



EX LIBRIS
INSTITUTO DE INVESTIGACION
DE BOMBAS DESERTICAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

ESCUELA DE INGENIERIA

SISTEMA DE BIBLIOTECAS



**ESTUDIO GEOHIDROLOGICO PRELIMINAR DE LA
ZONA EL BARRIL, EN EL ESTADO DE SAN
LUIS POTOSI**

TRABAJO RECEPCIONAL

Que para obtener el Título de :

INGENIERO GEOLOGO

P r e s e n t a :

RAMON GERARDO RECIO REYES



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
ESCUELA DE INGENIERÍA
AV. DE LOS PORTALES DEPARTAMENTO
SAN LUIS POTOSÍ, S. L. P. MEX.

Julio 15, 1977

Al Pasante Sr. Ramón Gerardo Recio Reyes

P r e s e n t e.

En atención a su solicitud relativa me es prado indicar a usted que el H. Consejo Técnico Consultivo de la Escuela de Ingeniería — ha designado como Asesor del Trabajo Recensional que deberá desarrollarse en su Examen Profesional de Ingeniero Geólogo, al Sr. Ing. José Luis Alcana Flores. Así como el Tema propuesto para el mismo es:

"ESTUDIO GEOTECNOLÓGICO PRELIMINAR DE LA ZONA EL BARRIL, EN EL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ".

TEMARIO:

- I.- INTRODUCCION
- II.- GENERALIDADES
- III.- GEOLOGIA
- IV.- GEOTECNOLOGIA
- V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- VI.- BIBLIOGRAFIA

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. MAXIMINO TORRES SILVA

A MIS PADRES

Ramón Recio Flores

Raquel Reyes de Recio

A MIS ABUELITOS

Pedro Recio Zendejas

Francisca Flores de Recio

Juana Castillo Vda. de Reyes

A MI TIA

María Reyes C.

A MIS HERMANOS

Ma. del Carmen

Ma. Rosa Elva

Juan Mario

Sergio G.

A MIS CUÑADOS

Lic. Efraín Álvarez Méndez

Miguel García Covarrubias

A MIS SOBRINOS

Raquel Eugenia Álvarez Recio

Elva Guadalupe García Recio

Efraín Álvarez Recio

A MIS MAESTROS Y AMIGOS

Ing. Luis García Gutiérrez

Ing. José Santos Martínez Reyes

Ing. José Refugio Acevedo Arroyo

Ing. Virgilio Sánchez Morales

Ing. Eduardo Gómez Iglesias

Ing. Víctor Julian Martínez Ruíz

Ing. Luis Banda Salas

Ing. Gonzalo Avila De Santiago

Ing. José Alcocer Ugalde

Ing. Fernando Medellín Leal

Ing. María De La Luz Camacho

Ing. José Luis Leyja Sánchez

Y EN ESPECIAL AL

Ing. José Luis Aldana Flores
Por su valiosa y desinteresada
dirección del presente trabajo.

AGRADESCO A LAS AUTORIDADES DE LA DIRECCION
DE GEOHIDROLOGIA Y ZONAS ARIDAS DE LA
S.A.R.H. POR LAS FACILIDADES OTORGADAS
PARA EL DESARROLLO DE ESTE TRABAJO Y EN FORMA
MUY ESPECIAL A LOS SEÑORES INGENIEROS.

Jorge Antonio Trujillo Candelaria

Juan Manuel Lesser Illades

Gilberto Humara Gómez

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS POR SU
DESINTERESADA COLABORACION PARA
LA ELABORACION DEL PRESENTE TRABAJO

Ing. Alejandro Alvarado Ortuño

Q.F.B. Gustava Miguel Castro de la Maza

Ing. Jorge A. Canto Vera

Diana Rivera Castañeda

Julio De La Rosa Rosas

Daniel Ruiz Pérez

Gregorio Rosas Beltran

Essau Ramírez Osogobio

I.- INTRODUCCION

1.1.- Prólogo	1
1.2.- Objeto del estudio	1
1.3.- Método de trabajo	2

II.- GENERALIDADES

2.1.- Localización	4
2.2.- Vías de comunicación	4
2.3.- Clima y vegetación	5

III.- GEOLOGIA

3.1.- Fisiografía	7
3.2.- Hidrografía	7
3.3.- Estratigrafía	7
3.4.- Geología histórica	13

IV.- GEOHIDROLOGIA

4.1.- Definición	16
4.2.- Características hidrogeológicas de las unidades estratigráficas.	16
4.3.- Hidrogeoquímica	17
4.4.- Piezometría	25

V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 28

VI.- BIBLIOGRAFIA 30

1.- INTRODUCCION

1.1.- Prólogo.

El agua es el elemento más importante para el desarrollo económico y social de cualquier región, es por eso que las zonas más desarrolladas coinciden con la presencia del agua.

En la actualidad el agua es uno de los grandes problemas para cualquier país, dando como resultado técnicas cada vez más avanzadas para lograr encontrar agua suficiente y así poder satisfacer las diversas necesidades tanto de uso doméstico, agrícola, ganadero e industrial.

Pero también uno de los grandes problemas es que no solamente es necesario el obtener agua suficiente para satisfacer las diversas necesidades, sino que dicha agua debe contar con ciertas normas de calidad de acuerdo con el uso que se le vaya a dar, potable, agrícola, ganadero e industrial bajo normas establecidas.

Como la calidad del agua depende de diversos factores es necesario tenerlos en consideración ya que sólo de esta manera se le podrá utilizar de la forma más adecuada, logrando así que su presencia no sea negativa para el desarrollo de cualquier zona.

1.2.- Objeto del estudio.

El objeto del presente estudio es el de conocer en forma preliminar la potencialidad de los recursos hidráulicos subterráneos, así como las condi

ciones actuales del funcionamiento de él o de los acuíferos, para prever su explotación futura dentro de la zona.

Ya que la existencia de escurrimientos fluviales son casi inexistentes, es motivo por el cual el agua que se utiliza para uso doméstico y agrícola es de alumbramientos subterráneos, estos se han perforado por parte de los habitantes en gran cantidad, es por ello que no existe un conocimiento del funcionamiento y control de la explotación, así como la calidad del agua que se explota en esa zona.

Con estos antecedentes la Dirección de Geohidrología y de Zonas Áridas de la S.A.R.H., por medio de su Residencia de Geohidrología y de Zonas Áridas en el Estado de San Luis Potosí, encomendó la realización del presente estudio, con el objeto de estudiar las características de la zona y las condiciones geohidrológicas para tener un mejor conocimiento del funcionamiento de él o de los acuíferos, explotación y calidad del agua, para su mejor aprovechamiento.

1.3.- Método de trabajo.

Las actividades de campo se iniciaron con el censo de aprovechamientos hidráulicos, para lo cual se utilizaron planos topográficos y geológicos de CETENAL, escala 1:50,000, sobre los cuales se localizaron los aprovechamientos existentes, tanto pozos como norias.

Debido a la gran cantidad de norias localizadas en ocasiones en una superficie muy pequeña, se escogieron aquellas de las que se puedan te-

ner puntos de observación de los niveles freáticos.

Durante el censo de los aprovechamientos existentes, se obtuvieron datos que pueden ser de gran utilidad para conocer el funcionamiento de él o los acuíferos.

La información que se obtuvo fué: nombre del propietario, fecha de perforación, profundidad y diámetro de la perforación, diámetro del ademe, caudal de bombeo, uso del agua, equipo, volúmen de extracción anual aproximado, la profundidad al nivel estático, y nivel dinámico.

Además se realizó un muestreo de agua en pozos y norias con la finalidad de conocer las características químicas del agua y así poder relacionarla con la geología regional y con el funcionamiento de él o los acuíferos.

Las muestras recolectadas fueron analizadas en el laboratorio de la Residencia de Geohidrología y de zonas Aridas en el Estado de San Luis Potosí, efectuándose análisis físico-químicos.

II.- GENERALIDADES

2.1.- Localización.

La zona de estudio se ubica en la porción oeste del Estado de San Luis Potosí, dentro de la jurisdicción del Municipio de Villa de Ramos, situada en la parte oeste de dicho Municipio, entre las coordenadas geográficas de $22^{\circ} 57'$ y $23^{\circ} 10'$ de latitud norte y entre los meridianos $102^{\circ} 00'$ y $102^{\circ} 15'$ de longitud oeste de Greenwich. Colindando con el límite oriental del Estado de Zacatecas (Fig. 2.1-1).

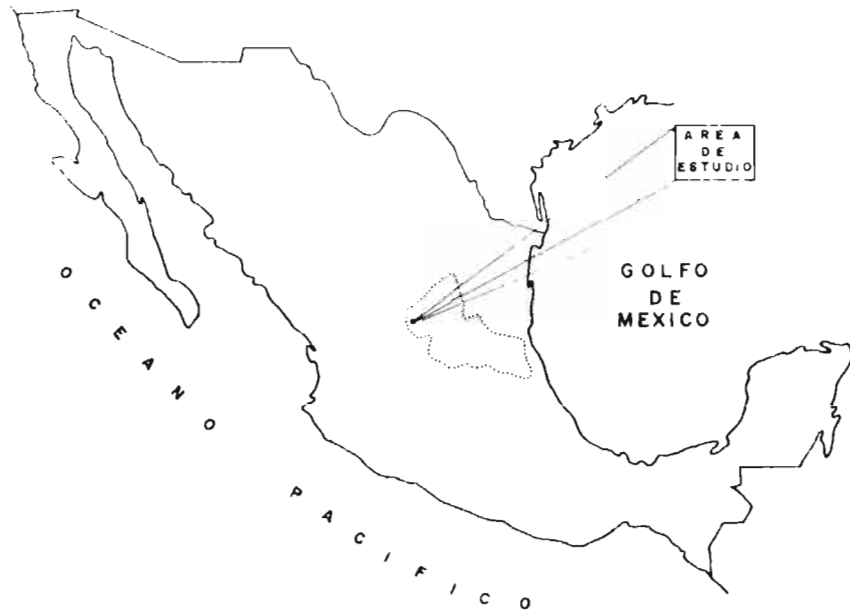
En la zona estudiada quedan comprendidos los Ejid^{os} de El Barril, La Dulce Grande, Hernández, Jesús María, Providencia y la Concepción (Fig. 2.1-2).

2.2.- Vías de comunicación.

Para trasladarse a la zona de estudio, se parte de la ciudad de San Luis Potosí, rumbo a la de Zacatecas por la carretera Federal No. 49, hasta el Km. 128, donde se localiza el poblado el Saladillo, Zac., el cual marca los límites entre los Estados de San Luis Potosí y Zacatecas.

Continuando con rumbo norte, ya dentro del Municipio de Villa de Ramos, por una brecha transitable en tiempos de secas, la cual pasa por los poblados de Zacatón, Salitral de Carrera, El Naranjal y Hernández, hasta llegar a el poblado El Barril, localizado dentro de la zona de estudio, la cual se encuentra a 61 Km., del poblado de El Saladillo, Zac.

ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMERICA



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

ESCUELA DE INGENIERIA

PLANO DE LOCALIZACION

TRABAJO RECEPCIONAL Fig. N° 2 1-1

RECIO REYES RAMON GERARDO

Existiendo además, caminos de mano de obra y brechas los cuales mantienen comunicado a todo el Municipio con otros y con el Estado de Zacatecas.

2.3.- Clima y vegetación.

El clima, que prevalece en la región donde se localiza la zona de estudio, de acuerdo con la clasificación climática de Koppen (1948), modificada por E. García en 1964, se define como:

Clima Seco Estepario (BS), con inviernos fríos, temperatura media anual inferior a 17.77°C , y la del mes mas frío menor a 12°C .

Las temperaturas máximas se registran entre los meses de mayo y junio con mas de 20°C ; y la mínima entre los meses de diciembre y enero con menos de 12°C .

Las precipitaciones se registran entre los meses de junio a octubre, siendo el mes de septiembre el de máxima precipitación con más de 100 mm., la precipitación media anual es de 400 mm., aproximadamente.

Los datos fueron tomados de la carta de climas de CETENAL, Zacatecas 13 Q-II que corresponden a la estación termopluviométrica Trancoso Zac., (32-036).

El tipo de vegetación que se presenta en esta zona, es escasa encontrandose por lo general xerofitas: lechuguilla (*Agave Heterocantha*), gobema-

dora (*Larrea divaricata*), nopales (*Opuntia-platyopuntia*), Mezquite (*Prosopis laevigata*),
Maguey (*Agave atrovireus*).

III.- GEOLOGIA

3.1.- Fisiografía.

La zona de estudio se localiza dentro de la provincia que Raisz (Cambridge Mass. 1959), denominó "Meseta Central" cuyos límites al norte lo forman las Sierras Transversales de la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre Oriental, al poniente la Sierra Madre Occidental y al sur el Eje Neovolcánico (Fig. 3.1-2). La cual se caracteriza por la presencia de altitudes de 2000 m.s.n.m. en promedio y sus valles presentan extensiones más planas; en lugar de sierras alargadas presentan colinas bajas; destaca la presencia de testigos los cuales corresponden a antiguos volcanes.

Los materiales clásticos que forman los rellenos de las cuencas, son de considerable espesor, en los cuales se forman numerosas lagunas de poca profundidad.

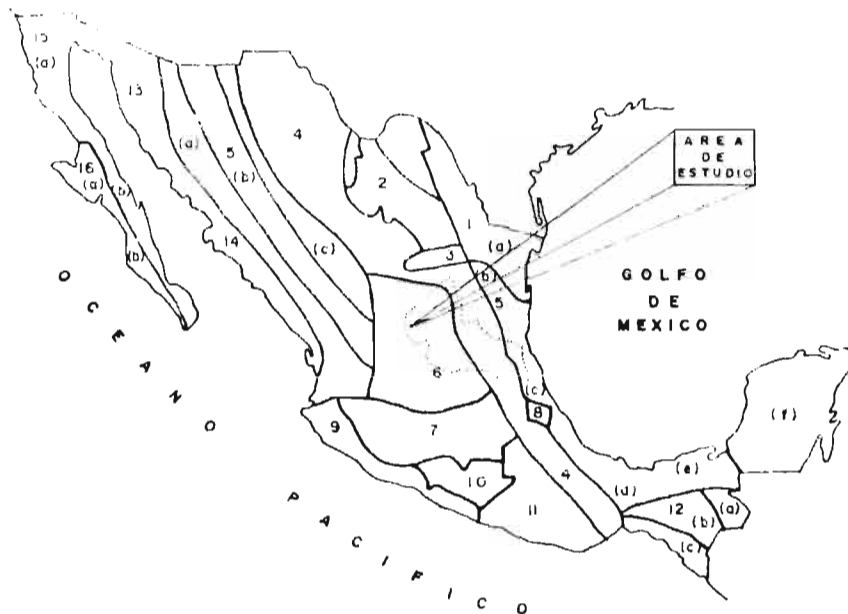
3.2.- Hidrografía.

El drenaje de la región se encuentra controlado por arroyos de flujo intermitente, los que fluyen hacia las cuencas endorréicas, por lo general desaguan en lagunas, siendo estas numerosas en la región. Las lluvias son escasas y estas por lo general son de régimen torrencial.

3.3.- Estratigrafía.

Las rocas que afloran en las cercanías y dentro de la zona de estudio, están representadas por rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas.

ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMERICA



PROVINCIAS FISIOGRAFICAS DE LA REPUBLICA MEXICANA

- 1 LLANURA COSTERA GOLFO
 - (a) CUENCA DEL BRAVO
 - (b) CUENCA DEL RIO RINCONACION
 - (c) CUENCA PANUCO-TUXPAN
 - (d) ZONA DE VITAFORZ
 - (e) ZONA MONTAÑOSA DE TABASCO
 - (f) PENINSULA DE YUCATAN
- 2 REGION MONTAÑOSA DE SOBHUIL
- 3 CUENCA DE PARRAS
- 4 SIERRA MADRE ORIENTAL
 - (g) ANTIGUA ZONA LACUSTRE
- 5 SIERRA MADRE OCCIDENTAL
- 6 MESETA CENTRAL
- 7 ZONA DE FOSAS TECTONICAS
- 8 SIERRA DE CHICONQUIACO
- 9 ZONA MONTAÑOSA DE LA COSTA del SW
- 10 CUENCA DEL BALSAS
- 11 ZONA MONT. DE GUERRERO-OAXACA
- 12 SIERRA DE CHIAPAS
 - (a) CLASTICA
 - (b) CALCAREA
 - (c) CRISTALINA
- 13 ZONA DESERTICA DE ZONORA
- 14 LLANURA COSTERA DE SINALOA
- 15 SIERRA DE BAJA CALIFORNIA
 - (a) CRISTALINA
 - (b) VOLCANICA
 - (c) DE LA PAZ (CRISTALINA)
- 16 LLANURA COSTERA DE BAJA C.
 - (a) DE SAN SEBASTIAN VIZCAINO
 - (b) IRRAY-PURISIMA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

ESCUELA DE INGENIERIA

PROVINCIAS FISIOGRAFICAS
SEGUN ALVAREZ JR. (1964)

TRABAJO RECEPTACIONAL Fig. N° 3 1-2

RECIO REYES RAMON GERARDO

Las sedimentarias son marinas del Cretácico Inferior y Superior; las de tipo continental son calizas y conglomerados lacustres del Terciario y sedimentos de relleno de valle los cuales son recientes; las rocas ígneas son extrusivas, de composición riolítica y basáltica, así como intrusivas; las metamórficas son de mayor antigüedad.

La descripción será de la más antigua a la más reciente.

CRETACICO INFERIOR.

3.3.1.- Formación Cuesta del Cura.

(Albiano - Cenomaniano). En 1936 Imlay describió por primera vez la caliza Cuesta del Cura, designando como localidad tipo a la porción Occidental de la Sierra de Parras (6,5 kms al W de Parras). Las calizas que la forman son resistentes a la erosión y sólo las calizas Zuloaga y Cupido se encuentran formando cerros más elevados que los que forma la Formación Cuesta del Cura; una de las principales características de esta Formación, es el que presenta estratificación ondulada así como numerosos pliegues de arrastre y abundantes huellas de oleaje lo que indica que su depósito en aguas de profundidad moderada, que estuvieron agitándose continuamente.

La litología de la formación, consiste principalmente de una caliza arcillosa, de estratificación ondulada y color gris medio oscuro, que tiene numerosas bandas delgadas y lentes de pedernal negro, las capas de calizas varían de 2 a 30 centímetros de espesor.

Por su posición estratigráfica, así como fósiles encon

trados se le asigna una edad que abarca del Albiáno al Cenomaniano.

La Formación Cuesta del Cura, se correlaciona con las Formaciones Tamaulipas Superior de la Cuenca Tampico Misantla y el Abra y Tamabra de la plataforma Valles San Luis Potosí; constituye el equivalente infranerítico de la Formación Aurora. Fósil índice, *Scaphites* cfr. *hugardianus* d'Orbigny.

CRETACICO SUPERIOR.

3.3.2.- Formación Indidura.

(Turoniano). Existen varios estudios de esta Formación; Kelly (1936) fué el primero en describirla, siendo su localidad tipo la región de Las Delicias, Coah., en el flanco oriental del Cerro de la Indidura, lugar donde afloran 30.0 m de lutita, caliza resquebrajada y lajas de calizas que cubren directamente a la Caliza Aurora.

Imlay (1936 y 1938), describió esta Formación en la porción occidental de la Sierra de Parras y parte norte del Estado de Zacatecas, donde cubre a la Formación Cuesta del Cura y está cubierta por la Formación Caracol.

En general la Formación consta de calizas arcillosas en espesores de 0.10 a 0.20 m., intercaladas con lutitas carbonosas o calcáreas y limolitas en capas delgadas (0.02 a 0.05 m.), no presenta buenos afloramientos, pues por lo regular se encuentra en las laderas o en las bases de las prominencias.

El espesor medido en la región de Concepción del Oro (Boletín 10 E.C.R.N.N.R.), fué aproximadamente de 180.0 m por sus características litoló

gicas, posición estratigráfica y fauna contenida, se le atribuye edad del Turoniano y se le correlaciona con la Formación Agua Nueva de la Cuenca Tampico Misantla y con la Soyatal de la Plataforma Valles San Luis Potosí. Fósil Índice *Inoceramus Labiatus*.

3.3.3.- Formación Caracol.

(Coniaciano-Santoniano). Imlay (1937, fué quien describió por primera vez a la Formación Caracol escogiendo como localidad tipo a la Sierra de San Angel, al E de la Sierra de Pamas, Coah., su litología consiste en una serie de Tobas devitrificadas, lutitas y calizas que descansan directamente sobre la Formación Indidura.

Aunque las capas duras fueron descritas en la localidad tipo como tobas, el examen petrográfico de las muestras obtenidas en varias localidades indica que puede describirse con más exactitud, como areniscas arcósicas, calcáreas, cuya composición parece aproximarse más a la de grauvacas.

Esta formación se encuentra ampliamente distribuida, representando algunas variantes de un lugar a otro en su litología y espesor; en términos generales consiste en una secuencia de grauvacas de grano fino a medio, en estratos delgados a medianos con interestratificaciones de lutitas y ocasionalmente capas de calizas. La Formación presenta por lo general colores gris oscuro y negro verdoso que se intemperiza a gris amarillento y ocre.

La unidad es poco fosilífera, encontrándose en algunas áreas pelecípodos, gasterópodos y algunos foraminíferos, que en algunos casos no son muy

efectivos para la determinación de la edad; pero considerando su posición estratigráfica y características litológicas, se le asigna una edad correspondiente del Coniaciano al Santoniano.

Su litología parece indicar un depósito rápido en aguas someras, y la escaséz aparente de vida marina puede indicar que las condiciones en que se efectuó la sedimentación eran desfavorables.

El espesor de la Formación es muy variable, Rogers y colaboradores (1961), midieron 1,020 m. en el Valle situado entre las Sierras de Zuloaga y Sambreterilla. Esta Formación se correlaciona con la de San Felipe que aflora en la Cuenca Tampico Misantla.

SISTEMA TERCIARIO.

3.3.4.- Formación Ahuichila.

La unidad fue estudiada primera por Kellum (1932, pp 551-553), fue quien la describió por primera vez en la localidad tipo localizada en una pequeña colonia llamada Ahuichila, situada cerca del punto donde convergen las líneas divisorias de los Estados de Durango, Coahuila y Zacatecas. En esa área la Formación incluye dos unidades de características distintas y bien definidas.

La unidad inferior, tiene un espesor de más o menos 30 m. y está formado por un material fufáceo y arenoso, interestratificado, que es mucho muy deleznable y cuyo color varía de blanco a gris pardo, grisáceo y verde. La unidad superior tiene más o menos 275 m. de espesor y está formada por un conglomerado masivo,

fuertemente cementado por carbonato de calcio, que contiene principalmente guijarros de caliza, pero también algo de arenisca, pedernal y fragmentos de rocas volcánicas.

Esta unidad representa depósitos continentales que tentativamente han sido clasificados en una edad de fines del Eoceno o principios del Oligoceno, apoyando esto en la correlación que se le asigno con el Conglomerado Rojo de Guanajuato.

3.5.- Rocas Igneas.

Se encuentran además rocas de origen ígneo extrusivo, de composición ríolítica comprendiendo tobas, brechas y derrames siendo algunos de éstos más jóvenes de composición basáltica, que constituyen afloramientos extensos a nivel del terreno o forman mesetas de bordes escarpados, los cuales se encuentran en ocasiones suprayaciendo a rocas cretácicas y otras veces a sedimentos lacustres. La edad tentativa de estos extrusivos es del Mioceno.

3.6.- Sistema Cuaternario.

Con este nombre se designó a los sedimentos continentales más recientes que se encuentran ocupando las partes bajas y centrales, los cuales comprenden evaporitas, arcillas, limos, arenas y gravas, formando los siguientes depósitos: abanicos aluviales, depósitos fluviales, lacustres y aluviales.

3.6.1.- Abanicos Aluviales.

Son una serie de depósitos que consisten de grava, are

nas y limos que, ocasionalmente contienen horizontes arcillosos, el origen de estos clásticos es de composición riolítica principalmente, y sus coloraciones varían del café claro a blanco grisáceo, debido probablemente a la desintegración de las rocas riolíticas coalinizadas.

3.6.2.- Depósitos Lacustres.

Se localizan en las partes centrales y más bajas de las planicies formando lagunas de poca profundidad, las cuales están formadas por arcillas y limos con intercalaciones de evaporitas que en conjunto presentan colores gris y blanco.

3.4.- Geología Histórica.

La relación que existe entre la secuencia estratigráfica y el aspecto tectónico, es un aspecto muy importante que hay que tener en cuenta ya que será la base fundamental para deducir todos y cada uno de los sucesos que ocurrieron a través del tiempo geológico.

Durante el Paleozoico Superior, es posible que, se logrará el depósito de una potente sección sedimentaria arcillo-arenosa, cuyos sedimentos fueron plegados y deformados, emergiendo la región al finalizar el Paleozoico Superior; durante el Triásico Inferior y Medio, el centro de México permaneció totalmente emergido. En el Triásico Superior la cuenca Mesozoica del centro de México sufre una transgresión por aguas marinas y en los cuales se efectúa el depósito de sedimentos arcillo-arenosos, los que corresponden a la Formación Zacatecas.

A fines del Triásico y principios del Jurásico Inferior la cuenca Mesozoica es afectada por otra emersión, por lo cual durante el Jurásico Infe-

rior y Medio, no se efectuaron depósitos de sedimentos. En el Jurásico Medio y a inicios del Jurásico Superior en algunas partes se realizó el depósito de capas rojas continentales.

Durante el oxfordiano se originó una transgresión marina, pero como los fondos eran de poca profundidad se depositaron los sedimentos clásticos y fósiles calcáreos que forman parte de la Formación Zuloaga.

A fines del Jurásico Superior, la zona permanece cubierta por aguas de mayor profundidad, con un cambio en las condiciones ambientales, lo cual originó un aumento en el aporte de material terrígeno, en los sedimentos de la Formación La Caja, con lo cual principia la formación de la Cuenca Mesozoica del Centro de México. Durante el Cretácico Inferior y Medio continuó avanzando la transgresión marina, por lo que la profundidad de la cuenca se va incrementando y se depositan las Formaciones Taraises, Tamulipas Inferior, La Peña y Cuesta del Cura. Al iniciarse el Cretácico Superior la transgresión marina continua, lo cual permite que la aportación de sedimentos arcillosos se vea incrementada, como se observa en la Formación Indidura.

Dicha aportación de sedimentos permitió también el depósito de la Formación Caracol cuyas características son la alternancia de lutitas y areniscas.

A fines del Cretácico o a principios del Terciario, la región es fuertemente afectada por los efectos diastróficos de la Revolución Laramide, dando lugar al plegamiento y deformación de los sedimentos del Mesozoico, produciéndose a la vez la intrusión de los cuerpos graníticos y granodioríticos como el Peñón Blanco, La Tesorera, Ramos y otros cuerpos de dimensiones menores.

Desde el Terciario, el Altiplano Mexicano se ve efec-
tado por actividad ígnea de tipo extrusivo, de la cual quedan como remanentes las mesas y
algunos cuerpos de riolita, debido a la intensa erosión de la que han sido objeto y a los efec-
tos de un clima árido durante largos períodos.

TABLA DE CORRELACION ESTRATIGRAFICA

			CUENCA MESOZOICA DEL CENTRO DE MEXICO (1)	PARTE NORTE DE LA CUENCA MESOZOICA DEL CENTRO DE MEXICO (2)	AREA DE ESTUDIO		
SISTEMA	SERIE	PISO EUROPEO	FORMACION	FORMACION	FORMACION		
CENOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE		ALUVION	ALUVION		
		PLEISTOCENICA					
	TERCIARIO	PLIOCENICA					
		MIOCENICA					
		OLIGOCENICA		AHUICHILA	AHUICHILA		
		EOCENICA					
PALEOCENICA							
MESOZOICO	CRETACICO	SUPERIOR	GOLFIANA	MAESTRICHIANO			
				CAMPANIANO	CARACOL		CARACOL
				SANTONIANO			
		CONACIANO			CARACOL		
		TURONIANO		SOYATAL	INDIDURA		
		CENOMANIANO					
	MEDIO	COMANCHEANA	ALBIANO	CUESTA DEL CURA	CUESTA DEL CURA		
			APTIANO	TAMALIPAS SUPERIOR OTATES	LA PEÑA		
	INFERIOR	COAHUILA	BARREMIANO	TAMAULIPAS INFERIOR	TAMAULIPAS INFERIOR		
			HAUTERVIANO				
			VALANGINIANO				
			BERRIASIANO	TARAISES	TARAISES		
	JURASICO	SUPERIOR	SABINIANA	TITHONIANO	LA CAJA	LA CAJA	
				KIMMERIDGIANO	ZULOAGA	ZULOAGA	
				OXFORDIANO			
		MEDIO		CALLOVIANO	JOYA	JOYA	
				BATONIANO			
			BAJOCIANO				
			TOARCIANO				
INFERIOR			PLIENSBAQUIANO				
			SINEMURIANO				
			HETTANGIANO				
TRIASICO	SUPERIOR		ZACATECAS	ZACATECAS			
	MEDIO						
	INFERIOR						
PALEOZOICO	PERMICO		GUACAMAYA				
PRE PALEOZOICO							

 NO AFLORA  NO DEPOSITO

IV.- GEOHIDROLOGIA.

4.1.- Definición.

La hidrogeología es el estudio de las rocas tomando en consideración sus características y comportamiento con respecto al agua, a la que puede almacenar y permitirle la circulación o por lo contrario no almacenar y si permitir el paso del agua.

Dependiendo de su porosidad, permeabilidad, estructura, su relación con otras rocas y la topografía del terreno donde afloran.

4.2.- Características hidrogeológicas de las unidades estratigráficas .

Al conjunto de rocas las mismas características de permeabilidad y su comportamiento hidráulico idéntico, se le considerará como unidad hidrogeológica.

Existen unidades positivas, que son aquellas a las que se considera como acuíferos y tiene la capacidad de contener el agua dejándola fluir a través de ellas; las negativas son, o bien impermeables, o funcionan como barreras regionales o locales al flujo del agua en las formaciones permeables.

UNIDAD CRETACICO INFERIOR (Formación Cuesta del Cura).

Esta unidad se define por su permeabilidad localizada en conductos de disolución y es considerada como productora en áreas locales donde presenta huellas de disolución pero por lo general se considera impermeable.

UNIDAD CRETACICO SUPERIOR (Formación Indidura y Caracol).

Por su composición predominantemente arcillosa se le asigna una permeabilidad baja la cual sólo puede aumentar por fracturamiento y son consideradas como barreras horizontales al flujo del agua y como confinantes inferiores de los acuíferos granulares.

UNIDAD DE MATERIALES CLASTICOS DEL TERCIARIO.

Aún no está bien definida pero en base a algunos resultados obtenidos en perforaciones realizadas se le asigna de media a alta permeabilidad.

UNIDAD DE ROCAS EXTRUSIVAS DEL TERCIARIO.

En esta unidad se agrupan los derrames riolíticos, tobas y brechas las cuales se caracterizan por tener de nula a baja permeabilidad y es producida por fracturamiento.

