dar otro uso.

6.- Dado que no existen arroyos o ríos con niveles constantes de agua y las lluvias son muy escasas en la región, se tendrá que recurrir al agua subterránea disponible para el consumo humano.

7.- Acorde con la composición química del agua encontrada en este estudio, será necesario darle un tratamiento previo antes de ser inyectada a la red de distribución, ya sea por precipitación (cal o cal y carbonato de sodio o cal y bióxido de carbono) o filtración (zeolitas naturales, zeolitas artificiales o sintéticas o arenas verdes como la glauconita) (15). En el caso de que un tratamiento no fuera accesible por cuestión económica, esta agua se destinaría para otro uso y no a consumo humano.

9.- Se detectó una posible contaminación en el subsuelo en dos zonas diferentes, la primera corresponde al Parque España (pozo No. 43) y la segunda hacia el noroeste en la Planta de Basura (Pozo No. 33) en ambos casos con altos contenidos de sulfatos, debido probablemente a infiltraciones provenientes de descargas industriales y de desechos sólidos.

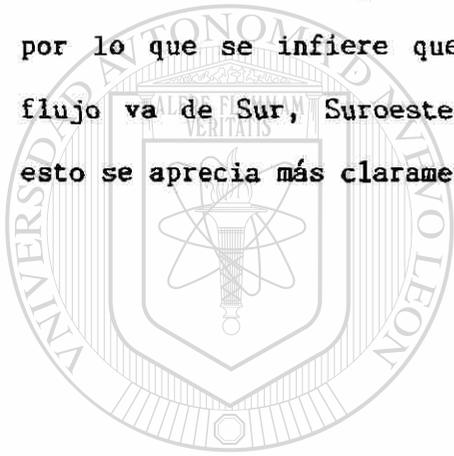
10.- En este estudio no se midieron los parámetros de pH y temperatura in situ, pero es recomendable que sean evaluados ya que ambos nos ayudan a caracterizar mejor las aguas subterráneas, pues la temperatura se encuentra en relación directa con la conductividad eléctrica y el pH depende del contenido de ácido carbónico y puede variar como consecuencia de vertidos industriales (1).

11.- Para tener una idea más clara y exacta de la calidad del agua, se recomienda efectuar estudios más completos y continuos, incluyendo parámetros como la determinación de nitrógeno en todas sus formas (amoniacal, protéico y de nitratos) y cubriendo la totalidad del área metropolitana así tendremos la seguridad de que el agua suministrada

es de buena calidad.

12.- Finalmente, en cuanto a las posibles zonas de recarga del acuífero y de acuerdo con la dirección del flujo en la Fig. No. 18 podría suponerse que el acuífero se recarga con los escurrimientos de: la Sierra Madre (Sur), la Huasteca (Suroeste), el Cerro de las Mitras (Oeste) y el Cerro de la Silla (Sureste).

13.- Sin embargo, no se encontró un patrón de flujo definido, por lo que se infiere que en base a los parámetros congruentes, el flujo va de Sur, Suroeste y Noroeste hacia el Noreste y NorNoreste, esto se aprecia más claramente en la Figura No. 18 (Anexo 1 .1).



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

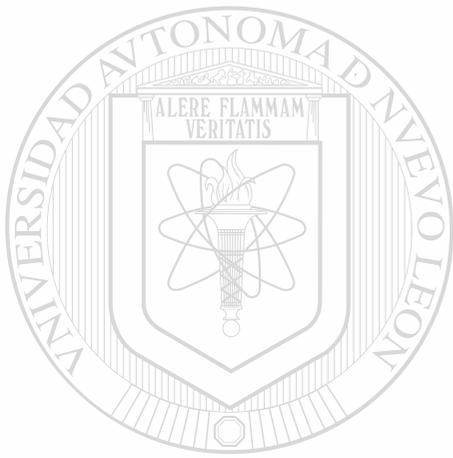
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



LITERATURA CONSULTADA

- 1.- Enrique Torres López, La Historia del Agua en Monterrey, desde 1577 hasta 1985, Ediciones Castillo, S. A., Primera edición, 1985.
- 2.- Johnson Division, UDP Inc., El agua Subterránea y los Pozos, 1a. Edición, p. 15-72, 1975.
- 3.- Emilio Custodio y Manuel Ramón Llamas, Hidrología Subterránea, Tomo I, Editorial Omega, S. A., Primera Edición, 1976.
- 4.- Catalán La Fuente José G., Química del Agua, Editorial Blume, Primera Edición, 1969.
- 5.- R. del Arenal y J. Nájera G., "Estudio Hidrogeoquímico del Area Soledad Las Estacas, Municipio de Mina, N. L., Instituto de Geología, U.N.A.M., Vol. 1, No. 1, p. 92-98, 1977.
- 6.- S.R.H., Subsecretaría de Planeación e Ingeniería y Sistemas, S. A., (INSISA), "Estudio Geohidrológico del Estado de Nuevo León", Hidrología Subterránea, Tomo V, 1972.
- 7.- Secretaría de Programación y Presupuesto, X Censo de Población en el Estado de Nuevo León, 1980.
- 8.- Secretaría de Programación y Presupuesto, Síntesis Geográfica del Estado de Nuevo León, y Cartas de Clima, 1981.

- 9.- Superintendencia General de Explotación, III Simposium de Geología de Subsuelo (Zona Noreste), DFNE, Cd. Reynosa, Tamps., Mayo 1976.
- 10.- Dr. Federico K. G. Mullerried, Geología del Estado de Nuevo León, Vol. I y II, U.A.N.L., Monterrey, N.L., 1944, 1946.
- 11.- Congreso Geológico Internacional, Excursión C-5, Vigésima Sesión, Editor Manuel Maldonado Goerdell, México, 1956.
- 12.- Eduardo López Ramos, Geología de México, Instituto Politécnico Nacional, 1972.
- 13.- Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros AMGP, Vol. XXIV, Nos. 4-6, Abril-Junio, 1972.
-
- 14.- APHA, AWWA and WPCF, "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", 14 th. edition, 1975. ®
- 15.- Hilleboe Herman E., Manual de Tratamiento de Aguas, Editorial Limusa, S. A., 1984.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

ANEXO 1.1



FIGURA No.1

Mapa de localización
del area estudiada.

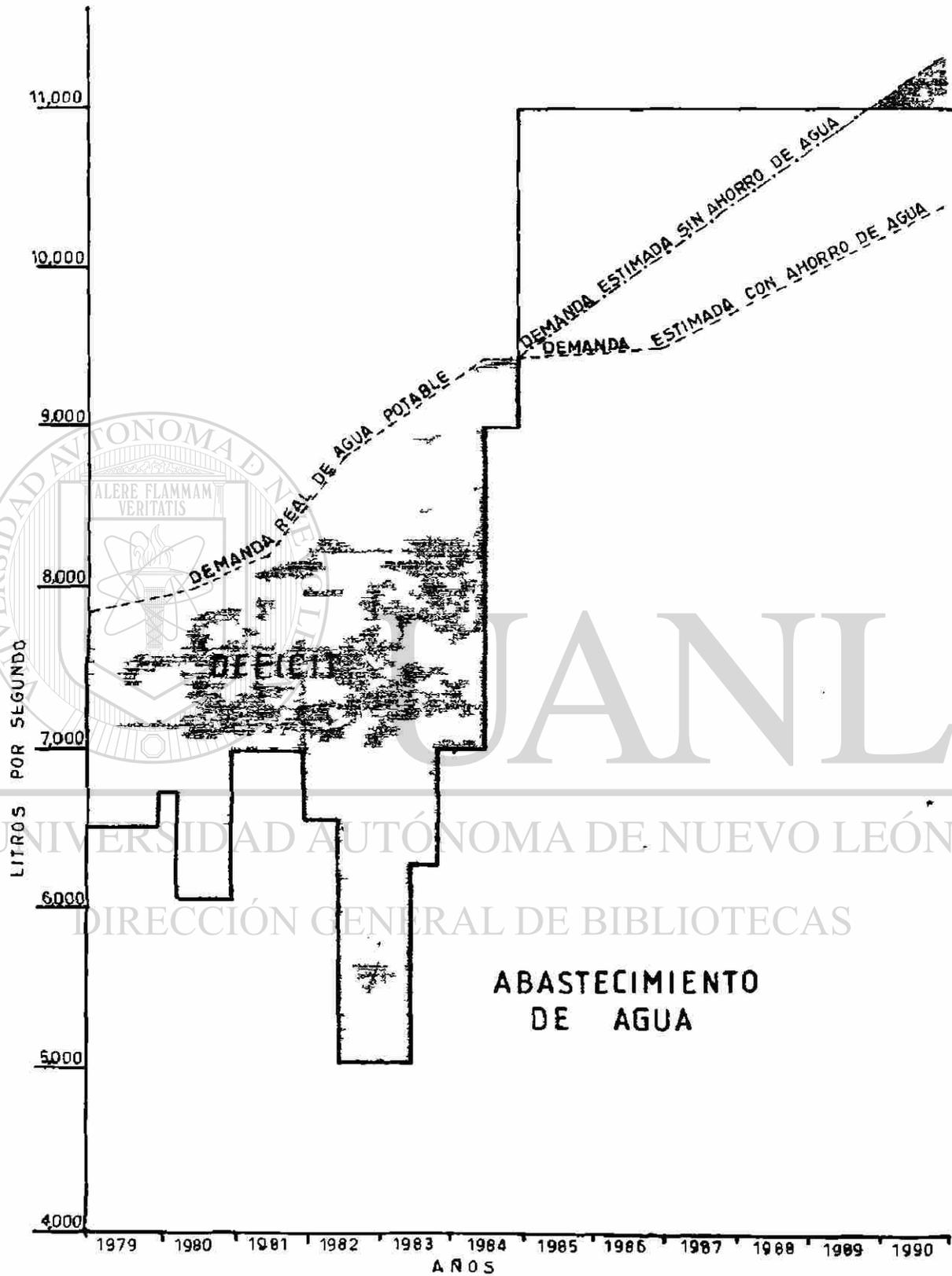
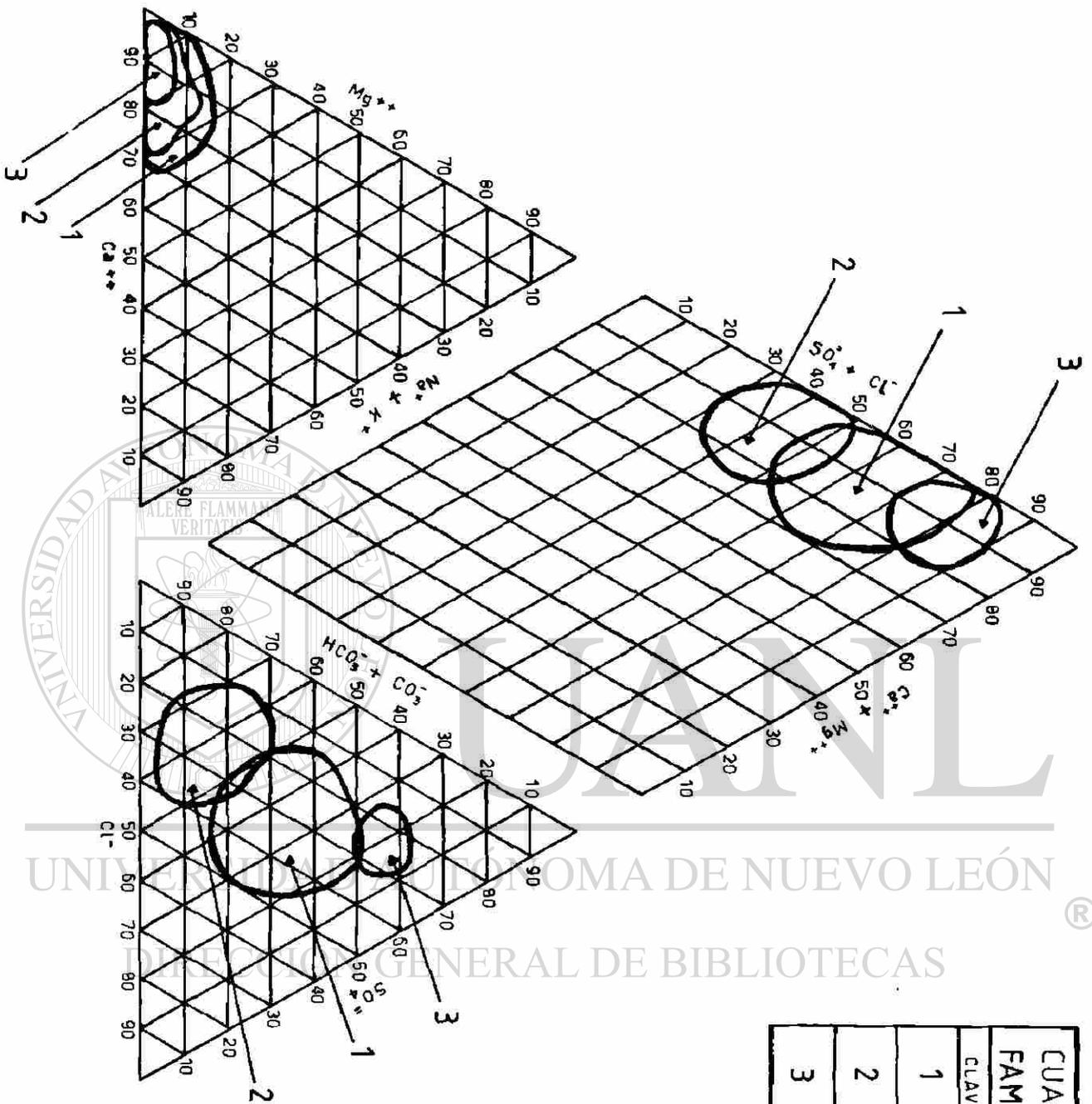


FIG. 2 ABASTECIMIENTO CONSUMO Y DEFICIT DE AGUA POTABLE EN LA ZONA DE MONTERREY. (TOMADA DE : LA HISTORIA DEL AGUA EN MONTERREY DESDE 1577 A 1985. TORRES LOPEZ E. Y SANTOSCOY)



CUADRO RESUMEN		
FAMILIAS DE AGUA		
CLAVE	FAMILIA	DE AGUA
1	(Ca-SO ₄ -HCO ₃ -Cl)	MIXTA-CALCICA
2	Ca - HCO ₃	BICARBONATADA CALCICA
3	Ca - SO ₄	SULFATADA-CALCICA

