



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI
ESCUELA DE INGENIERIA

RECONOCIMIENTO GEOHIDROLOGICO
DEL VALLE DE LORETO, ZAC.

MANUEL GERARDO FOYO MEJIA

SAN LUIS POTOSI, S. L. P.

1976

032

T

GB1032

.Z3

F6

C.1



1080072837

EX-LIBRIS
BIBLIOTECA DE LA ESCUELA DE INGENIERIA
DE LA U. A. de S. L. P.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

ESCUELA DE INGENIERIA

RECONOCIMIENTO GEOHIDROLOGICO DEL VALLE
DE LORETO, ZAC.

TRABAJO RECEPCIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO GEOLOGO

P R E S E N T A

MANUEL GERARDO FOYO MEJIA

T
GBL032
.Z3
F6



A MIS QUERIDOS PADRES:

DIEGO FOYO FOYO

MA. DE LOS ANGELES MEJIA DE FOYO

COMO UN HUMILDE TESTIMONIO DE MI
CARIÑO Y AGRADECIMIENTO.

Y

RUBEN LAMAS SOTO

SARA IBARRA DE LAMAS

CON ADMIRACION Y
RESPECTO.

A MI ESPOSA SARAH:

CON AMOR

Y

A MI HIJO

MANUEL GERARDO.

A MIS QUERIDOS HERMANOS:

ROBERTO

SUSANA

DIEGO

LAURA

PEDRO

SILVIA

RUBEN

GERARDO

OZIEL

MA. EUGENIA

ARTURO

A LOS SEÑORES INGENIEROS

GUILLERMO MARTINEZ GARZA

JOSE R. ACEVEDO ARROYO.



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI
ESCUELA DE INGENIERIA

Av. de los Poetas

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

DIRECCION

Octubre 7 de 1975.

Al Pasante Sr. Manuel Gerardo Foyo Mejía,
P r e s e n t e.

En atención a su solicitud relativa me es grato indicar a Usted que el H. Consejo Técnico Consultivo de la Escuela de Ingeniería ha designado como Asesor del Trabajo Recepcional que deberá desarrollar en su Exámen -- Profesional de Ingeniero Geólogo, al Sr. Ing. José Refugio Acevedo Arroyo. Así mismo el Tema propuesto para el mismo es:

"RECONOCIMIENTO GEOHIDROLOGICO DEL VALLE DE LORETO, ZAC.".

TEMARIO:

- I.- INTRODUCCION.
- II.- GENERALIDADES.
- III.- GEOLOGIA GENERAL.
- IV.- GEOHIDROLOGIA.
- V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.
- 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 Exámen Profesional.

A t e n t a m e n t e.

" MODOS ET CUNCTARUM RERUM MENSURAS AUDEBO ".

EL DIRECTOR DE LA ESCUELA.
Maximino Torres Silva
ING. MAXIMINO TORRES SILVA.

I N D I C E

I.- INTRODUCCION.	Pág.
1.1.- Prólogo	1
1.2.- Objeto del estudio	2
1.3.- Método de trabajo	3
1.4.- Agradecimientos	4
II.- GENERALIDADES.	
2.1.- Localización	6
2.2.- Extensión y forma	7
2.3.- Vías de comunicación	7
2.4.- Clima y vegetación	8
III.- GEOLOGIA GENERAL.	
3.1.- Fisiografía	11
3.2.- Geomorfología	11
3.3.- Geología general	12
3.4.- Estratigrafía	14
3.5.- Geología estructural	22
3.6.- Geología histórica	23
IV.- GEOHIDROLOGIA.	
4.1.- Definición y consideraciones preliminares	26
4.2.- Aprovechamientos superficiales	27
4.3.- Aprovechamientos subterráneos	29

4.4.- Unidades geohidrológicas	31
4.5.- Calidad de las aguas	34
V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	
5.1.- Conclusiones	35
5.2.- Recomendaciones	36
BIBLIOGRAFIA.	38

I - INTRODUCCION

1.1.- Prólogo.