UNIDAD DE LOS MATERIALES CLASTICOS DEL CUATERNARIO.

Los clásticos continentales del Cuaternario se caracterizan por su alta permeabilidad y por su extensión y espesor considerables. Pero los depósitos lacustres por su contenido de materiales arcillosos se consideraron de baja permeabilidad.

4.3.- Hidrogeoquímica.

El conocimiento del comportamiento geohidrológico

de una zona, implica la utilización de todos los elementos disponibles, por medio de los cuales se puede conocer el funcionamiento del agua subterránea en dicha zona.

Uno de estos elementos es la interpretación geoquímica del agua subterránea, cuyos objetivos son: conocer zonas de recarga, dirección del flujo subterráneo, funcionamiento del acuífero, delimitar zonas con diferentes tipos de agua, como son, para usos potables, industrial, riego y abrevadero.

4.3.1.- Consideraciones generales.

La calidad química del agua subterránea está determinada por varios factores, los que incluyen en mayor o menor proporción, entre los más importantes que modifican la calidad del agua subterránea dentro de una zona, se tienen: la longitud de circulación entre las formaciones acuíferas, ya que a un aumento de ésta se tiene un aumento en la concentración de las sales en solución. Lo mismo sucede al aumentar el tiempo de contacto del agua con las rocas, también puede aumentar la concentración al disminuir la permeabilidad, efecto que tiene relación con la distribución y tipos de materiales por donde circule el agua.

Además influye también la composición química de las rocas en la calidad del agua, pues la solubilidad y composición de los minerales es muy diferente para cada caso, lo que implica que las sales en solución y su cantidad, cambia según el tipo de roca con el que tenga contacto con el agua, por ejemplo el contacto de formaciones calizas con agua, produce un aumento en la cantidad de bicarbonatos de calcio en solución.

Por lo tanto los estudios hidrogeoquímicos ayudan en

forma definitiva a conocer el funcionamiento geohidrológico de una zona.

Los análisis físico-químicos que se le efectuaron a las muestras de agua, que corresponden a 145 entre pozos y norias, se obtuvieron algunas de las múltiples características que presenta una muestra de agua y estas fueron de acuerdo con el tipo de análisis efectuado. Dichas características fueron tales como: conductividad eléctrica, relación de adsorción de Sodio (RAS), ph, sólidos totales disueltos, concentraciones en p.p.m. y en meq/l de calcio, magnesio, sodio, bicarbonato, sulfato y cloro; los resultados se muestran en las tablas (4.3.1-1, 2 y 3).

4.3.2.- Familias del agua.

Para la determinación de los diferentes tipos de agua que existen en la zona de estudio, en relación con el anión y catión predominante, se formaron diagramas triangulares de Palmer-Piper (Fig. 4.3.2-1).

Debido a la facilidad de representación en los diagramas, se subdividió el área en seis zonas, usándose para determinar los tipos de aguas, un número igual de diagramas, (Figs. 4.3.2.- 1 al 6), en los diagramas, se graficaron los resultados obtenidos de los análisis, se delimitó la zona en la cual hubo un mayor número de muestras, obteniéndose en forma general la familia a la que corresponden.

La que designa con el nombre del catión o el anión predominante, si predomina el catión calcio y el anión bicarbonato, representa una familia de agua calcio-bicarbonatada.

Dentro del área se determinaron las siguientes familias:

Zona 1	familia	Mg - HCO ₃	(Magnésico-Bicarbonatada).
Zona 2	familia	Ca - HCO ₃	(Calcico-Bicarbonatada).
Zona 3	familia	Ca - HCO ₃	(Calcico-Bicarbonatada).
Zona 4	familia	Na - HCO ₃	(Sódico-Bicarbonatada).
Zona 5	familia	Na - HCO ₃	(Sódico-Bicarbonatada).
Zona 6	familia	Na - HCO ₃	(Sódico-Bicarbonatada).

De lo anterior se resumen tres familias:

familia	Mg - HCO ₃	(Zona 1)
familia	Ca - HCO ₃	(Zona 2 y 3)
familia	Na - HCO ₃	(Zona 4, 5 y 6)

Lo que indica la presencia de tres tipos principales de agua, la primera familia magnésico-bicarbonatada, que se localiza en la (zona 1) parte suroeste del área y que circula por rocas calizas y dolomitas, la segunda familia es calcico-bicarbonatada, localizada en la (zona 2 y 3), parte norte y oeste, la cual circula por rocas calizas o sedimentos calcáreos y la tercera familia se clasifica como sódico-bicarbonatada, ocupa la mayor parte del área y circula por rellenos.

La familia de agua obtenida para cada uno de los aprovechamientos muestreados, se vació sobre el plano de localización (Fig. 4.3.2-7) en el cual se delimitaron zonas en las que quedaron agrupadas las diferentes familias.

4.3.3.- Uso del agua.

La calidad del agua potable se rige bajo ciertas ca-

racterísticas, siendo una de ellas que el agua con menos de 1,000 p.p.m. se le considera de buena calidad, la que contenga de 1,000 a 2,000 p.p.m. de mediana calidad y a la que contenga más de 2,000 p.p.m. de mala calidad.

De acuerdo con lo anterior, el agua que se explota de los pozos profundos se considera de buena a mediana calidad en toda la zona y el agua que se obtiene de las norias en toda la zona es de mediana calidad excepto en los poblados de El Barril que es de mediana o mala calidad y en Los Hernández de mala calidad.

La cantidad de sólidos totales disueltos varía entre 339 y 7680 p.p.m.

Calidad para riego.

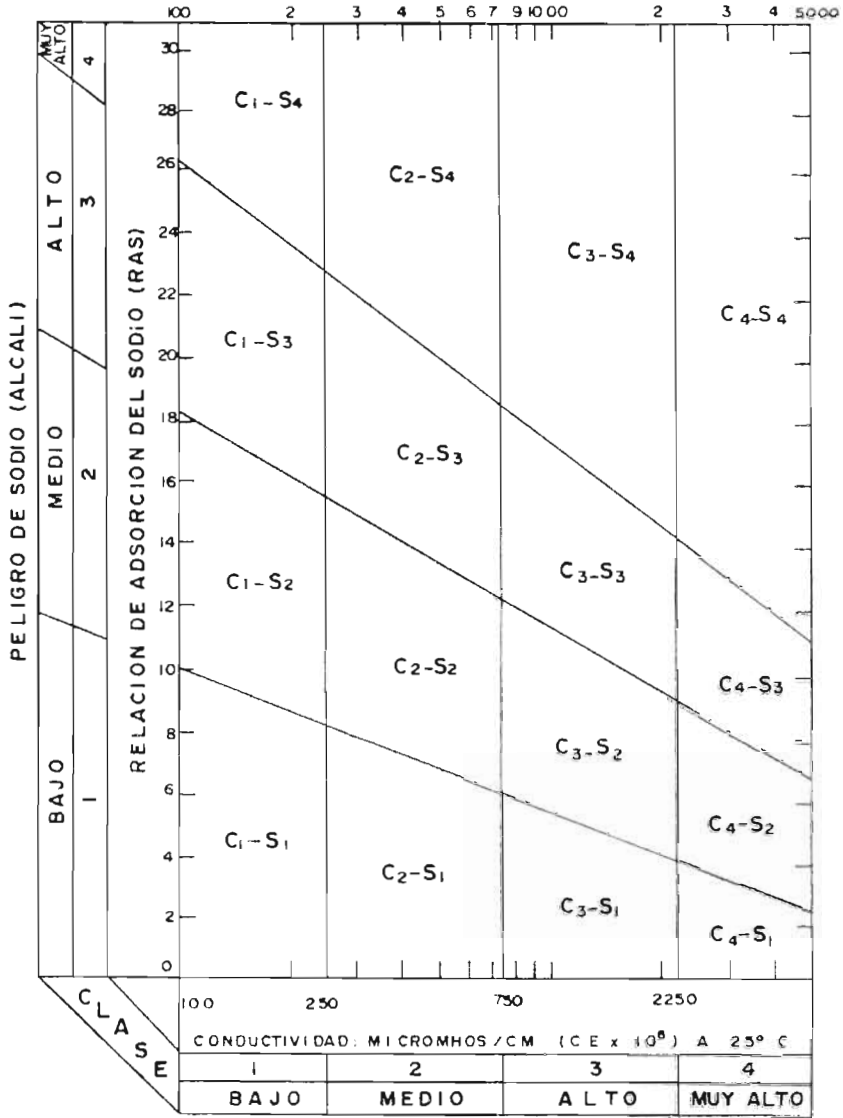
Para conocer la calidad del agua para riego se utilizó la clasificación de Wilcox (1948) en la cual, por medio de la conductividad eléctrica (CE) y la relación de adsorción de sodio (RAS), se obtiene la clase de agua para riego (Fig. 4.3.3-1).

$$\text{RAS} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}}{2}}}$$

El valor del RAS indica la posibilidad de sodificación o de daños al suelo debido al uso del agua de riego con alto contenido de sodio.

Los valores del RAS que se obtuvieron varían de 0.30 a 18.00 p.p.m. (Tabla 4.3.3.-1 y 2).

CLASIFICACION DE AGUA PARA RIEGO



PELIGRO DE SALINIDAD

FIG. 4.3.3-1

T A B L A N° 4.3.3-1

Nº DEL CENSO	RAS	CLASE DE AGUA PARA RIEGO	Nº DEL CENSO	RAS	CLASE DE AGUA PARA RIEGO	Nº DEL CENSO	RAS	CLASE DE AGUA PARA RIEGO
1	3.84	C ₃ S ₁	83	2.90	C ₄ S ₁	132	0.40	C ₂ S ₁
2	3.80	C ₃ S ₁	84	2.00	C ₃ S ₁	133	0.60	C ₂ S ₁
3	9.90	C ₃ S ₂	85	3.10	C ₃ S ₁	134	0.30	C ₂ S ₁
4	10.00	C ₃ S ₂	86	3.40	C ₃ S ₁	139	0.50	C ₃ S ₁
5	7.00	C ₃ S ₂	88	3.50	C ₃ S ₁	140	1.50	C ₃ S ₁
6	14.83	C ₃ S ₃	89	3.70	C ₃ S ₁	141	2.50	C ₃ S ₁
7	3.26	C ₃ S ₁	90	3.90	C ₃ S ₁	143	0.40	C ₂ S ₁
8	4.50	C ₃ S ₁	91	3.10	C ₃ S ₁	144	5.80	C ₃ S ₂
9	3.80	C ₃ S ₁	92	2.50	C ₃ S ₁	145	1.70	C ₃ S ₁
10	7.00	C ₃ S ₂	93	5.20	C ₃ S ₁	161	2.50	C ₃ S ₁
11	3.00	C ₃ S ₁	94	5.00	C ₃ S ₂	162	2.50	C ₂ S ₁
12	2.80	C ₃ S ₁	100	3.10	C ₃ S ₁	187	0.70	C ₃ S ₁
13	5.80	C ₃ S ₂	101	2.10	C ₃ S ₁	193	1.40	C ₂ S ₁
14	4.50	C ₃ S ₁	102	2.10	C ₃ S ₁	199	0.60	C ₂ S ₁
15	6.20	C ₃ S ₂	103	2.50	C ₃ S ₁	200	0.80	C ₂ S ₁
16	10.80	C ₃ S ₃	106	2.00	C ₃ S ₁	202	0.70	C ₃ S ₁
17	5.00	C ₃ S ₁	107	0.80	C ₃ S ₁	203	0.60	C ₃ S ₁
18	9.50	C ₃ S ₂	108	3.70	C ₃ S ₁	205	0.75	C ₂ S ₁
19	7.00	C ₃ S ₂	109	4.00	C ₃ S ₁	206	1.48	C ₂ S ₁
21	13.00	C ₄ S ₃	110	3.10	C ₃ S ₁	208	2.50	C ₃ S ₁
25	18.00	C ₃ S ₄	111	6.70	C ₄ S ₂	209	0.80	C ₂ S ₁
26	5.00	C ₃ S ₁	112	1.70	C ₄ S ₁	210	0.75	C ₃ S ₁
27	15.30	C ₃ S ₄	113	0.40	C ₃ S ₁	211	2.50	C ₃ S ₁
28	15.30	C ₃ S ₃	114	1.40	C ₄ S ₁	212	0.30	C ₂ S ₁
29	13.00	C ₃ S ₃	115	0.75	C ₃ S ₁	213	1.70	C ₃ S ₁
30	11.00	C ₃ S ₃	117	3.80	C ₃ S ₁	215	0.50	C ₂ S ₁
31	11.00	C ₄ S ₃	118	2.00	C ₃ S ₁	217	11.00	C ₄ S ₃
33	15.80	C ₄ S ₄	119	0.75	C ₂ S ₁	218	1.90	C ₃ S ₁
36	13.00	C ₃ S ₃	120	0.80	C ₂ S ₁	219	3.50	C ₃ S ₁
40	2.90	C ₃ S ₁	122	0.80	C ₃ S ₁	220	0.30	C ₂ S ₁
45	2.20	C ₃ S ₁	124	0.70	C ₃ S ₁	222	3.50	C ₃ S ₁
51	10.60	C ₄ S ₃	125	0.50	C ₃ S ₁	223	0.40	C ₂ S ₁
54	15.20	C ₄ S ₄	126	0.40	C ₃ S ₁	224	1.20	C ₃ S ₁
57	5.90	C ₃ S ₂	127	0.40	C ₃ S ₁	225	1.20	C ₃ S ₁
61	4.30	C ₃ S ₁	131	0.40	C ₂ S ₁	226	2.25	C ₃ S ₁

De acuerdo con los resultados el agua se clasificó en las siguientes clases (Fig. 4.3.3.-2).

Las muestras de clase $C_2 S_1$ y $C_3 S_1$, corresponden a agua con medio contenido de sales y bajo sodio la primera, y alto contenido de sales y bajo sodio la segunda. Puede utilizarse para riego en casi todo tipo de suelos; ya que no existe peligro de sodificación.

Las clases $C_4 S_1$ y $C_3 S_2$, corresponden a agua con muy alta cantidad de sales, bajo y medio contenido de sodio intercambiable. Puede usarse para riego en terrenos arenosos con buen drenaje.

Se deben aplicar lavados de suelos y un manejo especial para el control de la salinidad, así como aplicarse abonos orgánicos y seleccionar cultivos que toleren a las sales.

La clase $C_4 S_3$, tiene muy alta salinidad y alto contenido de sodio.

Puede usarse para riego, siempre y cuando se abonen los suelos, se practiquen lavados y otras técnicas especiales para el control de la salinidad. Aunque esta agua normalmente no es apta para riego.

Las clases $C_4 S_2$ y $C_3 S_3$ corresponden a agua con alto y muy alto contenido de sales, medio y alto contenido de sodio.

Puede usarse para riego, siempre y cuando se abonen los

suelos, se practiquen los lavados y otras técnicas.

La clase C₃ y S₄, alta salinidad y muy alto contenido de sodio, no son apropiados para la agricultura.

Para esto se uso la clasificación de aguas para riego.

Conductividad

- | | |
|----------------|---|
| C ₁ | BAJA SALINIDAD.- Puede usarse para riego en la mayoría de los suelos y para casi todas las plantas, con pocas probabilidades de que aumente la salinidad. |
| C ₂ | SALINIDAD MEDIA.- Puede usarse si se hacen lavados moderados. Se pueden sembrar plantas moderadamente tolerantes a las sales, en la mayoría de los casos, sin efectuar prácticas especiales para el control de la salinidad. |
| C ₃ | ALTAMENTE SALINA.- No puede usarse en suelos de drenaje deficiente. Aún con drenaje adecuado, se requiere un manejo especial para el control de la salinidad, además de seleccionar plantas que sean bastante tolerantes a las sales. |
| C ₄ | MUY ALTAMENTE SALINA.- No es apropiada para riego bajo condiciones ordinarias, aunque puede usarse |

se en ocasiones bajo circunstancias muy especiales.