FIG. 3

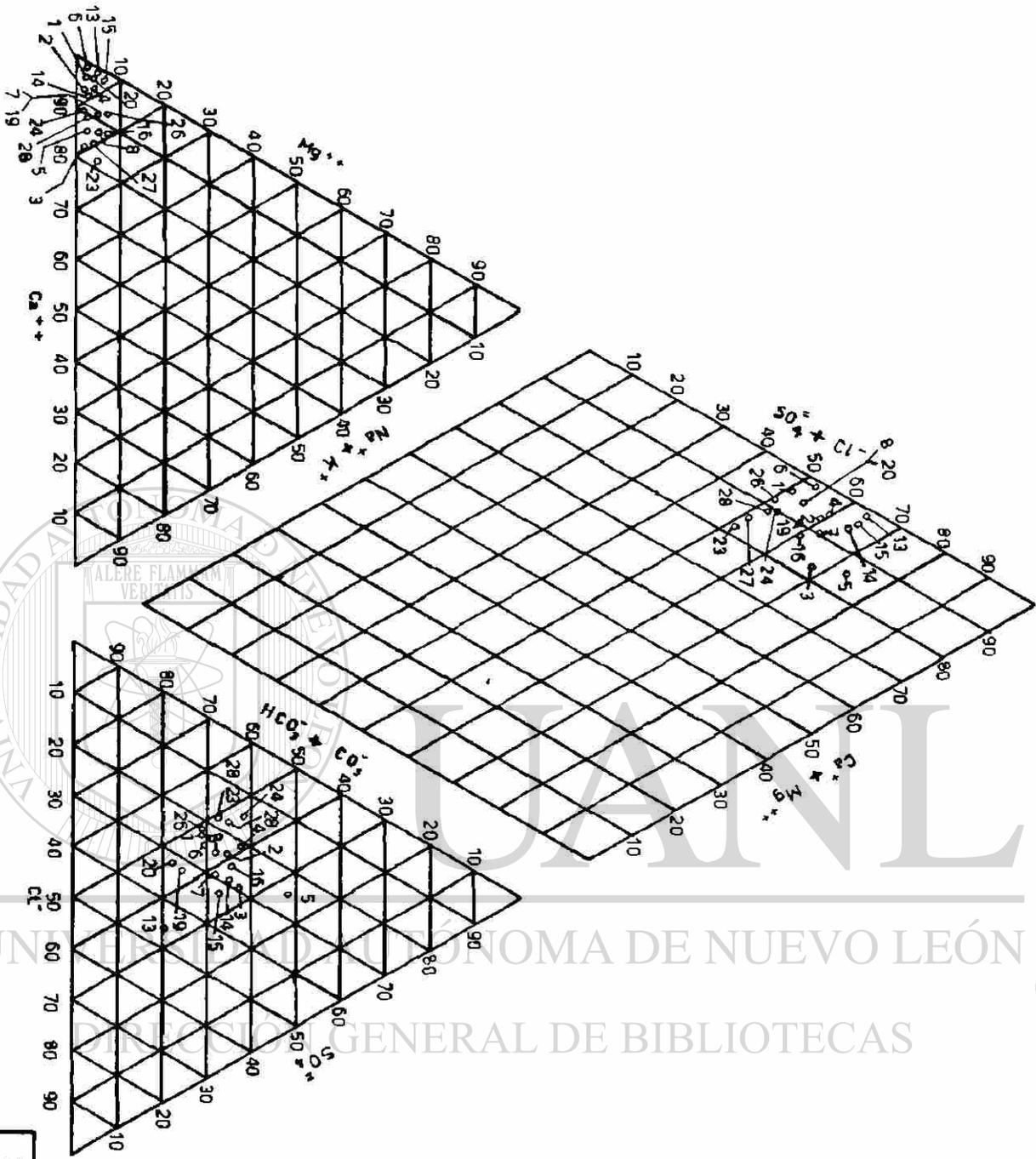


FIG. 4

DIAGRAMA TRIANGULAR
 DE PIPER
 CLAVE FAMILIA:

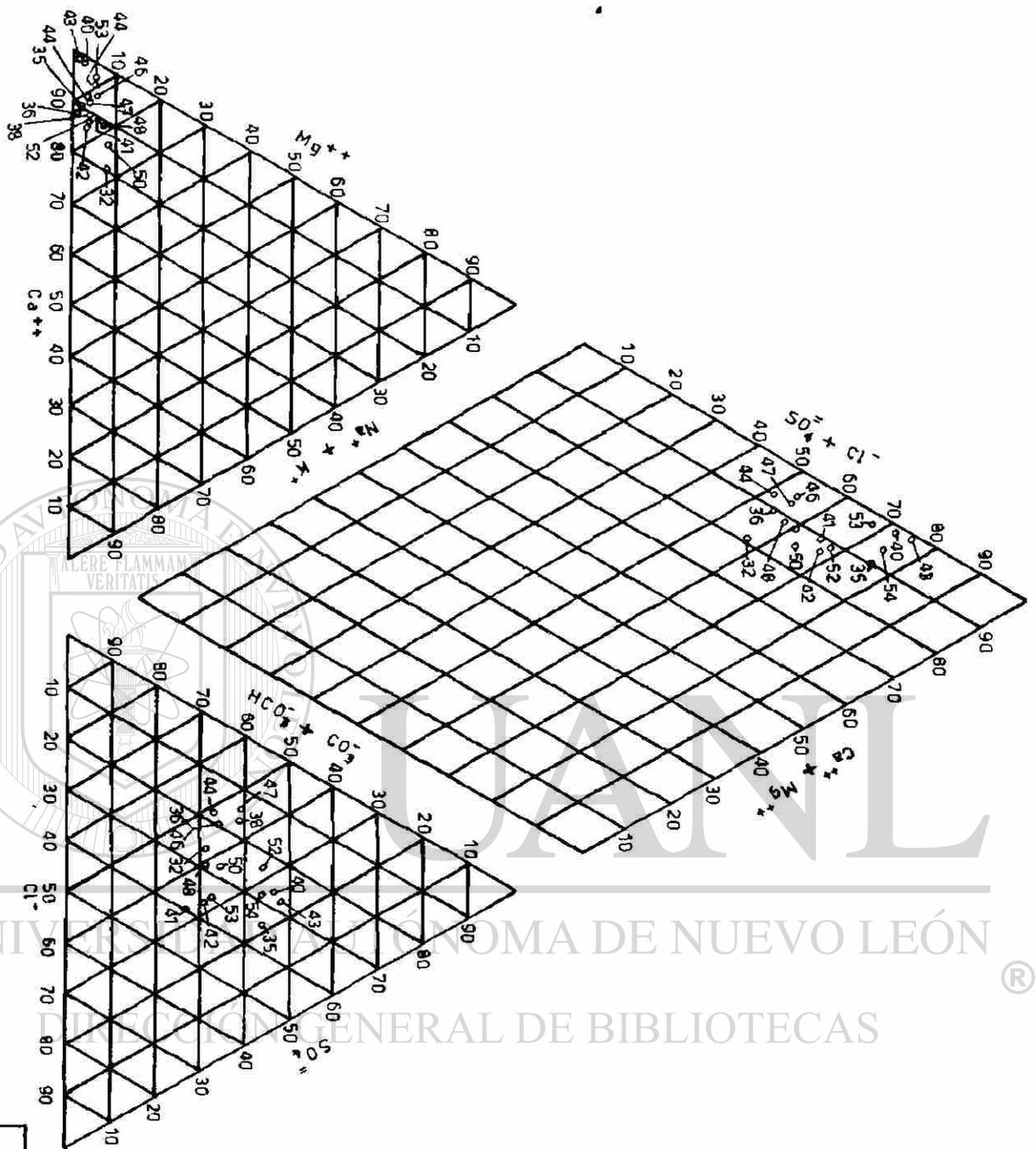


FIG. 5

DIAGRAMA TRIANGULAR
DE PIPER

CLAVE
1b AGUA MIXTA CALCICA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

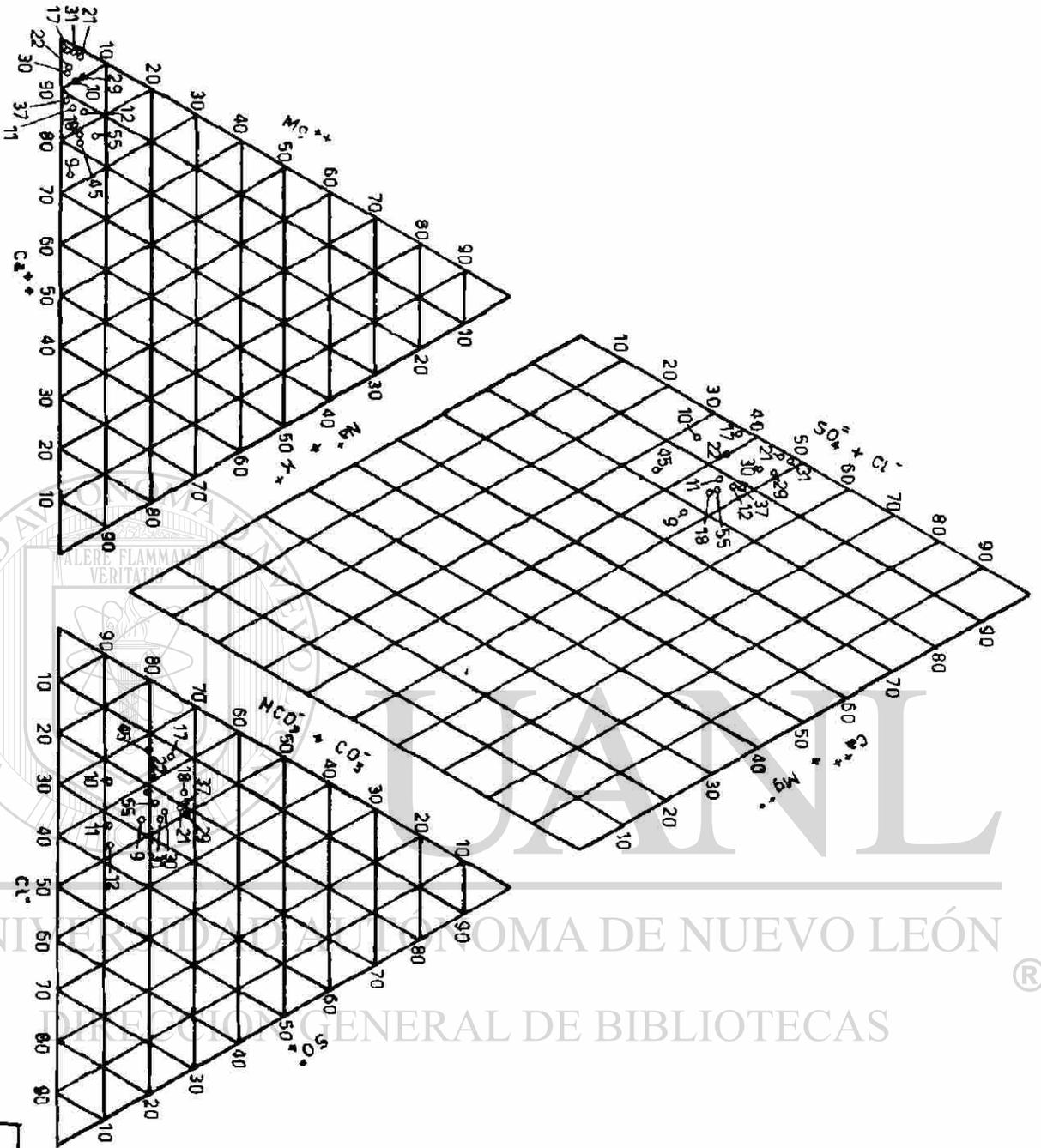


FIG. 6

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



DIAGRAMA TRIANGULAR

DE PIPER

CLAVE FAMILIA:

2 AQUA RESERVENATA

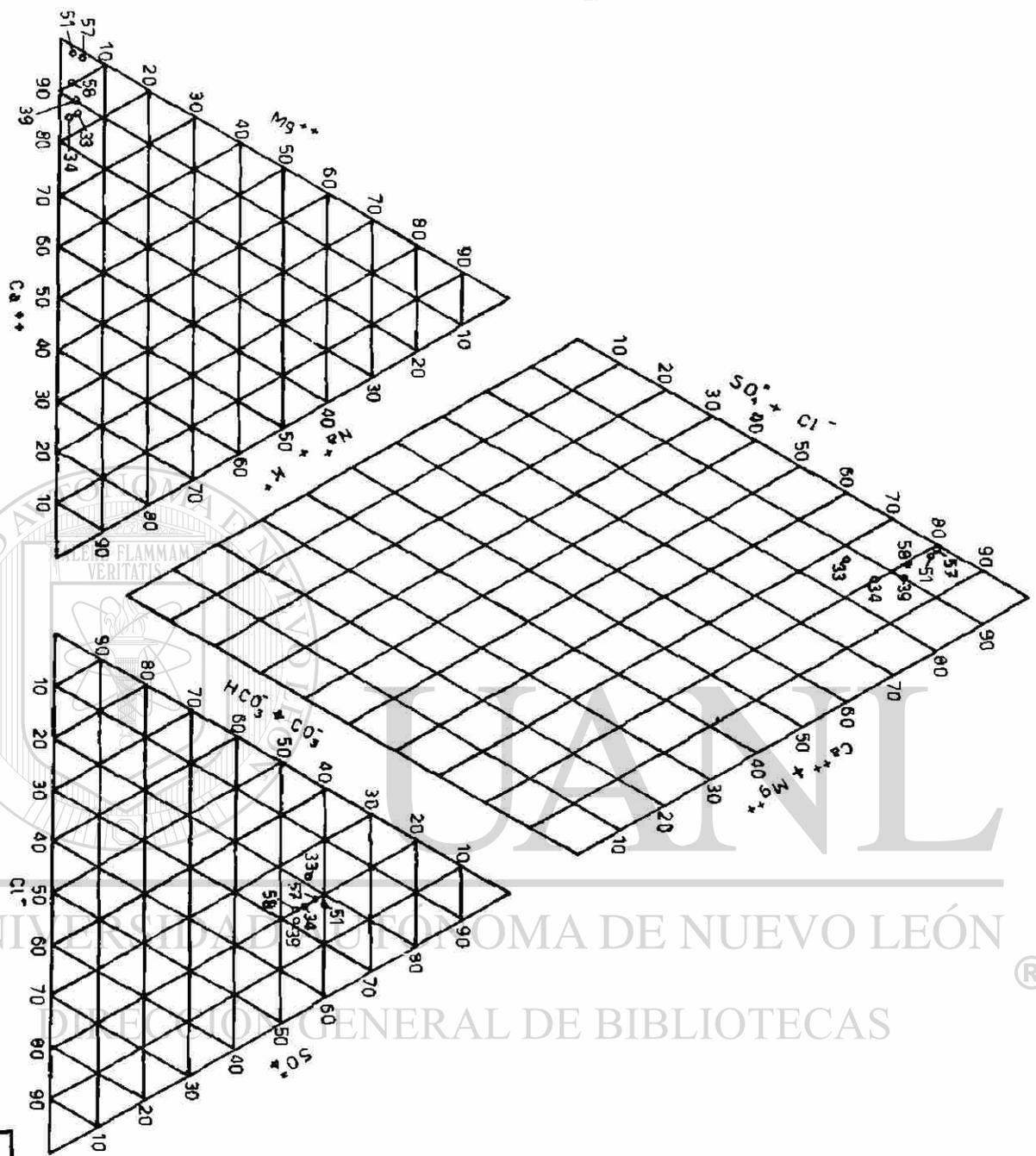


FIG. 7

DIAGRAMA TRIANGULAR
 DE PIPER
 CLAVE FAMILIA:
 3 ANA SUFATADA GASISIA

ANALISIS No 1
 FECHA OCTUBRE - 85
 PROCEDENCIA DEL AGUA POZO
NUEVA MORELOS

OBSERVACIONES GEOLOGICAS
ALUVION
AGUA MIXTA CALCICA

ANALISIS No 2
 FECHA OCTUBRE - 85
 PROCEDENCIA DEL AGUA POZO
VALLE MORELOS

OBSERVACIONES GEOLOGICAS
ALUVION
AGUA MIXTA CALCICA

ANALISIS No 4
 FECHA OCTUBRE - 85
 PROCEDENCIA DEL AGUA POZO
CENTRAL

OBSERVACIONES GEOLOGICAS
ALUVION
AGUA MIXTA CALCICA

ANALISIS No 5
 FECHA OCTUBRE - 85
 PROCEDENCIA DEL AGUA POZO
GRANJA SANITARIA 1

OBSERVACIONES GEOLOGICAS
ALUVION
AGUA MIXTA CALCICA

ANALISIS No 6
 FECHA OCTUBRE - 85
 PROCEDENCIA DEL AGUA POZO
GRANJA SANITARIA 2

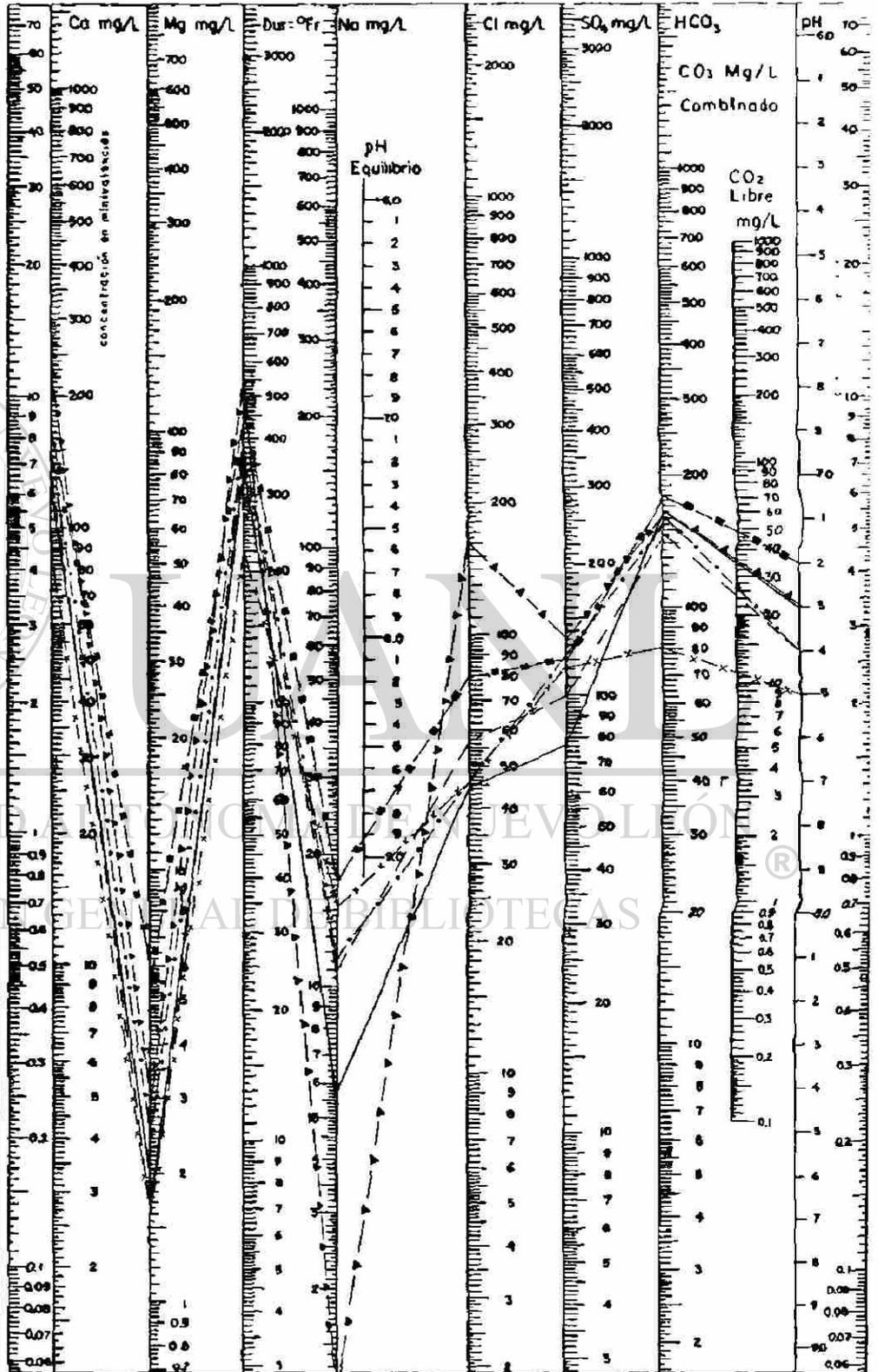
OBSERVACIONES GEOLOGICAS
ALUVION
AGUA MIXTA CALCICA

ANALISIS No 7
 FECHA OCTUBRE - 85
 PROCEDENCIA DEL AGUA POZO
SAN MARTIN 1

OBSERVACIONES GEOLOGICAS
ALUVION
AGUA MIXTA CALCICA

DIAGRAMA SEMILOGARITMICO PARA EL ANALISIS DE AGUA

No 8



ANÁLISIS Nº 3 1
 FECHA OCT 85

PROCEDENCIA DEL AGUA POZO CENTRAL BRAVO

SERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION

AGUA MIXTA CALCICA

ANÁLISIS Nº 23 2
 FECHA SEP 85

PROCEDENCIA DEL AGUA POZO STA CECILIA

SERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION

AGUA MIXTA CALCICA

ANÁLISIS Nº 24 3
 FECHA SEP 85

PROCEDENCIA DEL AGUA POZO ANT. CAMINO A V. DE GARCIA

SERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION

AGUA MIXTA CALCICA

ANÁLISIS Nº 27 4
 FECHA SEP 85

PROCEDENCIA DEL AGUA POZO LINCOLN 2

SERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION

AGUA MIXTA CALCICA

ANÁLISIS Nº 32 5
 FECHA SEP 85

PROCEDENCIA DEL AGUA POZO LINCOLN 1

SERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION

AGUA MIXTA CALCICA

ANÁLISIS Nº 36 6
 FECHA SEP 85

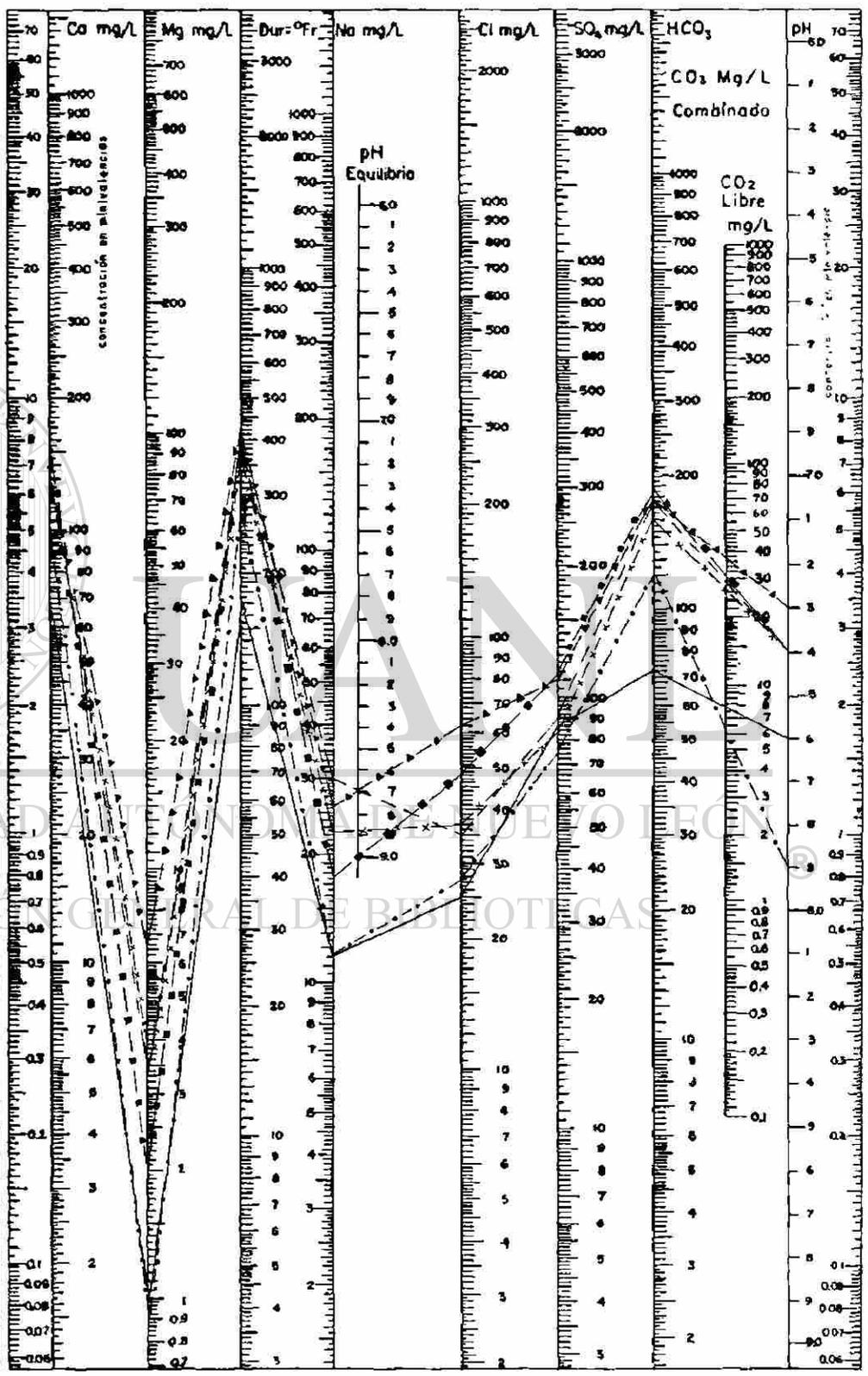
PROCEDENCIA DEL AGUA POZO FIDEL VELAZQUEZ

SERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION

AGUA MIXTA CALCICA

DIAGRAMA SEMILOGARITMICO PARA EL ANALISIS DE AGUA

Nº 9



ANALISIS No 8 1

FECHA SEP 85

PROCEDENCIA DEL AGUA POZO TOPO CHICO 5

OBSERVACIONES GEOLOGICAS POZO PROFUNDO

AGUA MIXTA CALCICA

ANALISIS No 26 2

FECHA SEP 85

PROCEDENCIA DEL AGUA POZO BUROCRATAS FED

OBSERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION

AGUA MIXTA CALCICA

ANALISIS No 35 3

FECHA SEP 85

PROCEDENCIA DEL AGUA POZO LA PERGOLA

OBSERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION

AGUA MIXTA CALCICA

ANALISIS No 52 4

FECHA DIC 85

PROCEDENCIA DEL AGUA POZO EXCAVA

OBSERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION

AGUA MIXTA CALCICA

ANALISIS No 15 5

FECHA OCT 85

PROCEDENCIA DEL AGUA POZO INDUSTRIAL

OBSERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION

AGUA MIXTA CALCICA

ANALISIS No 6

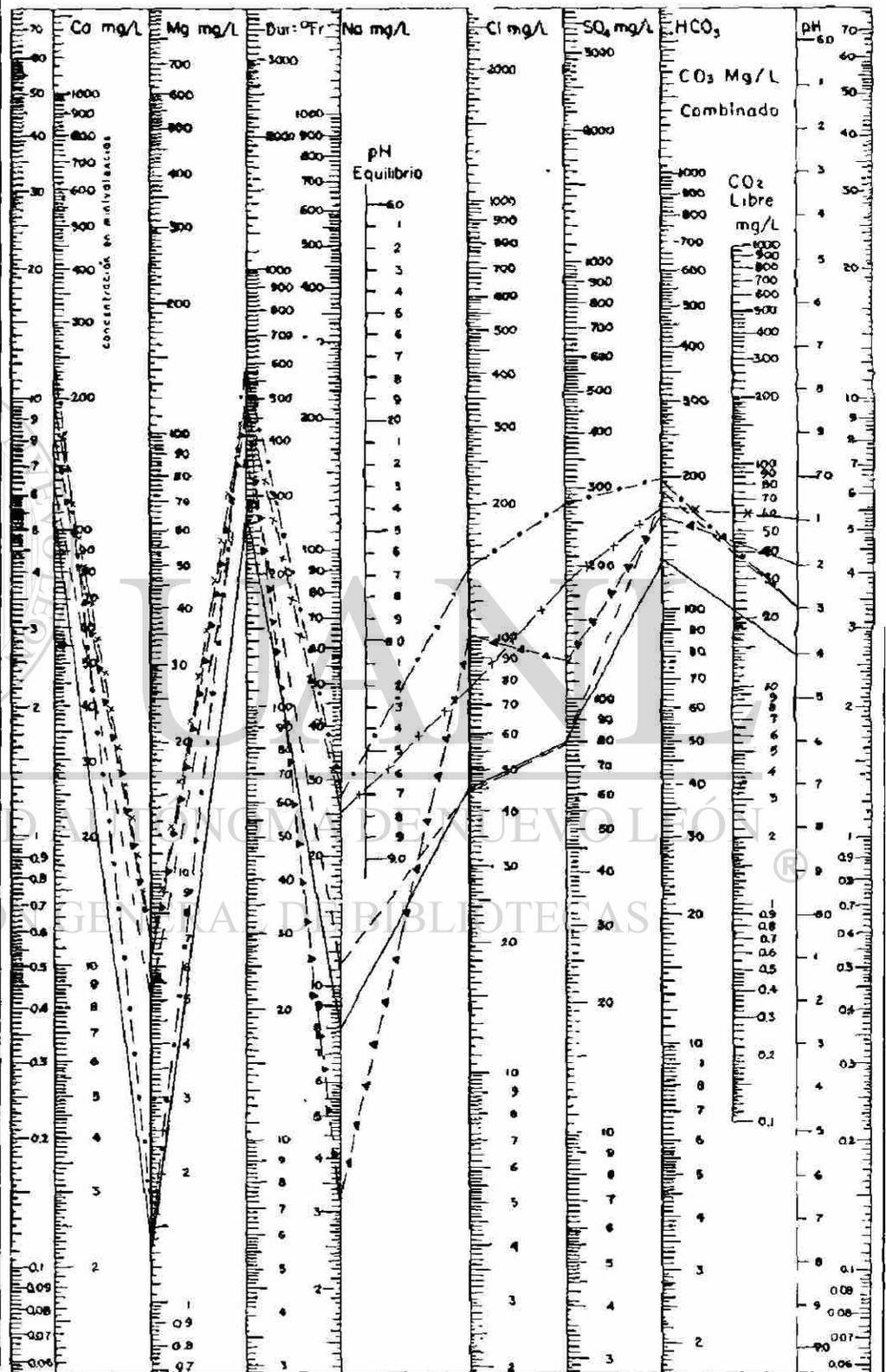
FECHA

PROCEDENCIA DEL AGUA

OBSERVACIONES GEOLOGICAS

DIAGRAMA SEMILOGARITMICO PARA EL ANALISIS DE AGUA

No 70



ANALISIS No 13

FECHA OCT 85

PROCEDENCIA DEL AGUA POZO CRISPIN T.

OBSERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION

AGUA MIXTA CALCICA

ANALISIS No 14

FECHA OCT 85

PROCEDENCIA DEL AGUA POZO AZTECA

OBSERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION

AGUA MIXTA CALCICA

ANALISIS No 40

FECHA SEP 85

PROCEDENCIA DEL AGUA POZO EL ROBLE

OBSERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION

AGUA MIXTA CALCICA

ANALISIS No 42

FECHA NOV 85

PROCEDENCIA DEL AGUA POZO MAS PALOMAS

OBSERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION

AGUA MIXTA CALCICA

ANALISIS No 43

FECHA NOV 85

PROCEDENCIA DEL AGUA POZO PARQUE ESPAÑA

OBSERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION

AGUA MIXTA CALCICA

ANALISIS No 47

FECHA NOV 85

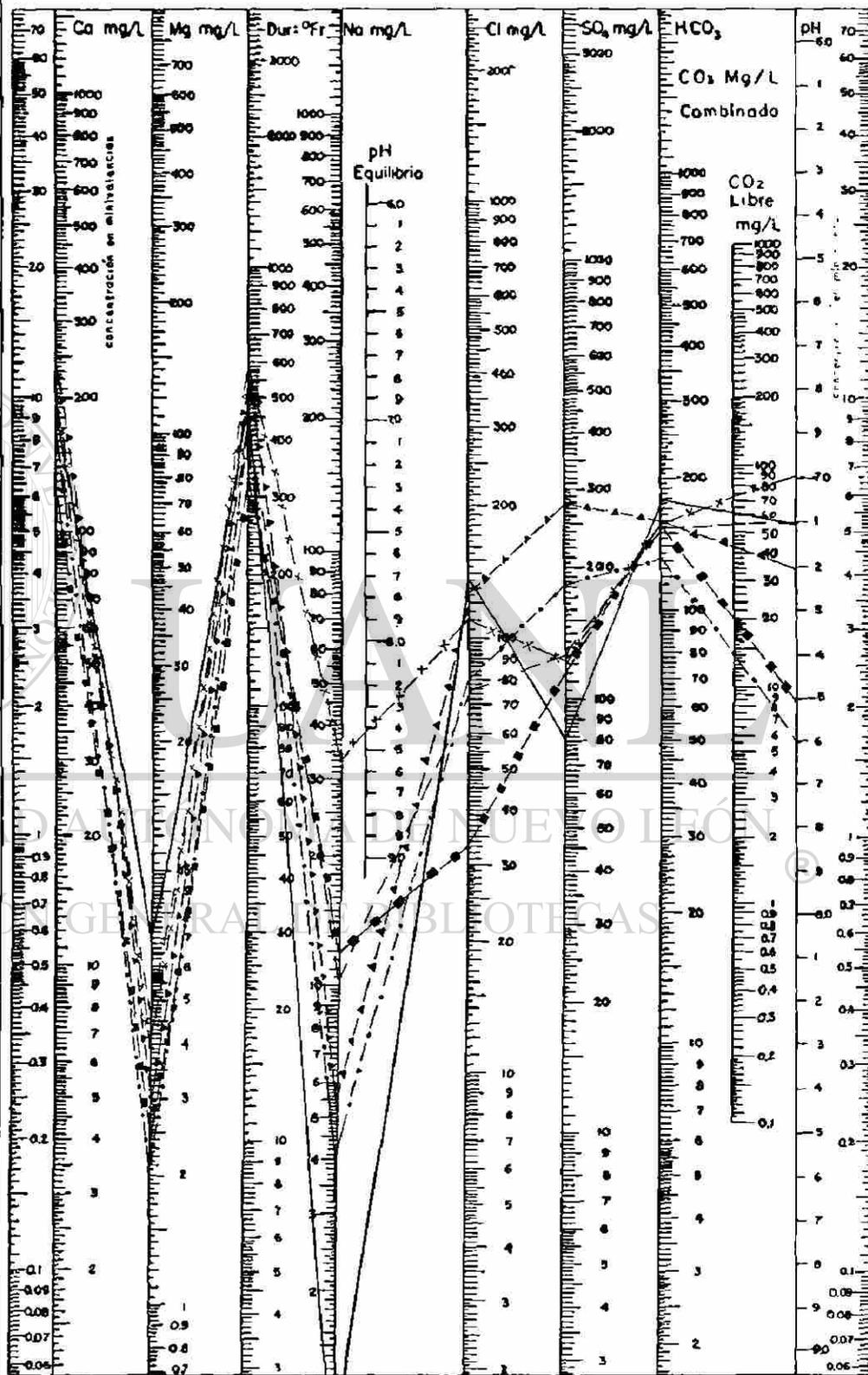
PROCEDENCIA DEL AGUA POZO RIVA PALACIO 2

OBSERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION

AGUA MIXTA CALCICA

DIAGRAMA SEMILOGARITMICO PARA EL ANALISIS DE AGUA

No 11



ANALISIS N° 16
 FECHA OCT 85
 PROCEDENCIA DEL AGUA POZO CUM

OBSERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION
 AGUA MIXTA CALCICA

ANALISIS N° 19
 FECHA OCT 85
 PROCEDENCIA DEL AGUA POZO CAPELLANIA 1

OBSERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION
 AGUA MIXTA CALCICA

ANALISIS N° 20
 FECHA OCT 85
 PROCEDENCIA DEL AGUA POZO CAPELLANIA 2

OBSERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION
 AGUA MIXTA CALCICA

ANALISIS N° 38
 FECHA SEP 85
 PROCEDENCIA DEL AGUA POZO MONTERREY 1

OBSERVACIONES GEOLOGICAS POZO PROFUNDO
 AGUA MIXTA CALCICA

ANALISIS N° 41
 FECHA NOV 85
 PROCEDENCIA DEL AGUA POZO INDEP Y ZARCO

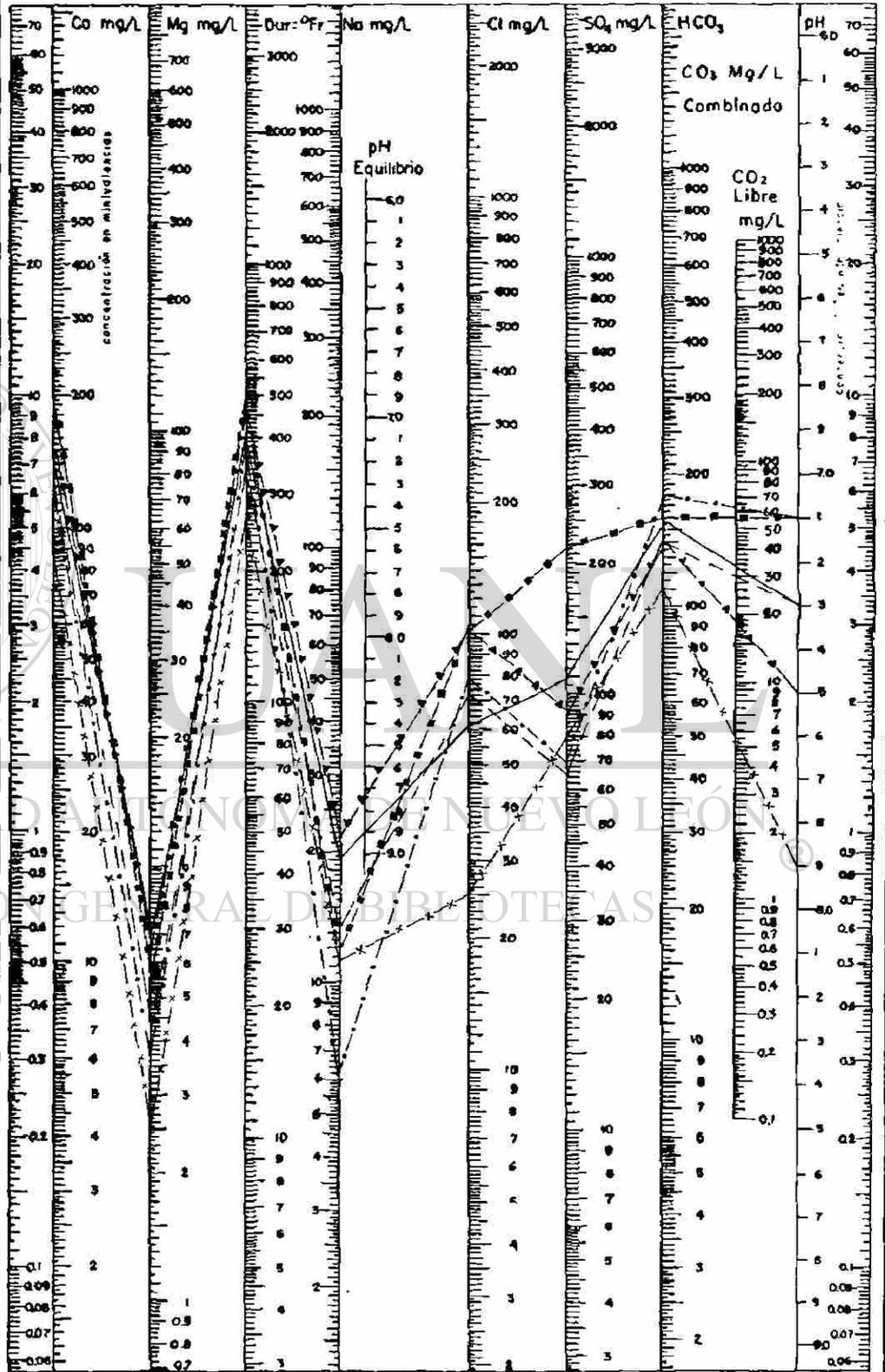
OBSERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION
 AGUA MIXTA CALCICA

ANALISIS N° 54
 FECHA DIC 85
 PROCEDENCIA DEL AGUA POZO DR. CANTU

OBSERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION
 AGUA MIXTA CALCICA

DIAGRAMA SEMILOGARITMICO PARA EL ANALISIS DE AGUA

N° 12



ANALISIS No 28 1

FECHA SEP 85

PROCEDENCIA DEL AGUA POZO MITRAS CENTRO

OBSERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION

AGUA MIXTA CALCICA

ANALISIS No 44 2

FECHA NOV 85

PROCEDENCIA DEL AGUA POZO CONTRY LOZANO

OBSERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION

AGUA MIXTA CALCICA

ANALISIS No 46 3

FECHA NOV 85

PROCEDENCIA DEL AGUA POZO R PALACIO 1

OBSERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION

AGUA MIXTA CALCICA

ANALISIS No 48 4

FECHA NOV 85

PROCEDENCIA DEL AGUA POZO J IGNACIO R Y GUERRERO

OBSERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION

AGUA MIXTA CALCICA

ANALISIS No 50 5

FECHA DIC 85

PROCEDENCIA DEL AGUA POZO CEU

OBSERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION

AGUA MIXTA CALCICA

ANALISIS No 53 6

FECHA DIC 85

PROCEDENCIA DEL AGUA POZO TALLERES

OBSERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION

AGUA MIXTA CALCICA

DIAGRAMA SEMILOGARITMICO PARA EL ANALISIS DE AGUA

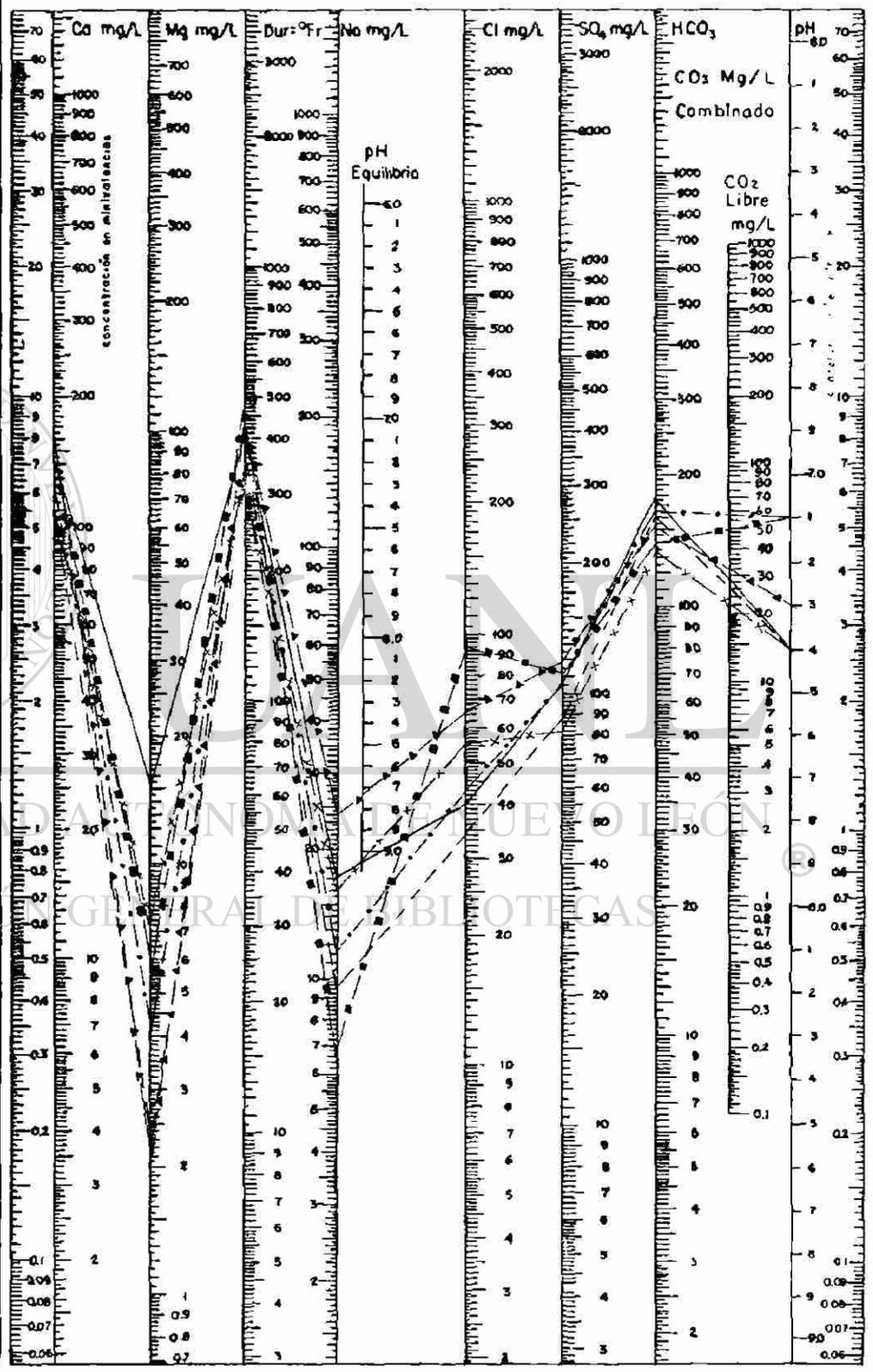


DIAGRAMA SEMILOGARITMICO PARA EL ANALISIS DE AGUA

N. 14

ANALISIS N° 9
FECHA OCT 85

PROCEDENCIA DEL AGUA POZO
S BERNABE 3

OBSERVACIONES GEOLOGICAS
ALUVION

AGUA BICARBONATADA
CALCICA

ANALISIS N° 21
FECHA OCT 85

PROCEDENCIA DEL AGUA POZO
VALLE VERDE

OBSERVACIONES GEOLOGICAS
ALUVION

AGUA BICARBONATADA
CALCICA

ANALISIS N° 22
FECHA OCT 85

PROCEDENCIA DEL AGUA POZO
VILLA MITRAS

OBSERVACIONES GEOLOGICAS
ALUVION

AGUA BICARBONATADA
CALCICA

ANALISIS N° 37
FECHA SEP 85

PROCEDENCIA DEL AGUA POZO
SORIANA LINCOLN

OBSERVACIONES GEOLOGICAS
ALUVION

AGUA BICARBONATADA C.