Una de las causas que han permitido al hombre establecerse de una forma sedentaria y abandonar su vida nómada, es el AGUA; en un principio para fijar sus poblaciones buscó las orillas de los lagos y ríos por razones obvias.

Lógicamente los aprovechamientos hidráulicos en esa época, eran esencialmente naturales y no existía aún una explotación razonada ni basada en principios.

En cuanto las necesidades crecieron, las técnicas y procedimientos fueron mejorando, abandonando cada vez más su empirismo, hasta llegar a constituir la ciencia denominada HIDROLOGIA.

Refiriéndose concretamente a la investigación del agua del subsuelo, no se podría citar una fecha exacta que marcara el inicio de los estudios en esa rama, no obstante para dar una idea aunque vaga de tal fecha, recordaremos que Tolman en su libro GROUND WATER publicado en el año 1937 describe los grandes túneles subterráneos que para captar el agua (a manera de norias) fueron excavados en Persia y Egip-

to en el año 800 A.C. y que Longwell y Flint en su libro -- GEOLOGIA FISICA publicado en 1965 citan a un Arquitecto Romano de los tiempos de Cristo, llamado Marcus Vitruvius, quién en su tratado sobre acueductos y abastecimiento de agua dió una gran aportación al establecer una teoría valedera; al explicar que el agua de los manantiales, provenía del agua de las lluvias, que se infiltraba en las montañas y corría bajo ellas a lo largo de estratos permeables para aflorar en su base.

La afirmación de Vitruvius, aunque era verdadera fué solamente cualitativa y no fué sino hasta el siglo-XVII cuando el físico francés Pierre Perrault (1608 - 1680)-llevó a cabo la primera investigación cuantitativa, al medir la precipitación media anual y el escurrimiento medio anual sobre una parte de la Cuenca del Sena, observando que la precipitación en dicha área había sido seis veces mayor que la descarga del río.

Otros precursores de la misma época fueron el físico francés Edmé Mariotte (1686) y el astrónomo Inglés - Edmund Halley (1652 - 1752), ambos confirmaron lo anterior--mente dicho por Perrault.

1.2.- Objeto del estudio.

La principal razón por la cual se llegó a la-

realización del presente estudio, fue la necesidad e importancia de conocer las condiciones hidrológicas actuales del Valle de Loreto, para así integrarlo al estudio de las zonas áridas y semiáridas que con una visión futurista está realizando la Secretaría de Recursos Hidráulicos a través de la Dirección de Geohidrología y de Zonas Áridas, para de esta manera tratar de satisfacer la tremenda demanda del preciado líquido que existe en estas regiones.

1.3.- Método de trabajo.

La realización de este trabajo se inició con la recopilación de datos disponibles, lo cual sirvió de antecedente, para después efectuar una serie de visitas a la zona que nos sirvieran como base para lograr un conocimiento general de la misma.

Una vez obtenidos e interpretados los datos de campo, se procedió a trabajar en el gabinete en la elaboración de mapas y chequeo de los mismos.

Debido a que un estudio geohidrológico integral implica amplios conocimientos en varias ramas de la Hidráulica y no siendo las pretensiones de este trabajo desarrollar un estudio integral, se optó por concretarse a exponer los puntos necesarios con los cuales podamos obtener un panorama general de las condiciones del valle.

1.4.- Agradecimientos.

Agradezco infinitamente a mis Padres, de quienes me siento orgulloso, el esfuerzo y sacrificio realizado, así como el apoyo incondicional para lograr mi realización - como profesionista.

A mi esposa Sarah, por sus desvelos y sacrificios que trajo consigo de una forma implícita la realización de este trabajo.

Al C. Ing. Javier Banderas Valencia, Gerente-
General de la Secretaría de Recursos Hidráulicos en el Estado, por el estímulo y apoyo que siempre nos ha brindado.

Al C. Ing. Jorge E. Alvarado Ortuño, Subdirector de la Dirección de Geohidrología y de Zonas Aridas, por la oportunidad brindada de trabajar en esta Dependencia.

Al C. Ing. Jorge Antonio Trujillo Candelaria, Jefe del Departamento de Geohidrología de la Dirección de -
Geohidrología y de Zonas Aridas, por la asignación que me -
dió para trabajar en este Estado, así como por sus innumerables consejos.