Los suelos deben ser permeables, el drenaje adecuado; el agua para riego debe aplicarse en exceso, con el fin de llevar a cabo un lavado fuerte las plantas que se seleccionan deberán ser muy tolerantes a las sales.

Sodio (RAS)

S₁

CON POCO SODIO.- Puede usarse para riego en casi todos los suelos, con poco peligro de que el sodio intercambiable llegue a niveles perjudiciales. Sin embargo, las plantas sensitivas al sodio como algunos frutales (fruto con hueso) y aguacate, pueden acumular concentraciones dañinas de sodio.

S₂

CON CONTENIDO MEDIO.- Será peligrosa en suelos de textura fina y en aquellos que contengan una alta capacidad de intercambio de cationes, especialmente bajo condiciones de lavados leves, a menos de que haya yeso en el suelo. Esta agua puede usarse en suelos orgánicos o de textura gruesa con buena permeabilidad.

S₃

CON ALTO CONTENIDO.- Conducirá a niveles peligrosos de sodio intercambiable en la mayoría de los suelos por lo cual se requerirá de un manejo especial

buen drenaje, lavados fuertes y adiciones de materia orgánica. Los suelos yesíferos no desarrollarán niveles perjudiciales de sodio intercambiables. Los mejoradores químicos deberán usarse, para el reemplazo de sodio intercambiable, excepto en el caso de que no sea factible el uso de mejoradores en aguas de muy alta salinidad.

S₄

CON MUY ALTO CONTENIDO. - Generalmente no es apropiado para el riego, excepto en casos de baja y quizá media salinidad, donde la solución del calcio del suelo o el empleo de yeso u otros mejoradores, hagan factible el uso de esta agua.

4.4.- Piezometría.

La piezometría forma parte de la información necesaria para conocer el funcionamiento hidrológico subterráneo de una zona o cuenca.

Entre las características geohidrológicas importantes que se destacan por su relación con la posición de los niveles del agua, es que manifiestan zonas de recarga y de descarga, observándose también que el flujo subterráneo ocurre de las áreas con mayor elevación del nivel a las de niveles mas bajos.

Si se conoce la variación en el tiempo, se pueden inferir causas y efectos que producen tales cambios, por ejemplo si la recarga es mayor

a la descarga de un acuífero en un tiempo dado, los niveles se elevan, pero en condiciones opuestas el efecto es contrario.

La piezometría de la zona de estudio, fue cubierta con la observación de los niveles, la información obtenida sobre los niveles, se cartografió en el plano base (Fig. 4.4.-1).

Para la nivelación de los brocales se tomó como apoyo los planos topográficos de CETENAL, para realizar las configuraciones de curvas de igual elevación del nivel estático.

Una configuración piezométrica representa la forma de la superficie piezométrica en un acuífero confinado o semiconfinado y la forma de la superficie freática en un acuífero libre.

Las configuraciones se preparan con base en los niveles estáticos y referidos a un plano horizontal, generalmente el nivel medio del mar.

El procesamiento consiste en trazar curvas de igual elevación piezométrica, interpolando entre valores conocidos.

Durante el censo de los aprovechamientos para la obtención de los niveles estáticos, se utilizó una sonda eléctrica la cual consiste en un cable de dos hilos unidos por un extremo a una pila seca y el otro extremo a un electrodo el cual se introduce al aprovechamiento, al entrar en contacto con el agua permite el paso de la corriente la que se registra con un miliamperímetro.

Los datos obtenidos de los aprovechamientos se vaciaron a las tablas 4.4-1 y 2, después de procesar los datos se vaciaron al plano (Fig.4.4-1), de donde se obtuvieron curvas piezométricas las que proporcionaron información respecto a la dirección del flujo, zonas de recarga y descarga.

La dirección del flujo es de sur a norte, la zona de recarga se produce en la parte sur y oeste de la zona

Durante la elaboración de las curvas piezométricas se observó, que el comportamiento es igual tanto para los pozos como para las norias.

T A B L A No. 4.4-1

NUMERO DEL CENSO	COTA EN M. S. N. M.	NIVEL ESTATICO N. E.	NUMERO DEL CENSO	COTA EN M. S. N. M.	NIVEL ESTATICO N. E.	NUMERO DEL CENSO	COTA EN M. S. N. M.	NIVEL ESTATICO N. E.
1	1992	27.00	101	2004	35.20	203	1993	33.00
2	2002	38.00	102	2000	27.00	205	1995	32.53
3	2005	35.00	103	2010	39.00	206	1993	33.14
4	2010	40.00	106	1988	30.00	200	1995	24.72
5	2000	35.00	107	1988	30.00	209	1995	25.00
6	2005	35.56	108	1988	30.00	210	1996	32.00
7	1995	30.00	109	1988	30.00	211	2040	5.00
8	1995	32.00	110	1988	18.00	212	2040	9.15
9	1998	31.00	111	1988	25.55	213	2040	4.75
11	1998	25.00	112	1984	19.00	215	2040	3.37
12	1970	7.86	113	1984	22.00	217	2041	10.27
13	1970	10.50	114	1990	21.00	210	2040	6.76
14	1970	10.50	115	1994	27.00	219	2040	4.27
15	1970	12.80	117	1994	27.00	220	2042	4.54
16	1987	17.00	118	1996	27.00	222	2041	4.89
17	1987	13.85	119	1996	27.00	223	2040	3.18
18	1987	15	120	1996	30.50	224	2040	4.88
19	1980	15.35	122	2002	34.70	225	2040	3.90
21	1980	16.33	124	2010	35.00	226	2040	7.10
25	1980	16.50	127	2010	35.00	229	2030	20.29
26	1978	17.50	131	2025	56.00	236	2034	12.20
27	1977	18.00	132	2005	42.00	237	2029	6.70
28	1972	18.00	133	2008	42.00	239	2032	24.00
29	1974	21.50	139	1998	29.06	240	2040	14.00
30	1976	22.50	140	2010	45.00	242	2030	4.00
31	1976	27	141	2010	42.00	243	2028	2.20
33	1974	25.10	143	2006	45.00	248	2050	25.00
36	1970	18.91	144	2035	48.50	249	2050	23.30
40	1970	13.80	145	1990	11.00	250	2050	24.00
45	1970	10.40	161	1990	12.00	251	2048	20.00
51	1970	6.50	162	1990	9.40	252	2050	25.00
54	1970	7.50	187	1970	7.00	253	2000	10.50
60	1970	13.92	199	1970	12.00	254	2050	27.00
68	1970	5.00	200	1972	12.00	256	2030	15.33
100	1995	31.26	202	1994	34.00	259	2040	5.70

5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

5.1.- Conclusiones

- 1.- En la zona el acuífero en explotación es libre.
- 2.- Con los datos disponibles no es posible concluir si la explotación actual del acuífero es inferior o superior a su potencialidad.
- 3.- La explotación se realiza en materiales como aluviones y tobas.
- 4.- Se definió la dirección del flujo así como las zonas de recarga y descarga.
- 5.- Respecto al uso del agua tanto para potable como para riego es aceptable.
- 6.- Las formaciones Indidura y Caracol, que se cree forman el sello inferior del acuífero no se consideran como productoras dentro de la zona.

5.2.- Recomendaciones

- 1.- Continuar con la obtención de niveles piezométricos con una frecuencia bimestral o trimestral durante un año, para disponer de mayor información que permita conocer con más exactitud la evolución y comportamiento del acuífero.
- 2.- Cuantificar los volúmenes de carga como de descarga, para definir mediante un modelo matemático si el acuífero se encuentra sobre explotado o no.
- 3.- Respecto a la calidad del agua para riego, analizar la relación entre el tipo de suelo y la clase de agua para seleccionar de esa forma, el cultivo apropiado, así como las técnicas.
- 4.- Continuar estudios en zonas adyacentes para detectar acuíferos con posibilidades de explotación.

- 5.- Iniciar el control de los volúmenes de extracción de agua subterránea llevando una estadística de la superficie cultivada, o bien mediante registro de los caudales de operación y tiempos de bombeo de los pozos.
- 6.- Efectuar pruebas de bombeo con pozos de observación, a fin de conocer en forma más completa la distribución de las características físicas del acuífero.

BIBLIOGRAFIA

- Aleman González, S. Geología y Mineralización del Estado de Zacatecas y su relación con las provincias Metalogenéticas de la República Mexicana Tesis Ing. Geol. San Luis Potosí Escuela de Ingeniería, U.A. S.L.P., 1975.
- Consultores, S.A. Estudio Geohidrológico Preliminar en la Zona de la Blanca, en el Edo. de Zacatecas, S.R.H., 1974.
- Foyo Mejía, Manuel G. Reconocimiento Geohidrológico del Valle de Loreto, Zac., Tesis Ing. Geol. San Luis Potosí, Escuela de Ingeniería de la U.A. S.L.P., 1976.
- González Aguilera, Alfonso Estudios Geohidrológicos de la Cuenca Villa Arista S.L.P., Tesis Profesional, U.A.S.L.P., 1965.
- Ingeniería y Geotécnia, S.A. Estudio Geohidrológico Preliminar en la Planicie Costera del Río Coatzacoalcos, Ver., S.R.H. 1974.
- Lesser Illades, J.M. Estudio Hidrogeológico e Hidrogeoquímico de la Península de Yucatán, S.R.H. 1976.
- Lesser Illades, J.M. Reconocimiento Geohidrológico de la Zona Ixtlera del Edo. de Zacatecas, Boletín No. 6, 1976, Divulgación Técnica, S.R.H.
- List Mendoza, A. Recolección, Procesamiento e Interpretación de los datos relativos a los niveles del agua. Centro de Educación continúa división de estudios superiores Facultad de Ingeniería, U.N.A.M., Julio-Agosto, 1977.
- Muñiz Guerrero, F. Conceptos Geológicos para la Búsqueda de Agua potable en el Edo. de San Luis Potosí. Tesis Profesional, U.A. S.L.P. 1977.
- Petróleos Mexicanos, Superintendencia General de Exploración Zona Norte. Excursión Geológica No. 3, Planicie Costera del Golfo, Sierra Madre Oriental y Altiplano Mexicano, Tampico, Tamps., San Luis Potosí, S.L.P. y Zacatecas, Zac.
- Rzedowski, Jerzy Vegetación en el Edo. de San Luis Potosí, U.N.A.M. México 1961.
- Veytia Barba, Mario Informe General del Edo. de Zacatecas, S.R.H. 1974.

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICOS DE MUESTRAS DE AGUA

DE LA ZONA EL BARRIL, S. L. P.

FECHA DE MUESTREO: MARZO - ABRIL 1977

TABLA #43.-

MUESTRA No.	TIPO DE OBRA	LUGAR	C E MMHOS/CM	P H DE CAMPO	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS P.P.M.	C A T I O N E S						A N I O N E S							
						Ca++		Mg++		Na+		CO ₃		HCO ₃ ⁻		SO ₄ ⁻²		Cl ⁻	
						PPM	me/l	PPM	me/l	PPM	me/l	PPM	me/l	PPM	me/l	PPM	me/l	PPM	me/l
1	POZO	EL BARRIL	850	7.6	544	44	2.19	17	1.39	118	5.16	48	1.59	264	3.39	71	2.21	37	1.10
2	"	"	1200	6.3	1216	112	3.38	34	2.79	200	9.10	54	1.79	305	4.39	129	2.50	37	1.10
3	"	"	1200	7.9	1280	32	1.39	19	1.56	349	13.19	48	1.59	293	4.30	57	1.13	28	0.7
4	"	"	1900	7.7	1215	32	1.59	19	1.56	326	14.18	48	1.59	293	4.80	52	1.29	24	0.7
5	"	"	1400	8.0	595	22	1.09	11	0.90	165	7.19	48	1.59	317	5.19	77	1.30	29	0.7
6	"	"	1900	7.5	1216	16	0.79	12	0.98	407	17.80	24	0.79	494	5.09	101	2.10	21	0.6
7	"	"	975	7.4	624	30	1.49	14	1.15	122	5.31	36	1.19	256	4.19	101	2.10	25	0.70
8	"	"	1005	6.5	694	32	1.59	9	0.74	146	6.35	36	1.19	219	3.58	133	3.18	26	0.73
9	"	"	1100	7.7	704	36	1.79	17	1.39	149	6.50	30	0.99	326	5.34	133	2.60	30	0.9
10	"	"	1600	7.0	1024	32	1.59	9	0.74	225	9.60	36	1.19	219	3.53	238	5.79	25	0.70
11	"	"	800	6.0	512	44	2.19	7	0.57	110	4.60	18	0.59	164	2.68	85	1.79	49	1.00
12	"	"	1010	6.0	646	44	2.19	12	0.90	112	4.90	24	0.79	171	2.80	115	2.39	31	0.90
13	NORIA	"	1750	6.0	1120	56	2.79	9	0.74	250	10.90	48	1.59	195	3.19	258	5.99	30	0.94
14	"	"	1700	6.0	1088	72	3.39	26	2.13	202	8.30	72	2.39	195	3.19	336	6.99	33	0.93
15	"	"	1800	6.0	1152	52	2.59	17	1.39	264	11.50	60	1.99	183	2.99	192	3.99	35	0.90
16	POZO	"	1940	6.0	1242	32	1.59	9	0.74	328	14.30	48	1.59	317	5.19	460	9.99	39	1.10
17	"	"	1020	6.0	653	24	1.19	9	0.74	149	6.50	36	1.19	415	6.80	192	3.99	40	1.12
18	"	"	1900	6.0	1152	28	1.39	9	0.74	296	12.90	72	2.39	268	4.39	192	3.99	39	0.93
19	"	"	1600	6.0	1024	48	2.39	7	0.57	234	10.20	72	2.39	280	4.59	230	4.78	58	1.60
21	"	"	2600	6.0	1664	52	2.59	14	1.15	448	19.50	84	2.79	171	2.30	249	5.18	33	0.93
25	"	"	2250	6.0	1440	24	1.19	5	0.41	434	18.90	72	2.39	183	2.99	384	7.99	42	1.18
26	"	"	1310	7.0	838	40	1.99	9	0.74	195	8.50	48	1.59	195	3.19	240	4.99	30	0.84
27	"	"	2050	7.0	1312	24	1.19	9	0.74	351	15.30	120	3.99	116	1.90	384	7.99	39	1.10
28	"	"	2050	6.0	1312	24	1.19	9	0.74	374	16.30	132	4.39	195	3.19	384	7.99	44	1.24
29	"	"	1900	6.0	1216	28	1.39	9	0.74	344	15.00	84	2.79	183	2.99	240	4.99	35	0.93
30	"	"	1700	6.0	1088	24	1.19	7	0.57	298	13.00	60	1.99	195	3.19	192	3.99	44	1.24
31	"	"	2525	7.4	1616	68	3.39	7	0.57	413	18.00	72	2.39	183	2.99	394	8.20	39	1.10
33	"	"	2975	7.0	1904	52	2.59	7	0.57	586	25.00	84	2.79	195	3.19	451	9.38	44	1.24
35	"	"	1900	6.0	1216	24	1.19	7	0.57	344	15.00	72	2.39	170	2.78	240	4.99	37	1.04
40	NORIA	"	940	6.0	602	52	2.59	7	0.57	110	4.90	26	3.19	110	1.80	144	2.99	21	0.57
43	"	"	975	6.0	624	68	3.39	5	0.41	92	4.00	60	1.99	146	2.39	144	2.99	37	1.04
51	"	"	4250	7.0	2720	104	5.18	39	3.20	669	30.00	84	2.79	158	2.58	432	8.99	23	0.64
54	"	"	3000	7.0	1920	60	2.99	7	0.57	547	23.80	60	1.99	476	7.80	240	4.99	28	0.78
60	"	"	1600	7.0	1024	80	3.99	9	0.74	211	9.20	36	1.19	236	4.19	576	11.99	62	1.74
68	"	"	1400	7.0	896	68	3.39	9	0.74	158	6.90	108	3.59	305	4.99	480	9.99	26	0.73
83	POZO	"	3800	6.0	2432	60	2.99	19	1.56	717	31.20	48	1.59	183	2.99	464	9.66	39	1.10
84	"	"	1475	6.0	944	56	2.79	29	2.38	144	6.30	60	1.99	341	3.58	288	5.99	33	0.93
85	"	"	850	7.4	544	40	1.99	19	1.56	85	3.70	36	1.19	195	3.19	105	2.18	32	0.90
86	"	"	1950	6.0	1248	60	2.99	70	5.75	183	8.00	72	2.39	305	4.99	480	9.99	35	0.93
87	"	"	1650	6.5	1056	40	1.99	53	4.35	174	7.60	72	2.39	476	7.30	336	6.99	76	0.70
89	"	"	1375	7.0	880	40	1.99	75	6.16	108	4.70	72	2.39	354	3.30	288	5.99	28	0.70
90	"	"	1850	7.0	1184	80	3.99	70	5.75	702	8.80	120	3.99	390	5.39	336	6.99	26	0.70
91	"	"	1950	7.0	1248	76	3.79	56	4.60	213	9.30	72	2.39	441	7.30	336	6.99	44	1.2
92	"	"	1035	7.0	662	48	2.39	22	1.80	135	5.90	76	2.53	219	3.25	102	3.78	26	0.70
93	"	"	800	7.0	572	28	1.39	14	1.13	172	7.50	60	1.99	232	3.35	152	2.18	21	0.6

SISTEMA DE EMBUJES



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICOS DE MUESTRAS DE AGUA

DE LA ZONA EL BARRIL, S. L. P.