ANALISIS N° 55
FECHA DIC 85

PROCEDENCIA DEL AGUA POZO
VALLE MITRAS

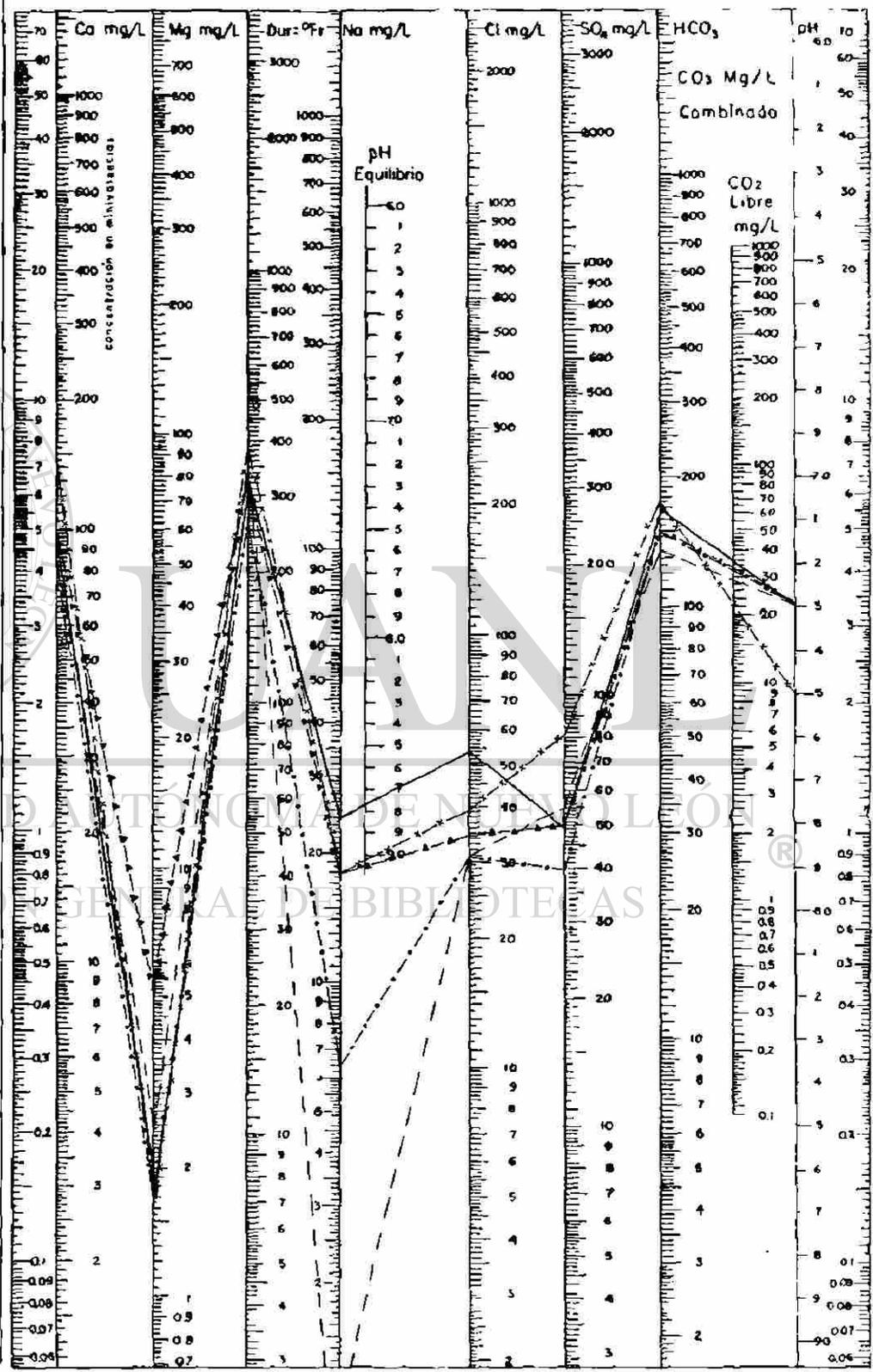
OBSERVACIONES GEOLOGICAS
ALUVION

AGUA BICARBONATADA C.

ANALISIS N° _____
FECHA _____

PROCEDENCIA DEL AGUA _____

OBSERVACIONES GEOLOGICAS _____



ANALISIS No 17

FECHA OCT 85

PROCEDENCIA DEL AGUA POZO MONTERREY 3

OBSERVACIONES GEOLOGICAS POZO PROFUNDO AGUA BICARBONATADA CALCICA

ANALISIS No 18

FECHA OCT 85

PROCEDENCIA DEL AGUA POZO SAN JERONIMO 2

OBSERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION AGUA BICARBONATADA CALCICA

ANALISIS No 29

FECHA SEP 85

PROCEDENCIA DEL AGUA POZO HOSP. UNIVERSITARIO

OBSERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION AGUA BICARBONATADA CALCICA

ANALISIS No 30

FECHA SEP 85

PROCEDENCIA DEL AGUA POZO V. HERMOSA (NICARAGUA)

OBSERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION AGUA BICARBONATADA CALCICA

ANALISIS No 31

FECHA SEP 85

PROCEDENCIA DEL AGUA POZO V. HERMOSA (CENTROAM.)

OBSERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION AGUA BICARBONATADA CALCICA

ANALISIS No

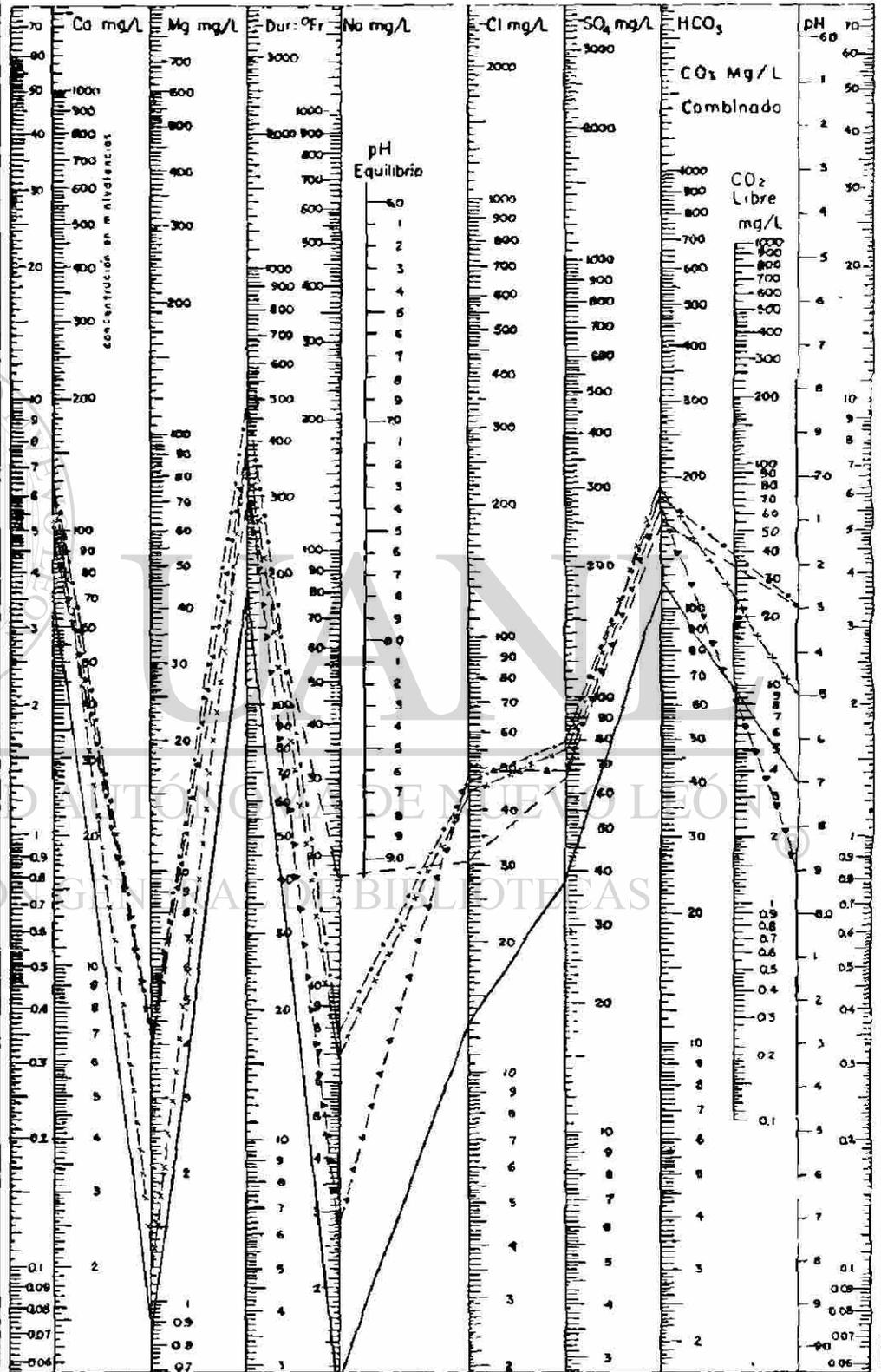
FECHA

PROCEDENCIA DEL AGUA

OBSERVACIONES GEOLOGICAS

DIAGRAMA SEMILOGARITMICO PARA EL ANALISIS DE AGUA

No 16



ANALISIS No 33

1

FECHA SEP 85

PROCEDENCIA DEL AGUA POZO PLANTA DE BASURA

SERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION

AGUA SULFATADA CALCICA

ANALISIS No 34

2

FECHA SEP 85

PROCEDENCIA DEL AGUA POZO GEMELOS ANAHUAC

SERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION

AGUA SULFATADA CALCICA

ANALISIS No 39

3

FECHA SEP 85

PROCEDENCIA DEL AGUA POZO ANAHUAC

SERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION

AGUA SULFATADA CALCICA

ANALISIS No 51

4

FECHA DIC 85

PROCEDENCIA DEL AGUA POZO ANO DE JUAREZ

SERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION

AGUA SULFATADA CALCICA

ANALISIS No 57

5

FECHA DIC 85

PROCEDENCIA DEL AGUA POZO LAS PUENTES (C. DE PEROTE)

SERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION

AGUA SULFATADA CALCICA

ANALISIS No 58

6

FECHA DIC 85

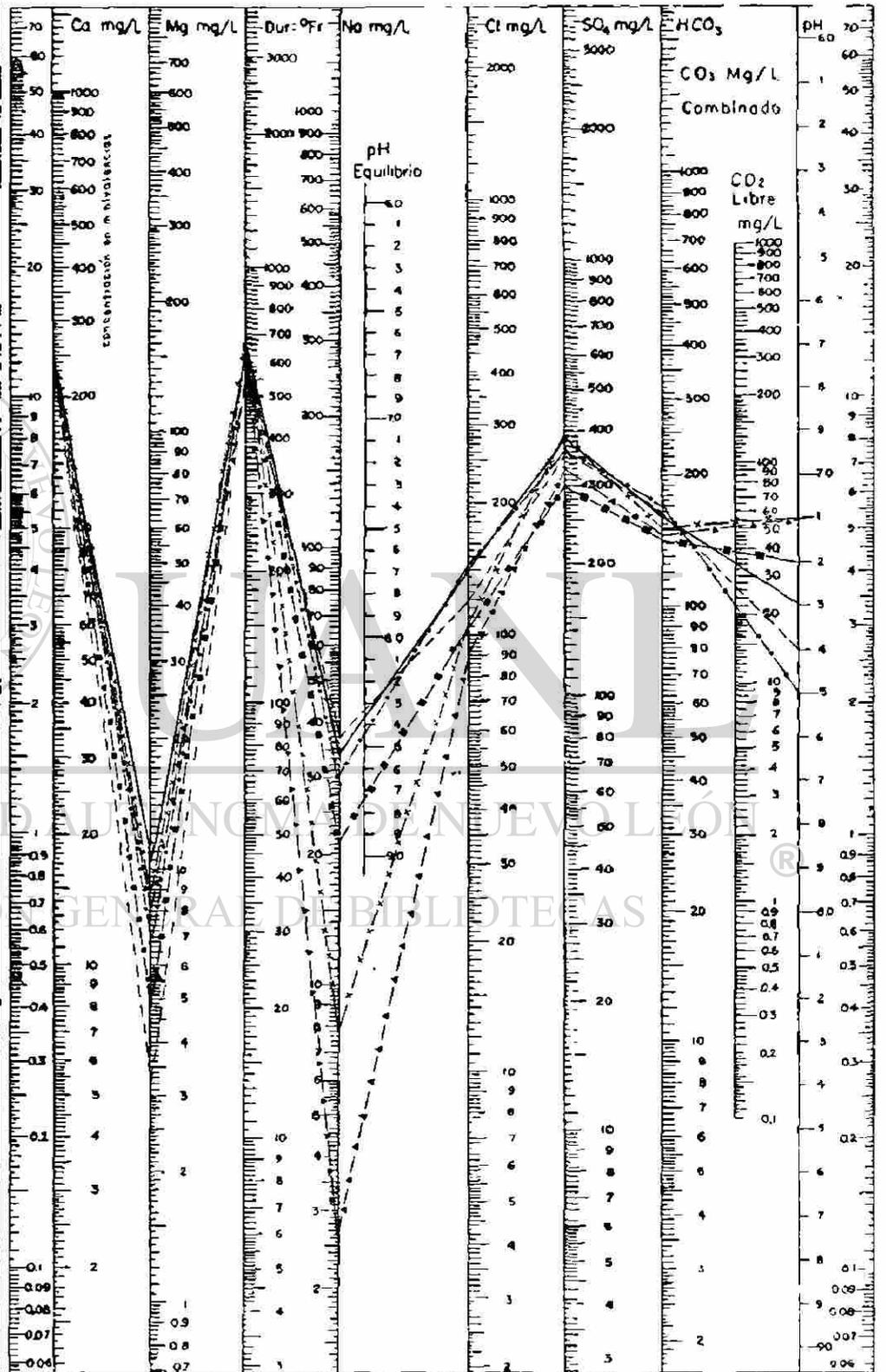
PROCEDENCIA DEL AGUA POZO LAS PUENTES (P. COLORADO)