Al C. Ing. Guillermo Martínez Garza, Residente de Geohidrología y de Zonas Aridas en el Estado, por las-

facilidades brindadas, así como por su ayuda para la resolu-
ción de los problemas que se presentaron en la elaboración -
del presente estudio.

Al C. Ing. Sergio Alemán González, por las su-
gerencias brindadas.

Al C. Ing. José R. Acevedo Arroyo, por su ayu-
da incondicional y asesoría en la dirección de este trabajo,
así como al cuerpo de maestros y sinodales nominados para re-
visar y calificar el presente estudio en el que contribuye--
ron con sus acertadas sugerencias.

A todos y cada uno de mis Maestros que inter-
vinieron de una forma directa en mi formación.

Doy también mi agradecimiento a todos mis com-
pañeros que laboran en la Residencia de Geohidrología y de -
Zonas Áridas en el Estado, por la ayuda que me brindaron en-
la recolección de datos.

Asímismo a todas aquellas personas que propor-
cionaron sugerencias y colaboraron de una forma material en-
la preparación del presente.

Quiero también hacer un reconocimiento públi-
co a la Secretaría de Recursos Hidráulicos ya que gracias a-
los datos aportados por ella se realizó el presente trabajo.

II - GENERALIDADES

2.1.- Localización.

El Valle de Loreto, está situado en el extremo Sureste del Estado de Zacatecas, abarcando también una pequeña porción del Noreste del Estado de Aguascalientes. Queda comprendido dentro de la jurisdicción de los Municipios de Loreto, Noria de Angeles y Villa González Ortega, Zac., así como una parte del Municipio de Asientos, Ags.

Dentro del valle, la mayor concentración de habitantes se encuentra localizada en las cabeceras de los Municipios antes mencionados y en algunos otros poblados como son Tierra Blanca, Maravillas y Saucedá de Mulatos, además existen algunas rancherías y fincas aisladas.

El área, con una altitud promedio de 2,000 m.s.n.m., queda comprendida entre las siguientes coordenadas geográficas aproximadas:

Latitud Norte	22 ^o 15' y
	22 ^o 30'
Longitud al W de Greenwich	101 ^o 55' y
	102 ^o 05'

ESTADO DE COAHUILA

ESTADO DE DURANGO

ESTADO DE SAN LUIS POTOSI



ESTADO DE AGUASCALIENTES

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI ESCUELA DE INGENIERIA TRABAJO RECEPCIONAL MANUEL G. FOYO MEJIA
RECONOCIMIENTO GEOHIDROLOGICO DEL VALLE DE LORETO, ZAC.
MAPA DE LOCALIZACION
SAN LUIS POTOSI S.L.P. 1976

2.2.- Extensión y forma.

....7

Situada en el Sureste del Estado de Zacatecas, el área posee una extensión aproximada de 800 Kms², en donde el parteaguas, constituido por las Sierras de Tepezalá, La Saucedá, San Marcos y Lomerío Real de Angeles, así como por algunas lomas aisladas, observa un rasgo morfológico triangular burdamente formado y puede considerarse como parte del sistema hidrológico del río San Pedro o Aguascalientes.

2.3.- Vías de comunicación.

En el área existen solamente vías de comunicación terrestre como son ferrocarril, carreteras, terracerías y brechas.

El ferrocarril en su tramo San Luis Potosí-Salinas-Aguascalientes, atraviesa al Valle longitudinalmente con una dirección NE-SW, siendo Loreto la única estación ubicada dentro de él.

Su comunicación más directa es por la carretera Aguascalientes-Loreto, ahora bien, partiendo de Zacatecas, su acceso es más largo y complicado y es el siguiente: Zacatecas-Luis Moya, de ahí se parte por la carretera a Pabellón hasta la desviación a Tepezalá, la cual se toma hasta llegar a San Gil y continuar hasta Loreto, todo el recorrido posee una extensión de 120 Kms. aproximadamente.