FECHA DE MUESTREO: MARZO-ABRIL 1977

TABLA N° 43-42

MUESTRA No	TIPO DE OBRA	LUGAR	C E MMHOS/CM	P H DE CAMPO	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS P.P.M.	C A T I O N E S						A N I O N E S							
						Ca++		Mg++		Na+		CO3		HC		SO4		CL-	
						P.P.M	me/l	P.P.M	me/l	P.P.M	me/l	P.P.M	me/l	P.P.M	me/l	P.P.M	me/l	P.P.M	me/l
92	"	"	1734	7.0	1134	44	2.19	24	1.97	227	10.40	96	3.19	234	1.71	200	3.97	31	0.34
109	"	"	1500	7.0	74	148	7.37	16	4.77	172	7.30	72	2.39	198	2.00	107	10.97	12	1.17
101	"	"	1300	7.0	332	32	2.59	40	3.74	124	5.40	36	1.19	207	2.34	2.8	3.97	31	0.34
102	"	"	1370	7.0	332	40	1.99	43	3.94	158	6.90	18	0.59	225	3.68	200	3.97	31	0.34
103	"	"	1400	7.0	51	52	2.29	63	3.18	131	5.70	24	0.79	256	4.19	144	2.99	31	0.34
104	"	"	1350	7.0	854	72	3.59	41	3.37	133	5.80	19	0.59	272	6.09	134	2.99	25	0.28
105	"	"	1000	7.0	640	68	3.39	41	3.37	52.8	2.30	12	0.59	242	4.21	7	1.99	1	0.01
106	"	"	1000	7.0	640	48	2.39	12	0.98	131	5.70	24	0.79	244	3.99	58	1.79	25	0.28
107	"	"	920	7.0	389	40	1.99	3	0.41	136	6.80	18	0.59	250	4.07	77	1.80	1	0.01
108	"	"	870	7.0	357	40	1.00	9	0.74	117	3.10	13	0.59	238	3.90	31	1.71	37	0.40
111	"	"	2300	7.0	1472	80	3.79	34	2.13	333	14.70	18	0.59	347	3.68	132	3.59	31	0.34
112	"	"	2220	7.0	1439	140	6.93	95	7.61	158	6.90	24	0.79	158	2.88	240	4.77	31	0.34
113	"	"	530	7.0	512	60	3.99	48	3.94	23	1	36	1.19	183	2.99	77	1.10	31	0.34
114	"	"	2260	7	1408	84	4.19	85	8.99	96	4.20	72	2.39	305	4.79	205	3.99	31	0.34
115	"	"	500	7	312	60	2.99	33	4.35	39	1.70	48	1.59	183	2.99	96	1.99	35	0.38
117	"	"	1100	7	704	48	2.39	26	2.13	158	6.90	60	1.99	183	2.99	96	1.99	28	0.30
118	"	"	950	7	608	44	2.19	24	1.97	108	4.70	72	2.39	171	2.80	86	1.79	30	0.34
119	"	"	740	7	473	68	3.39	48	3.94	46	2.00	72	2.39	158	2.58	134	2.78	26	0.28
120	"	"	700	7	448	64	3.19	34	2.79	66	2.90	96	3.19	97	1.58	86	1.79	25	0.28
122	"	"	950	7	608	80	3.99	41	3.37	69	3.00	60	1.99	195	3.19	134	2.78	30	0.34
124	"	"	1000	7	640	76	3.79	65	5.34	23	1.00	60	1.99	171	2.80	96	1.79	35	0.38
125	"	"	1300	7	832	80	3.99	38	4.77	87	3.80	60	1.99	146	2.39	96	1.99	28	0.30
126	"	"	1230	7	672	46	2.39	87	7.15	43	1.90	84	2.79	158	2.58	86	1.79	33	0.36
127	"	"	1050	7	672	80	3.99	63	3.18	27	1.20	96	3.19	122	1.99	86	1.79	28	0.30
131	"	"	720	7	461	60	2.99	48	3.94	23	1.00	48	1.59	158	2.58	77	1.60	28	0.30
132	"	"	750	7	460	36	2.79	46	3.78	27	1.20	60	1.99	171	2.80	67	1.33	21	0.23
133	"	"	600	7	384	48	2.39	24	1.97	32	1.40	60	1.99	146	2.39	57	1.16	21	0.23
134	"	"	650	7	416	64	3.19	47	3.86	16	0.70	72	2.39	122	1.99	57	1.18	19	0.21
139	"	"	800	7	512	76	3.79	38	4.77	27	1.20	36	1.19	73	1.19	77	1.60	21	0.23
140	"	"	1150	7	736	68	3.39	48	3.74	75	3.20	108	3.39	158	2.58	96	1.99	42	1.16
141	"	"	1250	7	800	60	2.99	36	2.96	126	5.50	96	3.19	189	2.58	134	2.78	37	1.04
143	"	"	660	7	422	76	3.79	48	3.94	23	1.00	48	1.59	171	2.80	86	1.79	28	0.30
144	"	"	1800	7	1152	68	3.39	9	0.74	241	10.50	72	2.39	158	2.58	173	3.60	64	0.78
145	"	"	950	7	608	60	2.99	34	1.97	80	3.50	72	2.39	158	2.58	86	1.79	39	1.10
161	MINERIA	"	750	7	608	40	1.99	24	1.97	28	4.30	96	3.19	293	4.80	96	1.99	19	0.21
162	"	MOJIA EL GATO	675	7	432	44	2.19	2	0.16	110	4.80	60	1.99	293	4.80	57	1.18	17	0.47
187	"	JESUS MARIA	840	68	538	68	3.39	27	2.22	57	2.50	60	1.99	232	3.80	96	1.99	23	0.24
192	"	"	650	68	416	64	3.19	9	0.74	52	2.70	48	1.59	244	3.99	95	1.99	23	0.24
199	"	"	670	7	429	76	3.79	26	2.13	23	1.00	42	1.39	163	2.99	77	1.60	21	0.23
200	"	"	700	68	448	76	3.79	17	1.39	64	2.60	36	1.19	207	3.39	86	1.79	17	0.47
222	POZO	LA CONCEPCION	900	7	576	80	3.99	24	1.97	46	2.00	48	1.99	207	3.39	97	1.60	19	0.21
223	"	"	790	7	553	128	6.38	00	0.0	23	1.10	48	1.99	195	3.19	57	1.60	17	0.47
224	"	"	680	6.8	416	68	3.39	24	1.97	39	1.70	48	1.59	232	3.80	57	1.18	19	0.21
224	"	"	724	6.8	512	68	3.39	7	0.57	87	3.80	60	1.99	219	3.38	115	2.39	17	0.47
229	"	"	257	7	512	56	2.79	14	1.15	92	4.00	54	1.79	195	3.19	143	3.19	25	0.27

SIST.
UNIVERSIDAD
DE
SAN LUIS POTOSI

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICOS DE MUESTRAS DE AGUA

DE LA ZONA EL BARRIL, S. L. P.