SERVACIONES GEOLOGICAS ALUVION

AGUA SULFATADA CALCICA

DIAGRAMA SEMILOGARITMICO PARA EL ANALISIS DE AGUA

N. 17



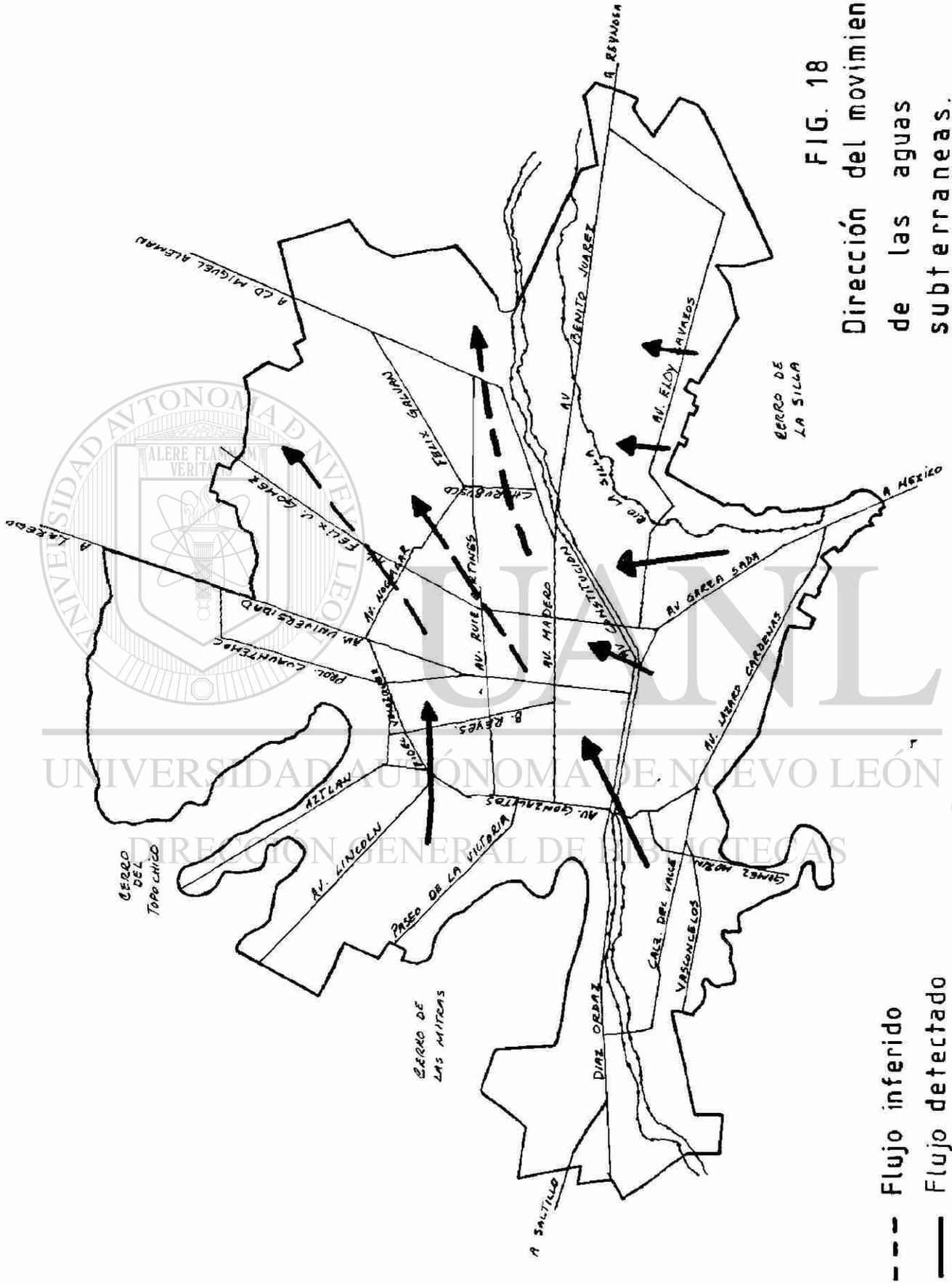
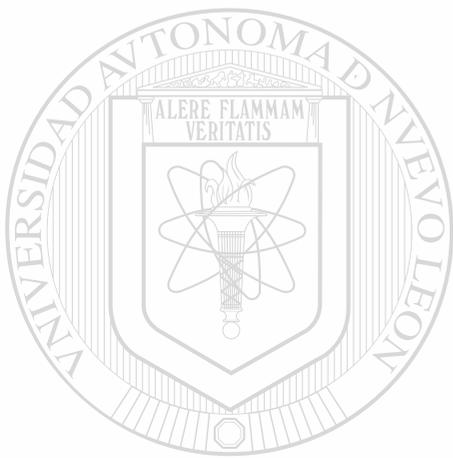


FIG. 18
 Dirección del movimiento
 de las aguas
 subterráneas.

--- Flujo inferido
 — Flujo detectado



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

ANEXO 1.2

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICOS DE MUESTRAS DE AGUA
DE MONTERREY Y AREA METROPOLITANA
Cuadro : 1A

Fecha de muestreo: SEP. - DIC. 1985

POZO No	LOCALIDAD	pH	Dureza total ppm.	Sólidos Totales pp.m.	C. E. MMHOS/CM	I. C. B.	R A S	SO ₄ ⁻		Cl ⁻		HCO ₃ ⁻		Na ⁺		K ⁺		Ca ⁺⁺		Mg ⁺⁺		
								ppm	me/l.	ppm	me/l.	ppm	me/l.	ppm	me/l.	ppm	me/l.	ppm	me/l.	ppm	me/l.	ppm
1	NUEVA MORELOS	7.3	394	415.13	581.19	0.735	0.154	77.7	1.62	45.45	1.28	163.1	2.67	5.9	0.27	2.75	0.07	118.4	5.9	1.9	0.15	
2	VALLE MORELOS	7.4	356	447.1	625.92	0.655	0.267	90.6	2.07	56.1	1.58	148.6	2.43	10.6	0.48	2.49	0.064	128.0	6.39	1.73	0.14	
3	CENTRAL BRAVO	7.6	168	264.6	370.4	0.116	0.45	86.0	1.79	24.99	0.70	72.0	1.18	12.8	0.582	1.6	0.04	67.0	3.34	1.0	0.082	
4	CENTRAL	7.4	372	494.7	692.6	0.633	0.258	121.4	2.52	51.86	1.46	162.1	2.66	10.92	0.50	1.55	0.04	144.3	7.2	2.4	0.197	
5	G SANITARIA 1	7.5	220	346.2	484.7	0.443	0.465	116.8	2.43	46.67	1.32	80.26	1.32	15.01	0.69	1.96	0.05	93.6	4.17	1.83	0.151	
6	G SANITARIA 2	7.3	594	681.2	953.7	0.951	0.025	135.2	2.81	160.2	4.52	165.5	2.71	1.25	0.057	6.39	0.164	209.9	10.47	2.65	0.219	
7	SAN MARTIN 1	7.2	436	553.26	788.56	0.628	0.382	116.4	2.42	80.5	2.27	175.4	2.87	17.54	0.79	1.86	0.047	166.3	8.3	5.21	0.428	
8	TOPO CHICO 5	7.4	272	371.5	520.09	0.714	0.22	80.5	1.68	45.0	1.27	130.0	2.13	7.97	0.36	0.0	0.0	106.6	5.32	1.40	0.115	
9	SAN BERNABE 3	7.3	312	392.4	549.4	0.222	0.724	48.0	1.0	54.14	1.53	166.9	2.74	24.8	1.13	2.34	0.06	94.3	4.7	1.82	0.15	
10	GPE VICTORIA	7.5	300	347.22	479.1	0.672	0.172	28.0	0.584	35.0	0.988	178.0	2.92	5.97	0.271	2.07	0.053	95.5	4.76	2.57	0.212	
11	LA SILLA 1	7.2	412	432.01	604.8	0.613	0.367	38.7	0.804	65.2	1.84	189.2	3.10	14.14	0.643	2.67	0.588	120.5	6.01	1.66	0.137	
12	LA SILLA 2	7.1	416	436.4	610.96	0.664	0.370	32.6	0.68	76.4	2.155	187.1	3.07	14.38	0.654	2.71	0.693	119.8	5.97	3.38	0.28	
13	CRISPIN TREVINO	7.1	496	571.15	799.61	0.962	0.023	78.9	1.64	133.95	3.775	170.1	2.79	1.09	0.049	3.72	0.95	176.5	8.81	6.94	0.572	
14	AZTECA	7.1	428	533.35	746.69	0.741	0.229	125.2	2.60	76.98	2.171	150.0	2.46	10.37	0.472	3.53	0.091	162.8	8.123	4.39	0.361	
15	INDUSTRIAL	7.2	476	554.67	776.54	0.934	0.069	120.2	2.5	100.21	2.83	162.0	2.66	3.12	0.142	1.77	0.045	160.8	8.027	6.6	0.543	
16	CUM	7.3	424	490.8	687.12	0.442	0.450	108.9	2.29	60.2	1.69	155.3	2.55	19.0	0.865	3.24	0.083	136.2	6.76	7.05	0.58	
17	MONTERREY 3	7.7	184	236.8	331.5	0.797	0.0423	37.9	0.79	12.9	0.364	114.6	1.88	1.23	0.056	0.70	0.018	68.7	3.42	0.87	0.071	
18	SAN JERONIMO 2	7.3	288	369.3	516.98	0.030	0.497	64.7	1.34	30.7	0.87	158.2	2.60	17.17	0.781	2.25	0.057	92.1	4.60	4.19	0.345	
19	CAPELLANIA 1	7.3	332	429.35	601.09	0.665	0.335	63.9	1.331	71.8	2.025	148.2	2.43	13.34	0.607	2.83	0.073	124.7	6.23	4.4	0.362	
20	CAPELLANIA 2	7.1	392	454.64	636.49	0.829	0.157	68.6	1.43	78.2	2.207	174.1	2.85	6.12	0.28	3.9	0.099	120.0	5.99	3.64	0.30	
21	VALLE VERDE	7.3	304	306.73	429.42	0.9423	0.017	54.5	1.132	30.7	0.87	133.4	2.19	0.57	0.025	0.966	0.024	84.2	4.20	2.4	0.187	
22	VILLA MITRAS	7.3	268	311.64	436.3	0.802	0.201	39.4	0.82	30.5	0.86	147.3	2.42	6.45	0.295	1.83	0.046	84.4	4.21	1.7	0.14	
23	STA CECILIA	7.4	380	461.35	645.9	0.409	0.730	90.8	1.88	34.5	0.97	174.4	2.86	29.25	1.33	1.55	0.039	127.5	6.36	3.38	0.28	
24	ANT. C. AVILA DE G	7.9	266	329.41	461.16	0.349	0.322	74.1	1.54	27.4	0.771	120.1	1.97	11.04	0.502	0.0	0.0	95.73	4.77	0.97	0.08	
25	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
26	B. FEDERALES	7.35	372	438.98	614.6	0.539	0.286	77.7	1.65	45.01	1.27	175.9	2.89	11.31	0.515	2.74	0.07	121.2	6.05	5.12	0.422	
27	LINCOLN 2	7.4	366	440.48	616.67	0.0649	0.572	64.6	1.76	37.03	1.05	164.2	2.7	22.76	1.04	2.98	0.08	125.2	6.24	3.70	0.305	
28	MITRAS CENTRO	7.4	406	486.24	680.74	0.315	0.393	109.6	2.28	40.42	1.14	177.7	2.91	18.3	0.742	1.54	0.04	137.4	6.86	3.35	0.276	
29	MOSP UNIVERSITARIO	7.3	392	440.4	616.6	0.731	0.197	80.0	1.66	46.36	1.30	181.1	2.98	7.71	0.321	0.0	0.0	121.0	6.04	4.08	0.336	

**RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICOS DE MUESTRAS DE AGUA
DE MONTERREY Y AREA METROPOLITANA
Fecha de muestreo: SEP. - DIC. 1985**

Cuadro: 1B

POZO No	LOCALIDAD	PH	Dureza Total ppm.	C. E. MMHOS/CM	I. C. B.	R. A. S.	SO ₄ ⁻		Cl ⁻		HCO ₃ ⁻		Na ⁺ ppm	K ⁺ ppm	Ca ⁺⁺ ppm	Mg ⁺⁺ ppm						
							ppm	me/l.	ppm	me/l.	ppm	me/l.					ppm	me/l.				
30	VISTA HERMOSA 1	7.5	388	443.61	621.1	0.693	0.177	76.7	1.59	44.02	1.242	187.45	3.08	6.91	0.315	2.61	0.066	124.5	6.22	1.22	0.10	
31	VISTA HERMOSA 2	7.9	363	408.0	571.2	0.886	0.073	67.7	1.41	47.9	1.352	175.13	2.87	2.73	0.125	1.161	0.03	109.0	5.44	4.33	0.36	
32	LINCOLN 1	7.3	406	509.2	712.8	0.242	0.676	109.5	2.28	63.4	1.79	177.5	2.91	26.84	1.221	5.26	0.135	120.07	5.99	6.54	0.54	
33	PLANTA BASURA	7.3	656	969.7	1357.6	0.612	0.594	383.6	7.98	138.9	3.92	159.2	2.61	33.35	1.52	0.0	0.0	244.2	12.18	10.57	0.87	
34	GEMELOS ANAHUAC	7.4	586	905.0	1267.0	0.477	0.694	352.6	7.34	118.2	3.34	162.6	2.66	36.84	1.67	2.6	0.067	228.8	11.42	3.24	0.267	
35	LA PERGOLA	7.3	590	875.26	1225.4	0.696	0.502	273.8	5.7	142.3	4.012	197.3	3.24	26.8	1.22	0.0	0.0	233.5	11.55	1.57	0.13	
36	F VELAZQUEZ	7.4	422	508.38	711.73	0.377	0.423	112.6	2.35	47.5	1.34	183.7	3.01	17.8	0.81	0.93	0.024	143.8	7.18	1.98	0.164	
37	SORIANA LINCOLN	7.5	380	456.6	639.3	0.228	0.432	80.6	1.68	39.9	1.13	181.5	2.98	17.45	0.79	2.97	0.075	132.4	6.61	1.85	0.152	
38	MONTERREY 1	7.9	260	315.22	441.3	0.22	0.343	79.3	1.65	25.3	0.715	112.6	1.85	11.07	0.504	2.09	0.054	82.3	4.10	2.6	0.214	
39	ANAHUAC 1	7.5	658	967.3	1354.12	0.664	0.530	367.9	7.65	143.4	4.05	167.3	2.75	29.88	1.36	0.0	0.0	251.8	12.56	7.02	0.577	
40	ROBLE	7.6	424	570.62	798.9	0.92	0.088	187.5	3.9	79.5	2.24	131.6	2.16	3.97	0.18	0.0	0.0	165.9	8.3	2.09	0.172	
41	IND Y ZARCO	7.5	468	510.7	714.9	0.671	0.465	91.8	1.91	100.3	2.83	141.9	2.33	20.5	0.93	0.0	0.0	149.8	7.48	6.5	0.54	
42	MAS PALOMAS	7.0	560	616.6	863.24	0.515	0.690	123.1	2.56	111.3	3.13	156.1	2.56	33.48	1.52	0.0	0.0	188.5	9.40	4.1	0.33	
43	PARQUE ESPAÑA	7.2	588	804.35	1126.1	0.925	0.104	287.2	5.97	118.6	3.35	160.2	2.63	5.5	0.25	0.0	0.0	229.8	11.47	2.91	0.24	
44	CONTRY LOZANO	7.4	316	405.64	567.9	0.541	0.265	88.9	1.85	34.7	0.98	159.2	2.61	9.87	0.45	0.0	0.0	110.7	5.53	2.24	0.184	
45	MONTERREY 5	7.3	168	230.9	323.3	-0.728	0.478	27.9	0.58	12.7	0.36	111.0	1.82	13.61	0.62	0.0	0.0	63.3	3.16	2.4	0.198	
46	RIVA PALACIO 1	7.1	352	447.5	626.5	0.567	0.285	100.6	2.1	42.4	1.20	164.0	2.70	11.4	0.52	0.0	0.0	124.8	6.23	4.3	0.354	
47	RIVA PALACIO 2	7.5	348	446.75	625.5	0.465	0.283	114.4	2.4	33.73	0.95	159.5	2.62	11.18	0.51	0.0	0.0	125.3	6.25	2.53	0.21	
48	J IGNACIO R Y GRO	7.4	332	404.04	565.7	0.548	0.407	81.1	1.7	55.96	1.58	132.7	2.18	15.66	0.71	0.0	0.0	111.98	5.99	6.63	0.55	
49	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
50	C.SALAZAR YRAYON	7.3	436	520.2	728.28	0.375	0.572	117.5	2.45	64.98	1.83	153.1	2.51	25.16	1.146	0.0	0.0	157.2	7.85	2.22	0.183	
51	AÑO DE JUAREZ	7.1	604	914.9	1280.87	0.881	0.138	392.1	8.16	106.05	2.99	149.2	2.45	7.81	0.356	0.0	0.0	250.6	12.5	9.1	0.75	
52	EXCAVA	7.1	492	646.6	905.2	0.426	0.516	187.8	3.91	70.8	1.99	169.4	2.78	25.2	1.15	0.0	0.0	186.7	9.32	6.66	0.55	
53	TALLERES	7.1	452	499.1	698.7	0.89	0.148	111.5	2.32	92.55	2.61	141.5	2.32	6.3	0.29	0.0	0.0	141.5	7.06	5.68	0.47	
54	DR. CANTU	7.1	480	682.3	955.2	0.82	0.241	218.5	4.55	103.84	2.93	160.1	2.63	11.6	0.528	0.0	0.0	182.1	9.47	6.14	0.53	
55	VALLE MITRAS	7.3	312	352.2	494.5	0.171	0.5045	49.4	1.028	34.85	0.983	109.8	2.46	17.9	0.815	0.0	0.0	96.0	4.8	5.09	0.419	
56	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
57	C.PEROTE (PUENTES)	7.1	580	789.3	1105.02	0.952	0.050	325.2	6.76	90.98	2.56	142.2	2.33	2.68	0.123	0.0	0.0	219.7	10.97	8.50	0.70	
58	PCOLORADO(PUENTES)	7.2	620	810.05	1134.07	0.6595	0.392	302.6	6.3	101.5	2.86	139.6	2.28	21.41	0.98	0.0	0.0	239.9	11.98	4.95	0.403	