La principal terracería que comunica al Valle es la que conduce a Pinos y une los poblados de La Blanca, - Villa González Ortega, Noria de Angeles, Villa Hidalgo y Pinos. Además existen otras terracerías secundarias y varias brechas.

2.4.- Clima y vegetación.

El clima, como conjunto de los caracteres atmosféricos que distinguen a una región, es muy importante en cualquier estudio geológico o geohidrológico de la misma, ya que influye en una forma directa en su potencialidad hidrológica e interviene en la erosión, por tal motivo, a continuación haremos un balance del clima en el Valle de Loreto.

De acuerdo con la clasificación de STRETTA Y MOSIÑO, está considerado el clima como semiárido alto; sin embargo, es una de las regiones menos áridas del Estado de Zacatecas.

Puesto que en la zona sólo existe una estación climatológica, ubicada en Loreto desde 1963, nos concretaremos a ella para hacer un balance sobre temperatura y precipitación, y para la evaporación nos basaremos en la de Tepezalá que es la más próxima y la que poseé temperaturas similares.

2.4.1.- Temperatura: La temperatura media anual registrada es de 18°C. considerándose alta en los meses de Mayo a Septiembre que es cuando se registra la máxima de 39°C., y baja de Noviembre a Marzo, con una temperatura mínima de 6°C.

2.4.2.- Precipitación: La precipitación media anual registrada es de 506 mm., siendo en el periodo de Junio a Septiembre cuando se tiene el mayor volumen de lluvia en el año y Agosto el mes de mayor precipitación con una media de 119 mm., y una máxima de 161 mm. Es en esta época cuando se pueden esperar las mayores recargas por infiltración a lo largo de los cauces que cruzan el Valle.

Evaporación: La evaporación excede durante todo el año a la precipitación y es el periodo de Marzo a Agosto en el que ocurre con mayor fuerza.

La evaporación media anual en la estación de Tepezalá es del orden de 605 mm.

Vegetación: La vegetación está caracterizada por la presencia de gobernadora, maguey, biznaga y palma chica principalmente, así como huizaches, pirules y pastos suaves, - pero la planta cuya presencia se encuentra generalizada es el nopal, sobresaliendo la especie de la tuna cardona.

III - GEOLOGIA GENERAL

3.1.- Fisiografía.

La zona estudiada pertenece a la región del - Altiplano Mexicano, estando situada en la porción Meridional de la provincia fisiográfica denominada Meseta Central (Alvarez Jr., 1966), cuyos límites están constituidos por: La Sierra Madre Oriental al Norte y Oriente, la Sierra Madre Occidental al Poniente y la zona de Fosas Tectónicas al Sur.

Localmente, esta provincia presenta elevaciones que van desde 2,010.0 en el valle, hasta 2,500.0 metros sobre el nivel del mar en las partes altas.

En el área afloran rocas sedimentarias del - Cretácico, así como también ígneas intrusivas y extrusivas - del Terciario.

3.2.- Geomorfología.

El Valle de Loreto es una extensa llanura de forma alargada con orientación norte-sur, siendo en este extremo donde sufre un pequeño ensanchamiento; se encuentra li

mitado al Oeste por las Sierras Tepezalá y Sauceda, al Este por el lomerío del Real de Angeles, al Norte por algunas lomas aisladas y altos topográficos de la misma llanura, al SE por la Sierra de San Marcos y al Sur poseé un estrechamiento dado por las estribaciones de las Sierras laterales que es donde se efectúa la salida del flujo superficial.

Los rasgos varían de acuerdo con la constitución de las rocas, presentándose una etapa juvenil donde -- afloran las intrusivas ígneas y una etapa geomorfológica ma- dura donde se encuentran afloramientos de rocas sedimenta- rias (Lomerío Real de Angeles), presentándose estructuras en avanzado estado de erosión.

Los cerros tienen formas arredondadas a sub-- arredondadas, formando un drenaje superficial del tipo den-- drítico, dicho drenaje poseé una mayor densidad en las sie-- rras disminuyendo poco a poco hasta perderse por completo en el valle debido a la infiltración; todos los cauces son de -- régimen torrencial e intermitente y drenan en forma general- hacia el centro del valle, existiendo una sola pequeña sali- da al exterior en su parte Sur la cual comunica con el valle de Chicalote.