FECHA DE MUESTREO: MARZO - ABRIL 1977

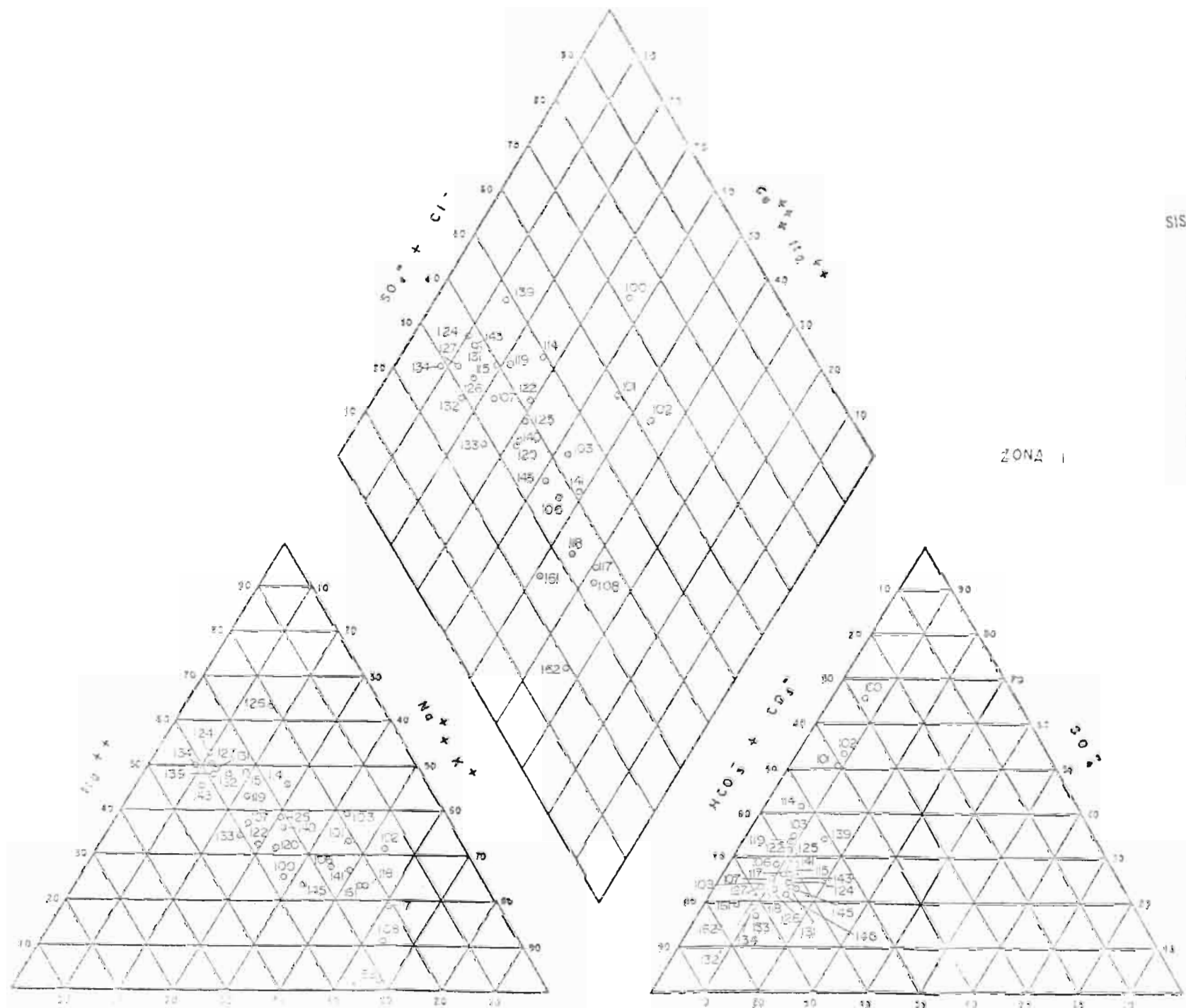
TABLA Nº 43-3

MUESTRA No	TIPO DE OBRA	LUGAR	C E MMHOS/CM	PH DE CAMPO	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS P P M	C A T I O N E S								A N I O N E S					
						C _a ++		Mg++		N _a +		C _O 3		H _C O ₃ -		S _O 4 ²⁻		C _L -	
						PPM	me/l	PPM	me/l	PPM	me/l	PPM	me/l	PPM	me/l	PPM	me/l	PPM	me/l
201	POZO	LA CONCEPCION	370	7.4	265	71	3.39	22	1.80	66	2.70	36	1.19	26	4.19	67	1.13	21	0.73
202	POZO	"	1000	6.8	840	76	3.79	39	3.20	46	2.00	48	1.53	21	3.78	76	1.51	21	0.74
203	POZO	SOLIMANAZAR	1160	7.7	742	76	3.79	7	0.57	131	5.70	72	2.37	217	5.19	67	1.30	21	0.77
204	"	"	705	6.8	451	52	2.39	48	3.94	11	0.30	36	1.17	24	3.99	67	1.30	14	0.39
205	"	"	1300	6.8	960	40	1.99	70	2.75	121	3.30	36	1.17	218	4.39	236	5.97	17	0.47
206	"	"	500	6.8	339	43	2.39	39	3.20	23	1.00	48	1.59	24	3.99	67	1.30	15	0.59
207	"	"	3400	6.6	276	60	2.99	41	3.37	365	24.60	42	1.39	226	4.19	276	11.99	26	0.78
208	"	"	2060	6.8	1318	30	3.99	82	6.74	147	6.40	36	1.37	226	4.19	354	7.99	28	0.90
209	"	"	1600	7	1024	64	3.19	31	2.55	181	7.90	42	1.39	409	7.19	384	7.99	17	0.47
210	"	"	750	6.8	480	56	2.79	51	4.19	11	0.50	48	1.59	231	3.78	48	0.99	17	0.47
211	"	"	1350	6.8	864	36	1.79	19	1.56	156	6.80	84	2.79	561	9.19	48	0.91	32	0.90
212	"	"	530	6.8	352	80	3.99	22	1.80	41	1.80	24	0.79	221	3.78	67	1.29	17	0.47
213	"	"	700	7.2	576	60	2.99	35	2.96	37	2.50	48	1.59	268	4.39	67	1.13	23	0.60
214	"	"	925	7	502	52	2.59	34	2.79	89	3.90	36	1.17	317	5.19	67	1.37	21	0.59
215	"	"	1130	7.2	736	32	2.59	39	3.20	135	5.90	36	1.19	268	4.39	133	3.18	17	0.47
216	POZO	"	2800	7.2	1792	72	3.39	143	11.76	243	10.60	96	5.19	671	10.90	499	10.08	42	1.18
217	NORIA	"	2300	7.2	1600	64	3.19	34	2.79	374	16.30	36	1.19	268	4.39	432	8.99	67	1.33
218	"	"	890	7.2	5734	332	16.56	214	17.60	1147	49.90	18	0.59	219	3.58	1527	32.00	26	0.76
219	"	"	1400	7	896	52	2.59	24	1.97	167	7.30	30	0.99	293	4.30	269	5.60	46	1.29
220	"	"	1420	7.4	902	64	3.19	12	0.93	202	8.80	24	0.79	231	3.78	278	5.78	35	0.98
221	"	"	10000	7.2	6400	481	24.00	265	21.79	1004	43.70	300	9.99	610	9.99	1036	21.98	354	9.98
222	"	"	480	7	3072	304	15.16	206	16.94	333	14.50	60	1.99	217	3.19	1035	21.98	71	2.00
223	"	"	4500	7	2880	168	3.38	155	12.75	471	20.50	30	0.99	207	3.39	1229	25.23	35	0.98
224	POZO	"	2200	6.8	1408	88	4.39	53	4.35	211	9.20	36	1.19	244	3.99	336	6.99	35	0.98
225	NORIA	"	1400	7.2	896	48	2.39	29	2.38	165	7.2	12	0.39	330	6.39	144	2.99	32	0.93
226	"	"	2400	7.2	1536	60	2.99	31	2.55	358	15.6	84	2.7	366	5.99	336	6.99	36	0.98
227	POZO	"	1800	7	1152	80	3.99	46	3.78	131	7.9	36	1.19	244	3.99	480	9.99	39	1.10
228	"	"	1570	7	1005	60	2.99	7	0.57	225	9.8	36	1.19	171	2.80	228	3.99	32	0.90
229	POZO	"	1720	7.2	1100	72	3.59	51	4.19	167	7.3	30	0.99	244	3.99	240	4.99	53	1.49
230	"	"	1610	7.2	1030	36	1.79	31	2.55	213	9.3	60	1.99	341	5.58	280	5.99	37	1.04
231	POZO	"	1250	7	800	60	2.97	53	4.77	96	4.2	30	0.99	219	3.58	279	5.79	53	1.49
232	NORIA	"	3800	7.1	2432	48	2.39	92	7.61	570	24.8	60	1.99	236	4.19	576	11.99	35	0.98
233	"	"	12000	7	780	61	20.00	340	27.96	1609	70.0	240	7.99	1276	17.99	1152	23.98	334	9.73
234	POZO	"	1400	7	896	60	2.99	73	6.30	78	3.4	30	0.99	219	3.58	67	1.39	32	0.93
235	NORIA	"	1120	6.6	717	36	1.79	63	5.18	80	3.5	48	1.59	237	3.39	86	1.79	46	1.21
236	"	"	2000	6.8	1280	68	3.39	56	4.60	218	9.5	30	0.99	232	3.80	288	5.79	40	1.12
237	"	"	1200	6.8	768	52	2.59	68	5.59	82	3.6	48	1.59	244	3.99	240	4.99	35	0.93
238	"	"	1720	6.8	1088	68	3.39	39	3.20	200	8.7	42	1.39	244	3.99	284	7.99	44	1.24
239	"	"	5500	7	3520	250	9.98	61	5.01	532	27.1	156	5.19	256	5.99	576	11.99	49	1.38
240	"	"	2900	6.9	1856	52	2.59	80	6.58	351	15.3	72	2.59	278	6.19	384	7.99	39	0.94
241	"	"	2200	7	1408	56	2.79	109	8.96	167	7.3	168	5.59	268	4.39	336	6.99	26	0.73
242	"	"	1000	7	640	46	1.99	65	5.34	52	2.3	30	0.99	249	3.99	37	0.77	36	1.10
243	POZO	"	2050	7.0	3712	177	13.57	471	28.74	2079	11.0	72	3.39	344	3.99	672	10.99	71	2.00
244	"	"	1290	7.0	1274	163	3.39	47	7.97	103	4.3	48	1.59	231	3.78	571	11.53	46	1.29
245	"	"	1305	7.0	1024	52	2.59	56	2.96	189	9.2	60	1.99	268	4.39	170	3.40	55	1.30