NOTA: LOS POZOS 8, 17, 36 Y 45 SON PROFUNDOS SON INCLUIDOS POR HABERSELES ANALIZADO A LA PAR CON LOS SOMEROS.

CUADRO N^o 2

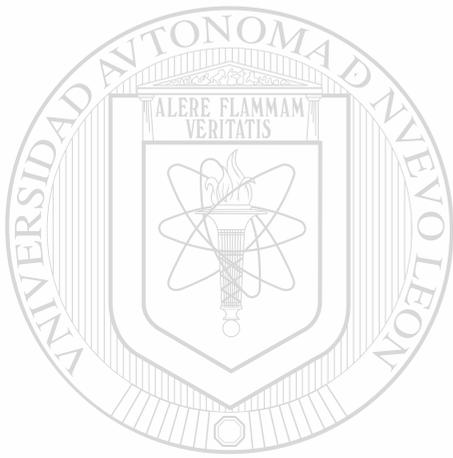
NORMAS DE CALIDAD DEL AGUA POTABLE.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE R.F.	OBSERVACIONES
TURBIEDAD	10 (ESCALA DE SILICE)	DE NO CUMPLIRSE CON
COLOR	20 ESCALA (PLATINO-COBALTO)	LOS RESULTADOS ANTE-
SABOR	INSÍPIDA	RIORES SE ADMITIRÁN
OLOR	INODORA	AQUELLOS QUE SEAN
		TOLERABLES PARA LOS
		USUARIOS

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE EN P.P.M. R.F. (EXCEPTO EL pH)
NITRÓGENO AMONIACAL (N)	0.50
NITRÓGENO PROTEICO (N)	0.10
NITRÓGENO DE NITRATOS (N)	5.00
POTENCIAL HIDRÓGENO (pH)	8.00
OXÍGENO CONSUMIDO (O)	3.00
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	1000
ALCALINIDAD TOTAL (CaCO ₃)	400
DUREZA TOTAL (CaCO ₃)	300
CLORUROS (Cl)	250
SULFATOS (SO ₄)	250
MAGNESIO (Mg)	125
ZINC (Zn)	15
COBRE (Cu)	3
FLUORUROS (F)	1.50
hierro (Fe) y MANGANESO (Mn)	0.30
ARSENICO (As)	0.05
SELENIO (Se)	0.05
CROMO (Cr)	0.05
COMPUESTOS FENÓLICOS (FENOL)	0.001

CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS	NÚMERO MÁXIMO PERMISIBLE
ORGANISMOS DE LOS GRUPOS COLI Y COLIFORMES	20
COLONIAS BACTERIANAS POR CENTÍMETRO CÚBICO DE MUESTRAS	200

R.F. VALORES MÁXIMOS RECOMENDADOS POR EL "REGLAMENTO FEDERAL SOBRE OBRAS DE PROVISIÓN DE AGUA POTABLE."



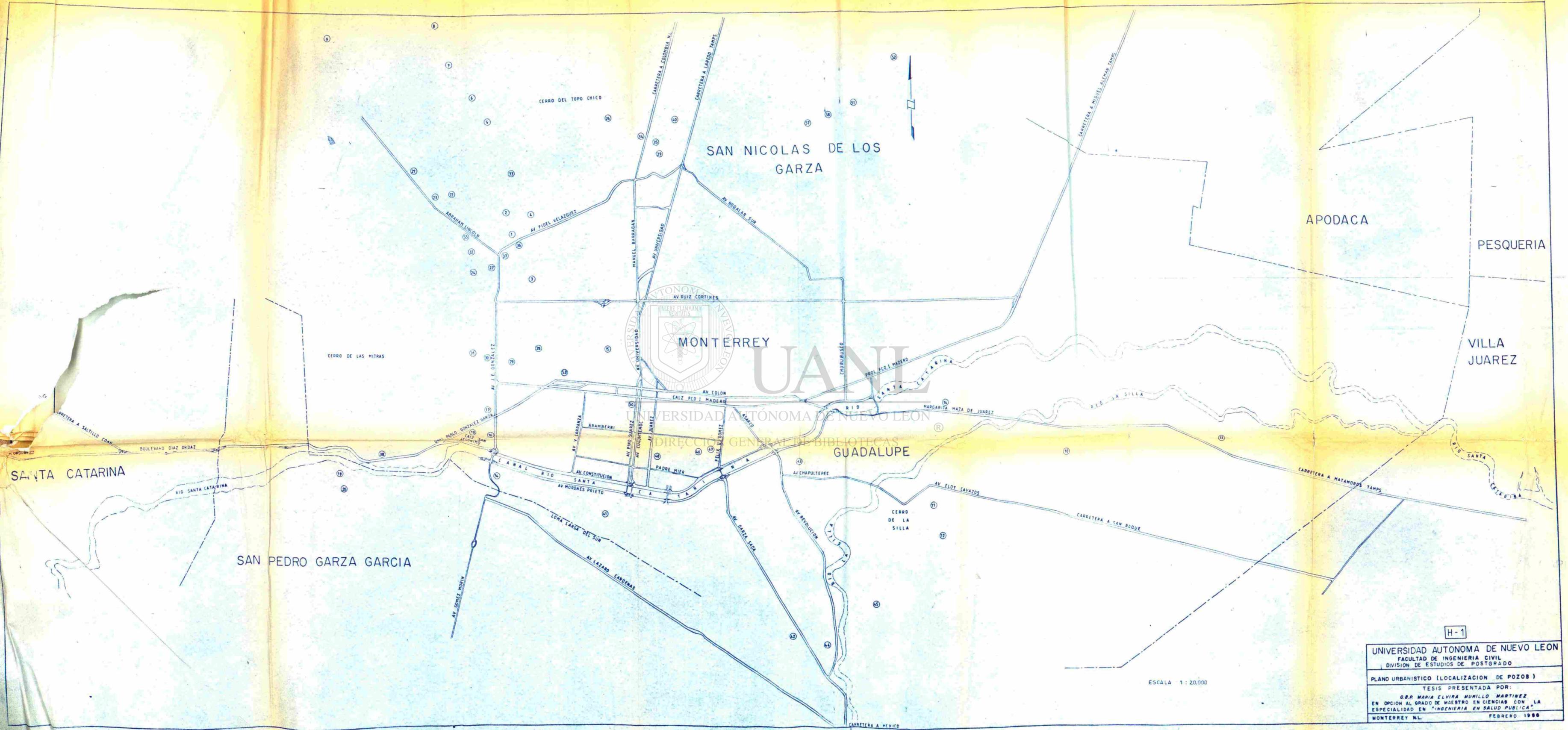
UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

ANEXO 1.3



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

H-1

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

PLANO URBANISTICO (LOCALIZACION DE POZOS)

TESIS PRESENTADA POR:
D.R. MARIA ELVIRA MURILLO MARTINEZ
EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON LA
ESPECIALIDAD EN "INGENIERIA EN SALUD PUBLICA"

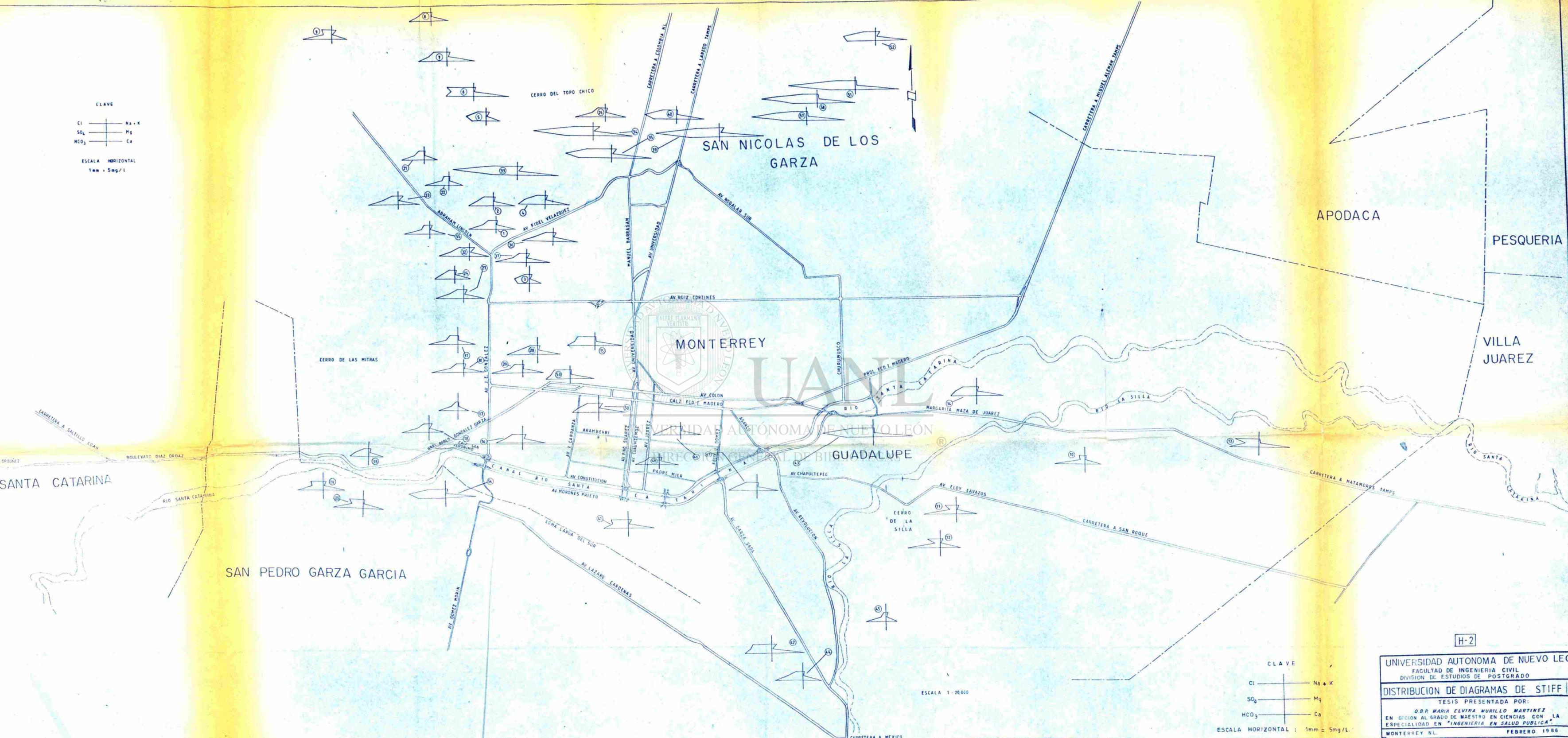
MONTERREY N.L. FEBRERO 1988

ESCALA 1 : 20,000

CLAVE

Cl	Na + K
SO ₄	Mg
HCO ₃	Ca

ESCALA HORIZONTAL
1mm = 5mg/l



CLAVE

Cl	Na + K
SO ₄	Mg
HCO ₃	Ca

ESCALA HORIZONTAL : 1mm = 5mg/L

H-2

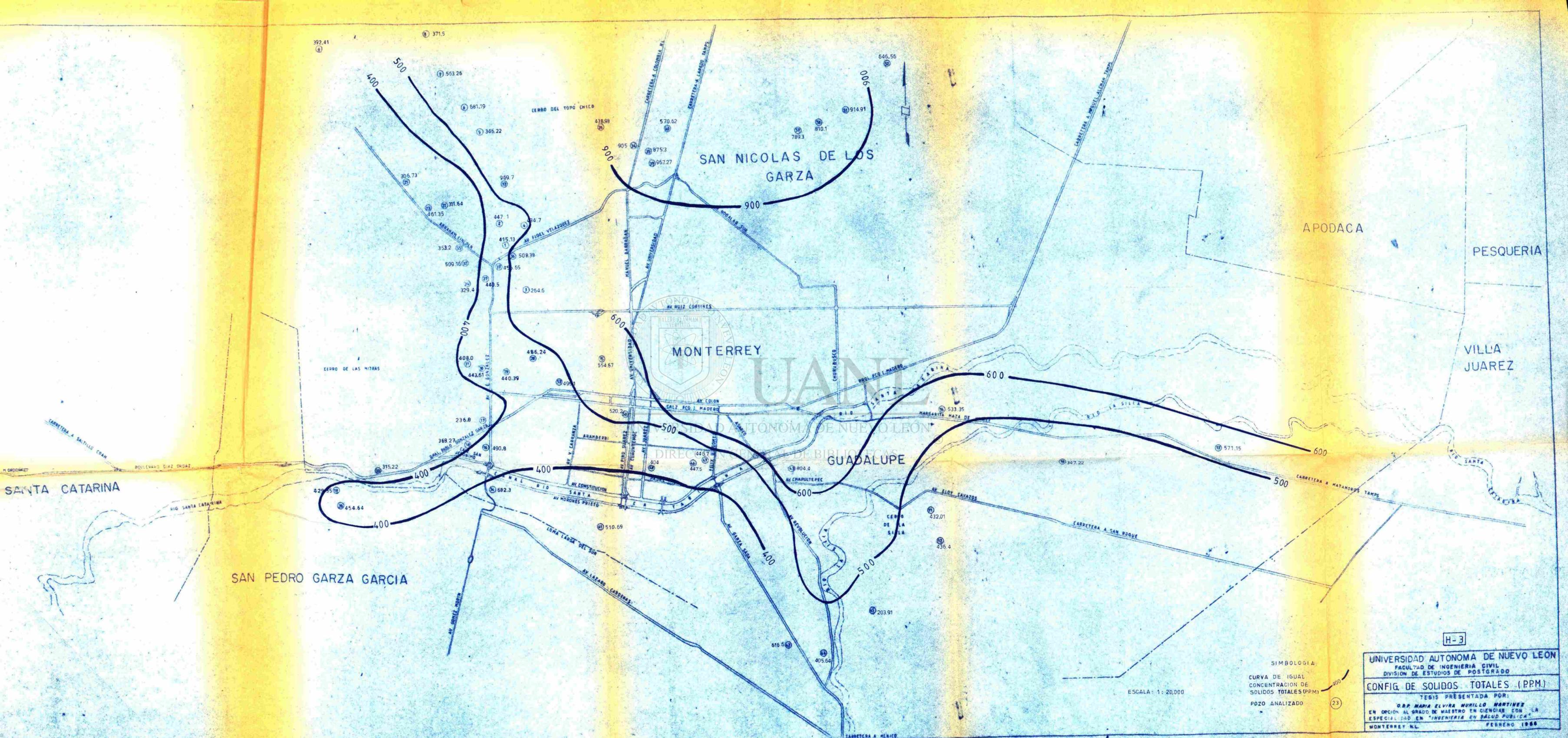
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