SISTEMA DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

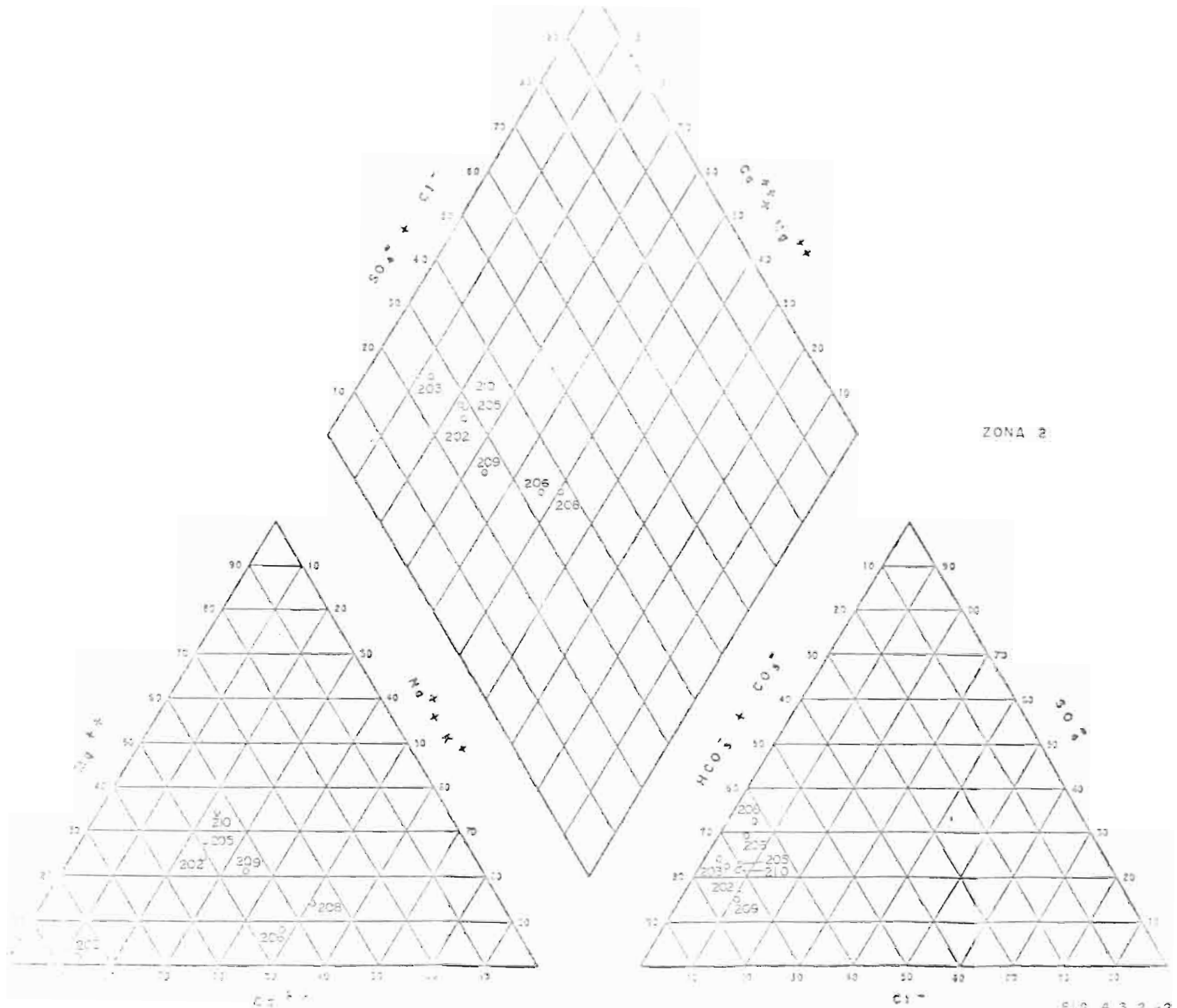


ZONA I



DIAGRAMA TRIANGULAR DE PALMER-DIGGS

FIG. 5.5 2-1

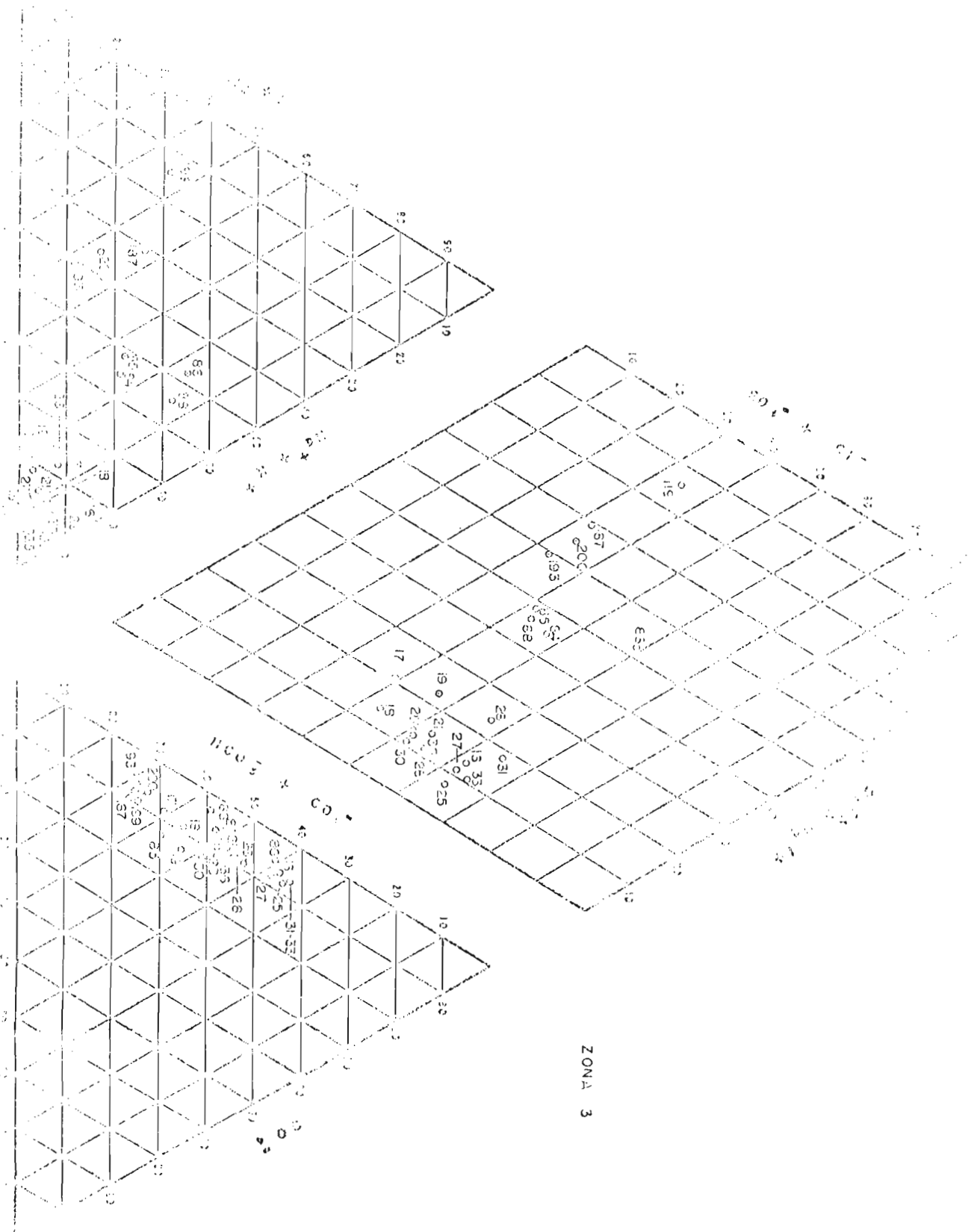


ZONA 2

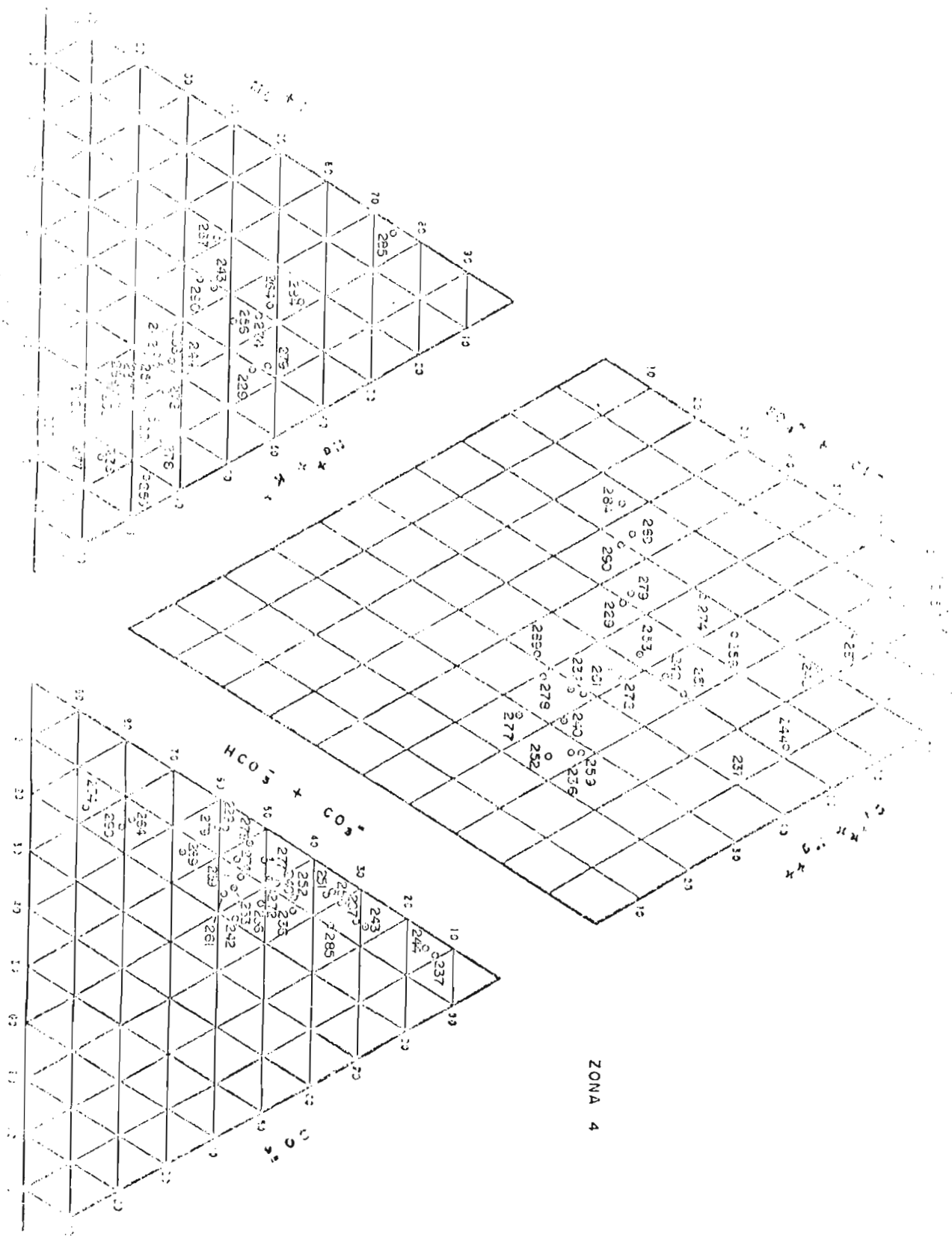
DIAGRAMA TRIANGULAR DE PALMER-PIPER

FIG. 4.3.2-2

DIAGRAMA TRIANGULAR DE CALMER-PIPER



COORDINATE TRIANGULAR PALMER-PIPER

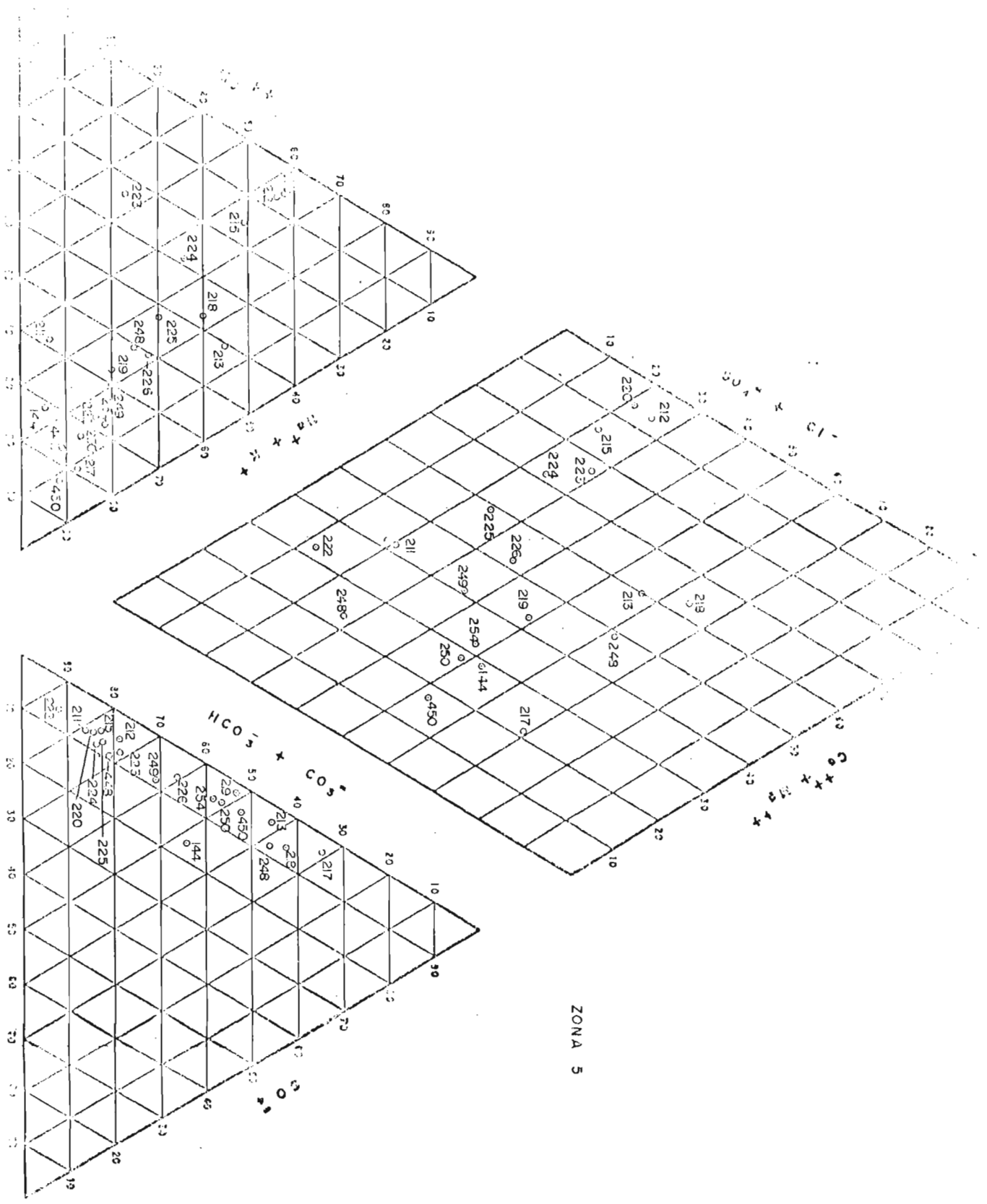


21

FIG. 432

UNIVERSIDAD
DE
SAN LUIS POTOSÍ

DIAGRAMA TRIANGULAR DE PALMER-PIPER



ZONA 5

FIG. 4.3.2-5

SISTEMA DE REFINERIAS
 UNIVERSIDAD NACIONAL
 DE SAN LUIS POTOSI

ZONA 6

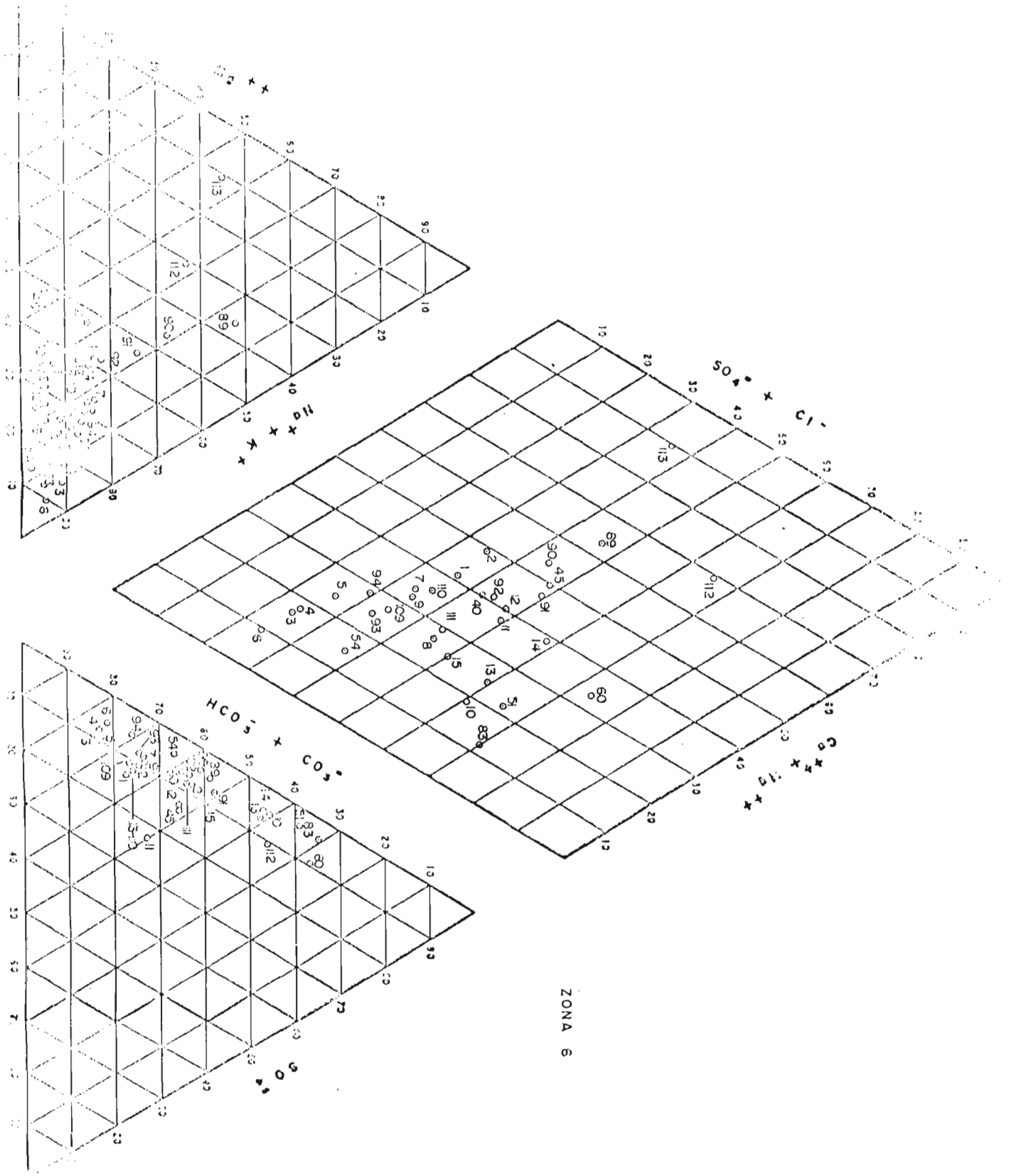
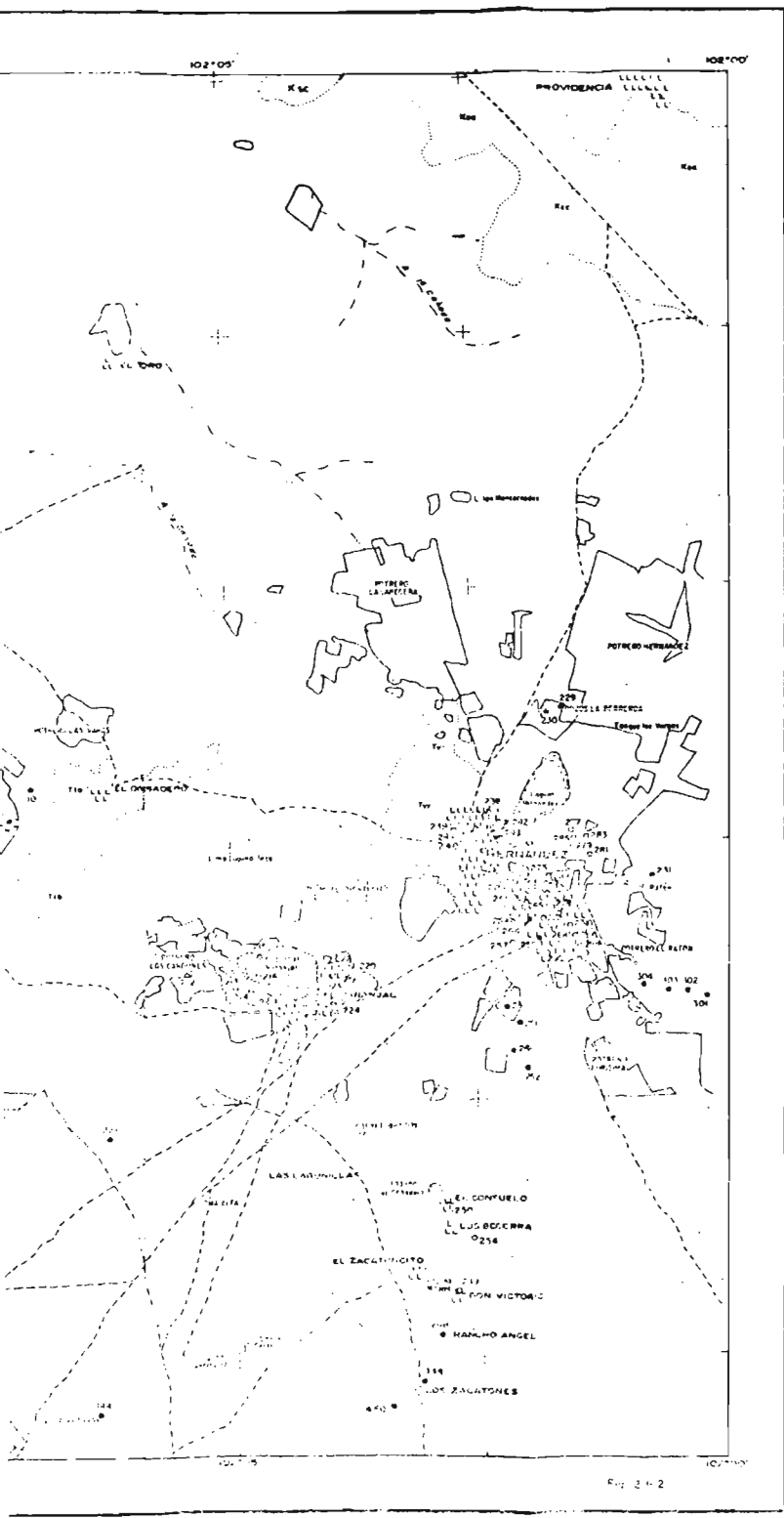


DIAGRAMA TRIANGULAR DE PALMER-PIPER

710 434-5



LEYENDA

SÍMBOLOS TOPOGRÁFICOS

Poblado L L L L L L

Camino Vecinal - · - · - · - · -

Límites Predios [Diagrama]

Laguna [Diagrama]

Arroyo Intermitente [Diagrama]

Límite Estatal - - - - -

Pozo Profundo ●

María ○

LITOLOGÍA

Reciente [Aluvión **Al**]

Terciario [Riosta **Tr**]

[Tobos **Trb**]

[Formación Abulchida **Fca**]

Craicoico [Formación Capraol **Cac**]

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

SISTEMA DE BIBLIOTECAS

Nota. Este plano se tomó en base a los planos F1809 (Cuerpo de) y F13R51 (Zacaton) de CETNAL.

0 1 2 3
KILOMETROS

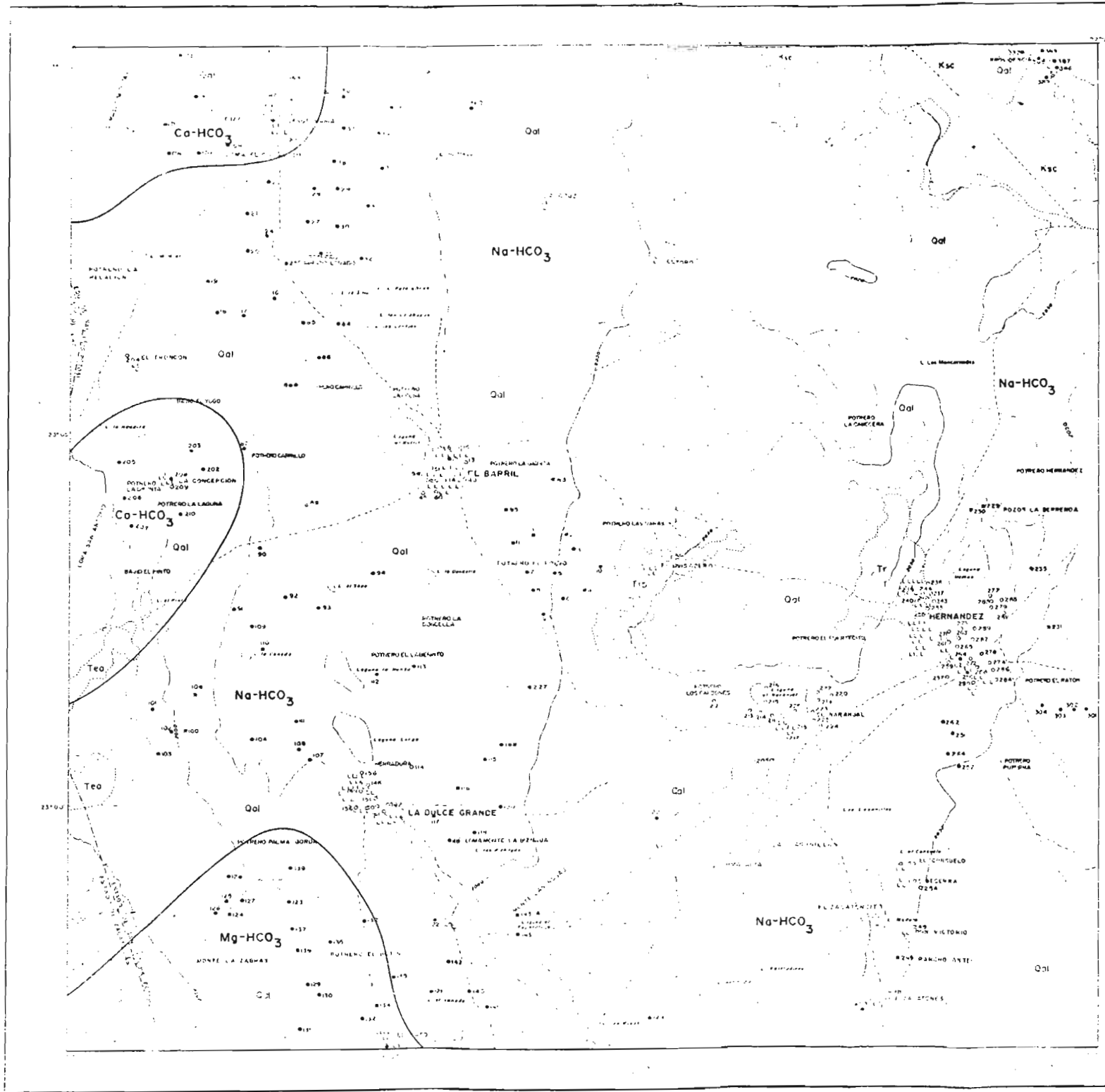
ESCALA 1:50,000

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ ESCUELA DE INGENIERÍA

SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y LOCALIZACIÓN DE APLICACIONES HIDROGRÁFICAS

TRABAJO RECOPIORAL

Instituto de Topografía y Geomática



LEYENDA

SIMBOLOS TOPOGRAFICOS

- Pedregal
- Cerco Vecinal
- Límite Prediales
- Loguero
- Arroyo Intermitente
- Límite Estatal
- Pozo Profundo
- Morir