DISTRIBUCION DE DIAGRAMAS DE STIFF

TESIS PRESENTADA POR:
O.B.P. MARIA ELVIRA MURILLO MARTINEZ
EN OPCIÓN AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON LA
ESPECIALIDAD EN "INGENIERIA EN SALUD PUBLICA"

MONTERREY N.L. FEBRERO 1986

ESCALA 1:20,000



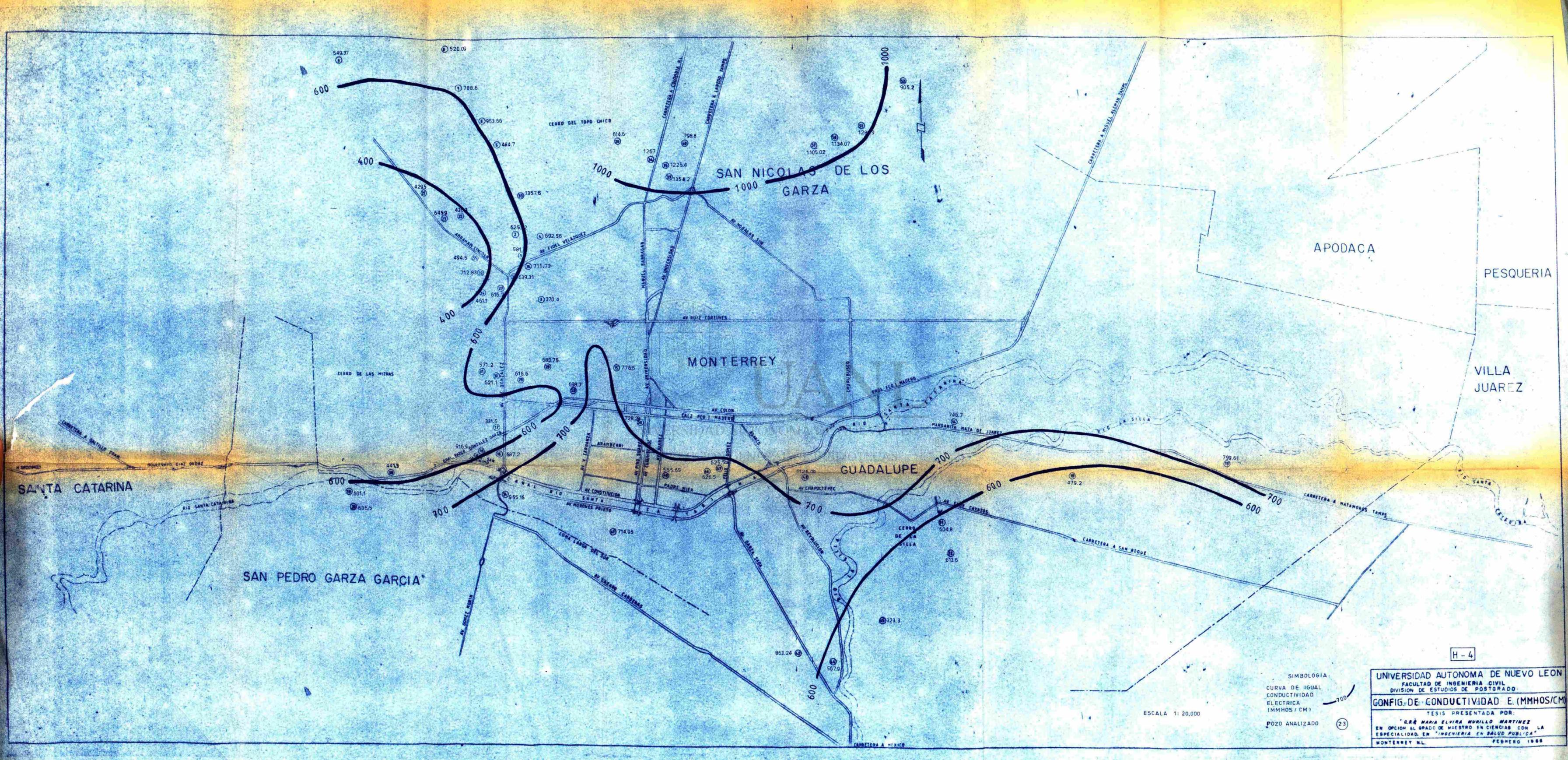
H-3

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
CONFIG. DE SOLIDOS TOTALES (PPM.)
 TESIS PRESENTADA POR:
 O.B. MARIA ELVIRA MULLO MARTINEZ
 EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON LA
 ESPECIALIDAD EN "INGENIERIA EN SALUD PUBLICA"
 MONTERREY N.L. FEBRERO 1968

SIMBOLOGIA:
 CURVA DE IGUAL
 CONCENTRACION DE
 SOLIDOS TOTALES (PPM.)
 POZO ANALIZADO

ESCALA: 1:20,000

23

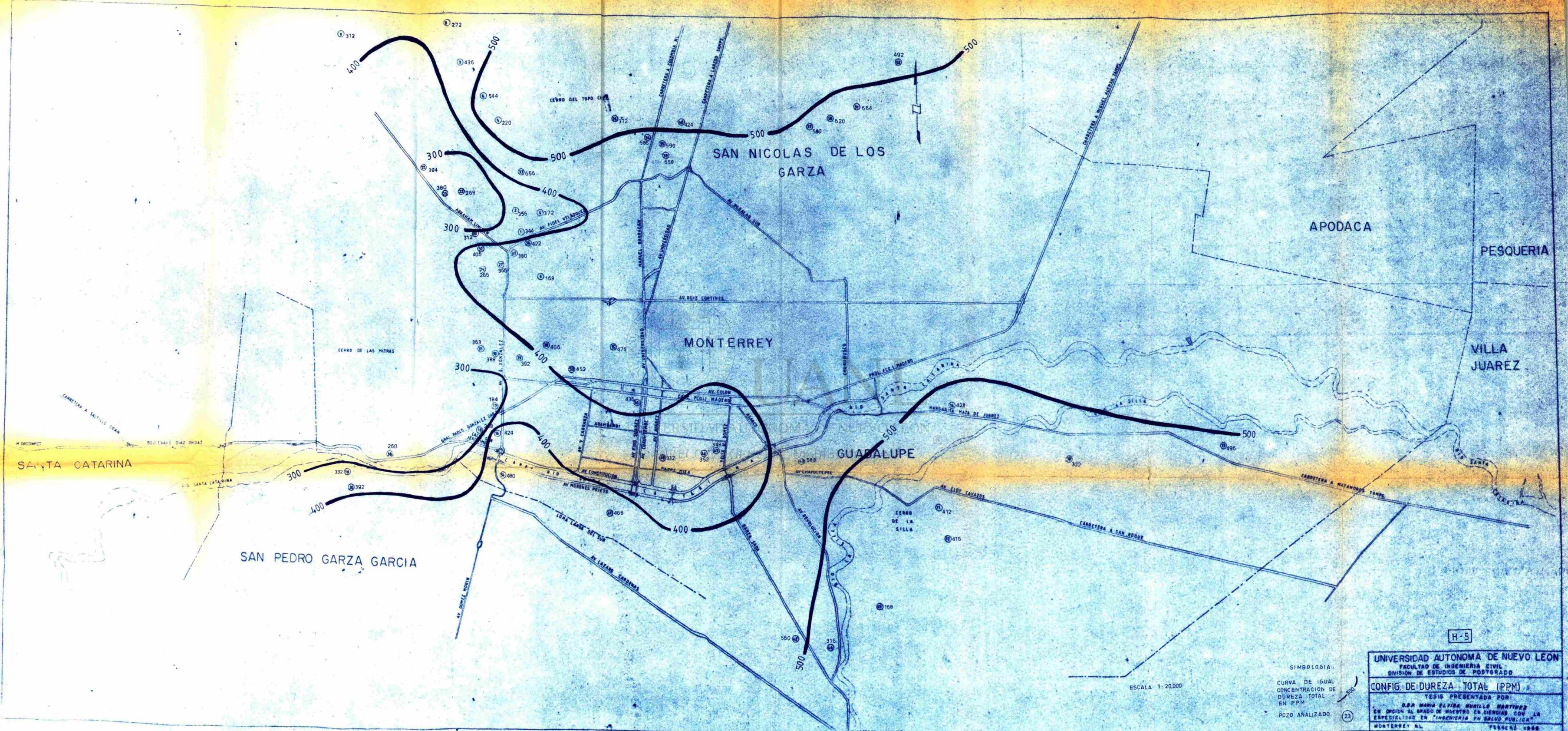


SIMBOLOGIA
 CURVA DE IGUAL
 CONDUCTIVIDAD
 ELECTRICA
 (MMHOS / CM)
 POZO ANALIZADO (23)

ESCALA 1: 20,000

H-4

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
CONFIG. DE CONDUCTIVIDAD E. (MMHOS/CM)
 TESIS PRESENTADA POR:
 C. R. MARIA ELVIRA MURILLO MARTINEZ
 EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON LA
 ESPECIALIDAD EN "INGENIERIA EN SALUD PUBLICA"
 MONTERREY N.L. FEBRERO 1968



SIMBOLÓGIA:
CURVA DE IGUAL
CONCENTRACION DE
DUREZA TOTAL
EN PPM
POZO ANALIZADO

ESCALA 1:20,000

H-5

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

CONFIG. DE DUREZA TOTAL (PPM)

TESIS PRESENTADA POR:
D.B. MARIA ELVIRA MURILLO MARTINEZ
EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON LA
ESPECIALIDAD EN INGENIERIA EN SALUD PUBLICA

MONTERREY NL FEBRERO 1968

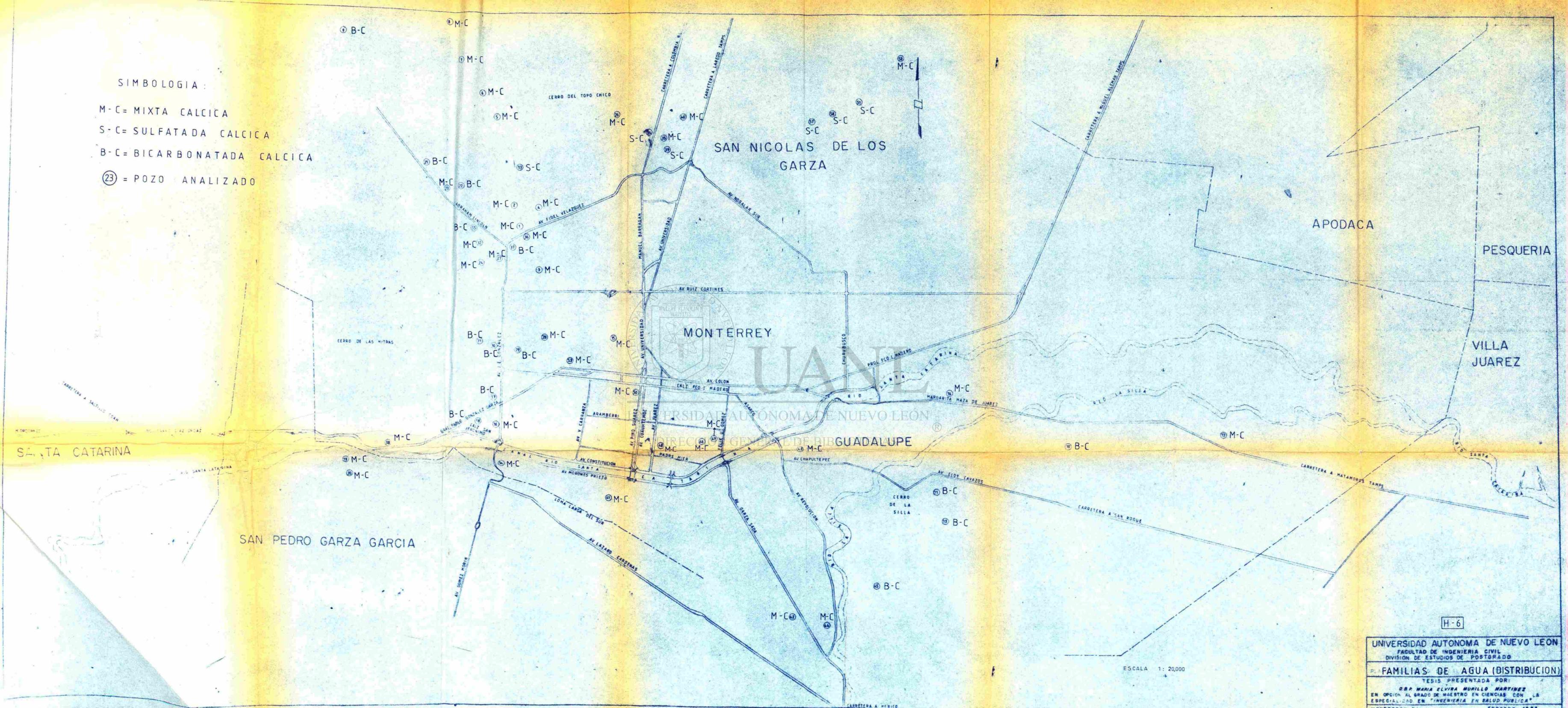
SIMBOLOGIA:

M-C = MIXTA CALCICA

S-C = SULFATADA CALCICA

B-C = BICARBONATADA CALCICA

(23) = POZO ANALIZADO



H-6

ESCALA 1: 20,000

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
FAMILIAS DE AGUA (DISTRIBUCION)
 TESIS PRESENTADA POR:
 DRA MARIA ELVIRA MURILLO MARTINEZ
 EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON LA
 ESPECIALIDAD EN "INGENIERIA EN SALUD PUBLICA"
 MONTERREY N.L. FEBRERO 1988