FAMILIAS DE AGUAS

- Na-HCO_3 Familia Sódica Bicarbonatada
- Mg-HCO_3 Familia Magnésica Bicarbonatada
- Ca-HCO_3 Familia Cálcica Bicarbonatada

LITOLOGIA

- Qal Aluvión
- Tr Riolita
- Tfb Tobas
- Tc Conglomerado (Anulítico)
- Ks Areniscas (Carbón)

Nota: Este plano se tomó en base a los datos F18-19 (Hernández) y F18-19 (Zacatón) de Carreón

0 1 2 3
KILOMETROS
ESCALA 1:50,000

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE
SAN LUIS POTOSÍ
ESCUELA DE INGENIERÍA
PLANO GEOLOGICO
MOSTRANDO FAMILIAS DE AGUA
PREPARADO POR: [Name]

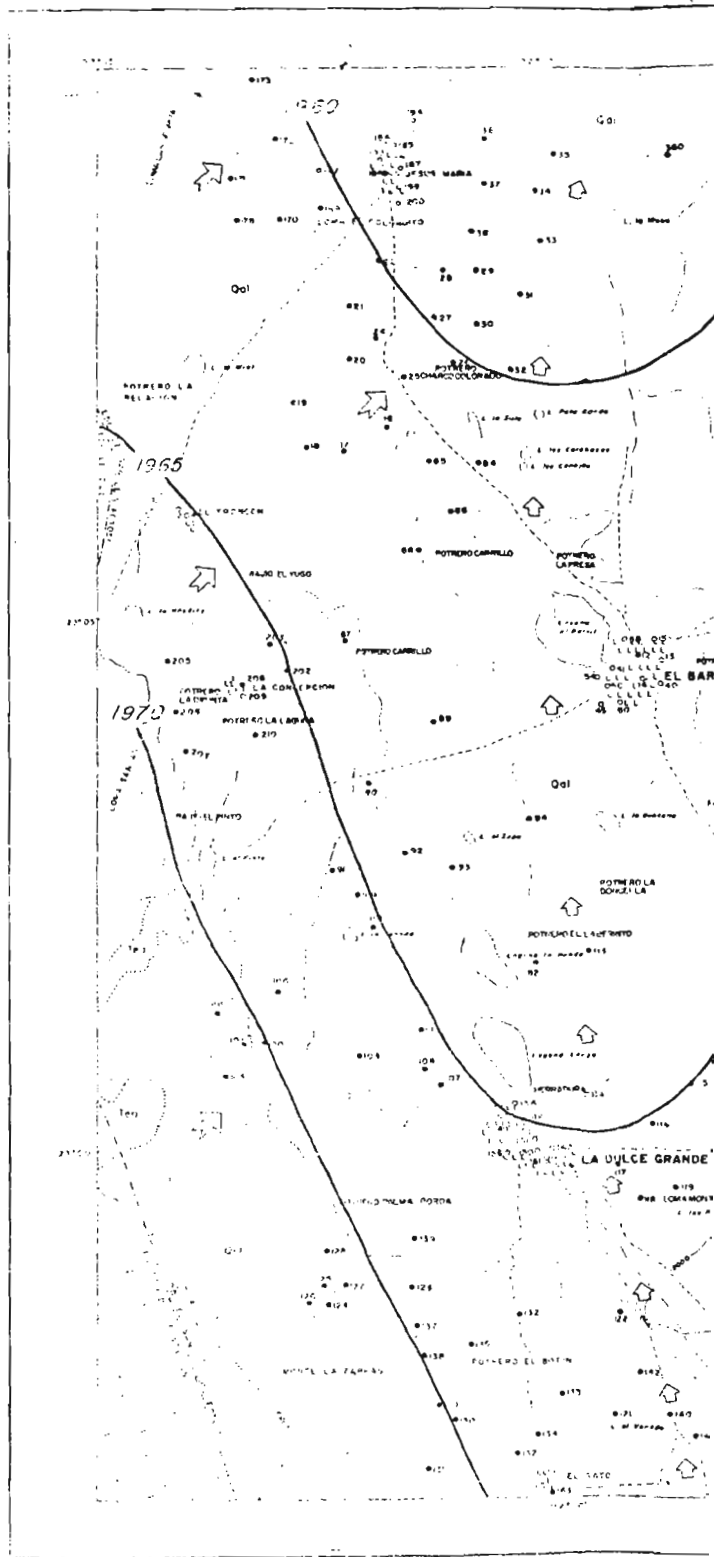
SISTEMA DE AISLAMIENTO

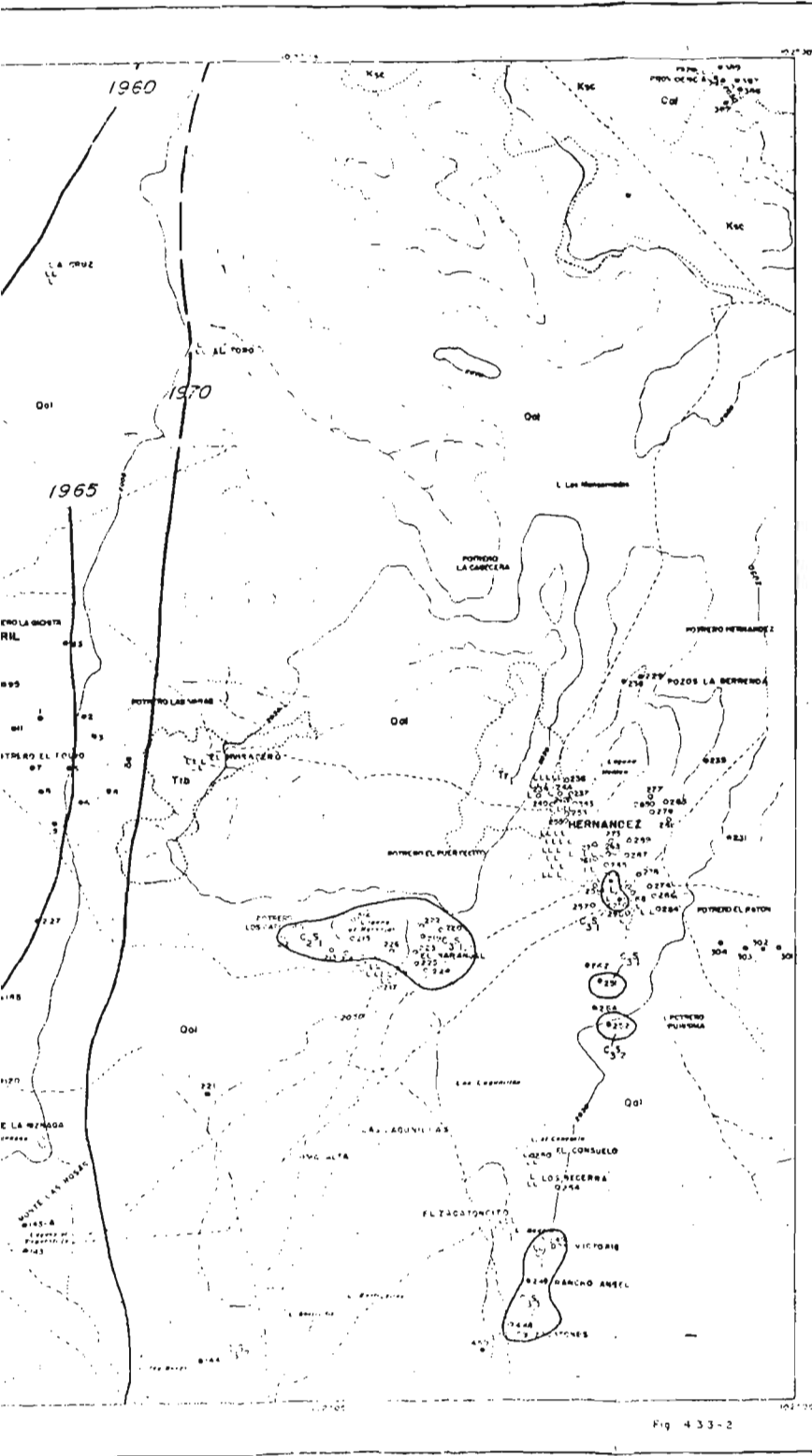
UNIVERSIDAD
DE
SAN LUIS POTOSÍ

SISTEMA DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE
SAN LUIS POTOSÍ





LEYENDA

SIMBOLOS TOPOGRAFICOS

- Poblado
- Comuna Vecinal
- Limite Predial
- Laguna
- Arroyo Intermitente
- Limite Estatal
- Pozo Profundo
- Maria

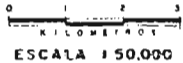
CLASE DE AGUA PARA RIEGO

- $C_2 S_1$ Medio contenido de Sales y bajo Sódia.
- $C_3 S_5$ Alto contenido de Sales y bajo Sódia.
- $C_4 S_1$ Muy alto contenido de Sales y bajo Sódia.
- $C_4 S_2$ Muy alto contenido de Sales y medio Sódia.
- $C_3 S_2$ Alto contenido de Sales y medio Sódia.
- $C_3 S_3$ Alto contenido de Sales y alto contenido de Sódia.
- $C_4 S_3$ Muy alto contenido de Sales y alto contenido de Sódia.
- $C_3 S_4$ Alto contenido de Sales y muy alto Sódia.

LITOLOGIA

- Qol Aluvió
- Tf Riolita
- Tib Tabas
- Tc Conglomerado (Ahuchita)
- Ks Areniscas (Corocal)

Nota: Este plano se tomó en base a los datos de los mapas F13049 (Hernández) y F13050 (Zacora).



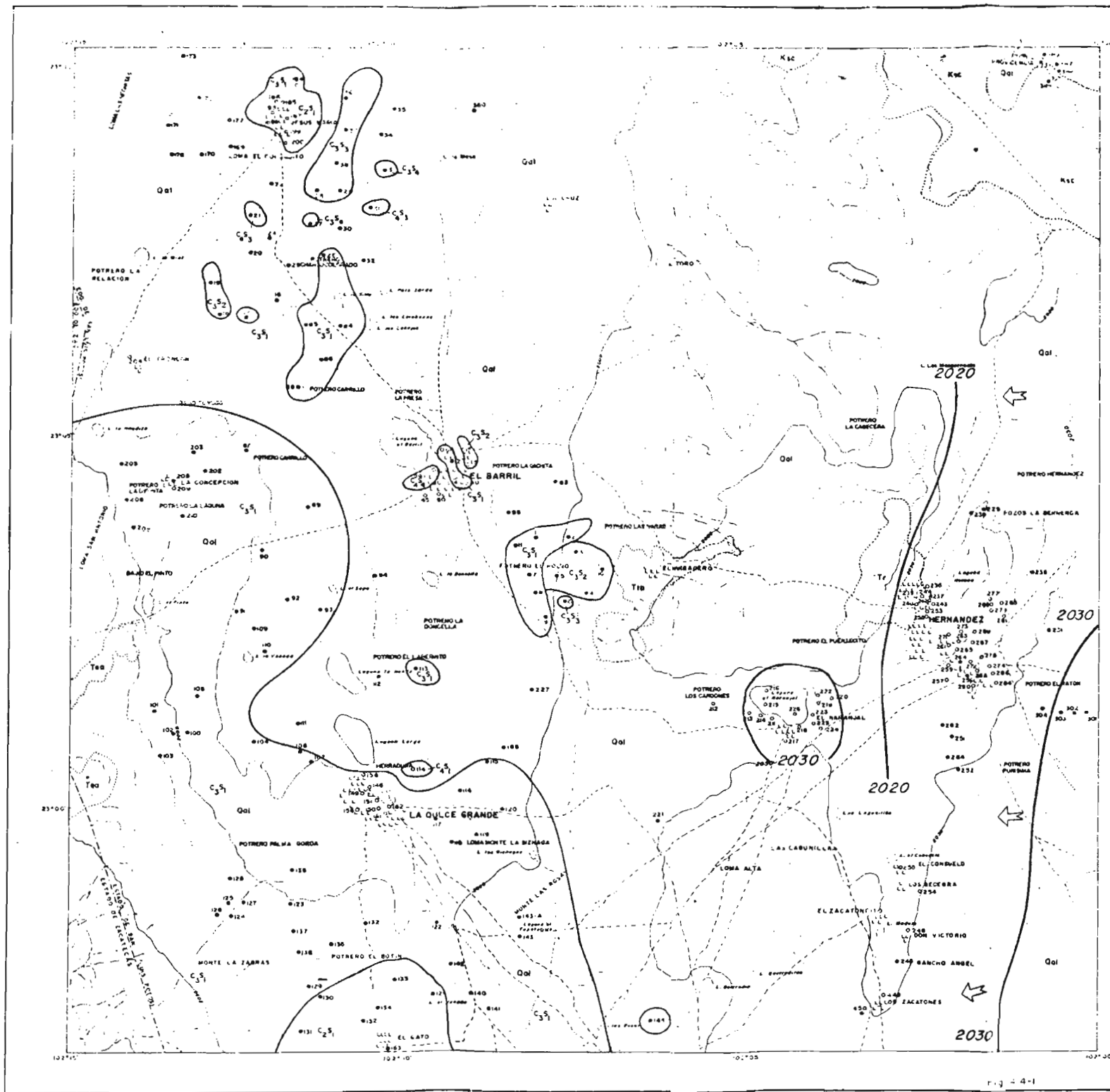
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI ESCUELA DE INGENIERIA

PLANO GEOLOGICO MOSTRANDO CLASES DE AGUA PARA RIEGO

TRABAJO RECEPTACIONAL

Reporte Geológico de la Zona de San Luis Potosí

Fig. 4.33-2



LEYENDA

SÍMBOLOS TOPOGRÁFICOS

- Planta
- Cerro (Anexo)
- Monte (Anexo)
- Alto
- Arroyo intermitente
- Límite físico
- Punto de control
- Parque

2020 CURVAS DE IGUAL ELEVACION AL NIVEL ESTÁTICO EN m. s. n. m.

DIRECCION DEL FLUJO SUBTERRANEO
 LITOLOGIA

LITOLOGIA

- Qo1 Aluviales
- Tr Rialitas
- Tib Tebas
- Tc Conglomerado (Ahuichil)
- Ks Areniscas (Corcaei)

Qo1 Este signo se tomó en base a las curvas de igual elevación al nivel estático en m. s. n. m. (Mora-Abril 1977) F136 (P. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100)

ESCALA 1:50,000

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ ESCUELA DE INGENIERÍA

CURVAS DE IGUAL ELEVACION AL NIVEL ESTÁTICO EN m. s. n. m. (Mora-Abril 1977)

TRABAJO RECEPTACIONAL

Ramón Gerardo Nolasco Reyes 1977

SI

UNIVERSIDAD
SAN LUIS POTOSÍ