3.3.- Geología General.



La región se encuentra constituida por sedi--

mentos marinos calcáreos y calcáreo-arcillosos pertenecien--
 tes al Cretácico Inferior y Cretácico Superior, derrames --
 ígneos de composición riolítica de una edad probable del --
 Plioceno o Pleistoceno, y un cuerpo ígneo intrusivo del Eoceno
 no Oligoceno, dichas edades fueron atribuidas debido a su posi
 ción estratigráfica. Al centro del valle como muestra del-
 Cuaternario, tenemos al aluvión.

Las rocas cretácicas se encuentran aflorando-
 en gran parte de la zona, constituyen principalmente la Siger
 rra de la Sauceda, misma que se manifiesta intrusionada por-
 un cuerpo granítico de considerables dimensiones y la Sierra
 de Tepezalá, ambas localizadas al poniente del valle, mien--
 tras que por el oriente, dan forma al Lomerío del Real de Ange
 les, siendo en esta parte donde se presentan más erosionada
 das. Estas rocas se muestran plegadas y fracturadas, estando
 en ocasiones cubiertas por una capa de caliche cuyo espesor-
 varía.

Las rocas extrusivas se encuentran supraya--
 ciendo a las calizas, los afloramientos se observan diseminad
 os por todo el valle, en ocasiones se aprecian formando lome
 ras aisladas (derrames remanentes), siendo al Sur y SE donde
 los afloramientos se generalizan manifestándose en forma de-
 derrames que dan origen a capas sucesivas de lavas riolítica
 cas, encontrándose ligeramente inclinadas hacia el poniente-

en Tepezalá donde forman un conjunto de laderas escalonadas, mientras que por la Sierra de San Marcos se encuentran frac-turadas e inclinadas con dirección al Valle.

Estas rocas en algunas áreas presentan matriz fanerítica, pero se encuentran más generalizadas las que pre-sentan una matriz afanítica, en la que apenas se perciben - los cristales de feldespatos.

En el valle y como relleno del mismo, se en--cuentra el aluvión el cual presenta de la periferia hacia el centro, una gradación en su granulometría que va de gravas a limos arcillosos.

3.4.- Estratigrafía.

Las unidades estratigráficas que afloran en - el área se describirán empezando por la de edad más antigua- siguiendo la nomenclatura geológica de la región.

C R E T A C I C O I N F E R I O R

FORMACION CUESTA DEL CURA

Esta formación fue descrita por Imlay en 1936, designando como localidad tipo la porción Occidental de la -

Sierra de Parras (6.5 Kilómetros al W de Parras, Coah.). La describe como una caliza de color gris oscuro a negro, compacta, en estratos medianos a gruesos, con estratificación ondulante y abundantes capas delgadas y lentes de pedernal negro. En muchos lugares contienen capas lajosas de caliza arcillosa y lutita con tintes de color rojo violeta debido al intemperismo.

En el área de estudio la Formación Cuesta del Cura aflora en la parte alta del Lomerío Real de Angeles, así como en la Sierra de Tepezalá y en la Saucedá. Todos estos afloramientos consisten en una caliza microcristalina de color gris a gris oscuro en capas de 5 a 30 cms. de espesor, con estratificación ondulante, con capas y lentes de pedernal negro con espesores de 2 a 5 cms., encontrándose en el miembro superior de la formación una caliza arcillosa.

Los rasgos principales para diferenciar esta formación son: La estratificación ondulante de sus capas, la abundante presencia de pedernal negro y la interestratificación de calizas arcillosas en el miembro superior.

El espesor de esta formación no se pudo medir debido a que no se observó el contacto inferior con la formación subyacente, sin embargo puede asignársele un espesor promedio de 150.0 metros (Aleján, 1975).

Los fósiles índice son amonitas y algunos gasterópodos que corresponden a una edad del Albiano al Cenomaniense, misma que se le atribuye a la Formación Cuesta del Cura.

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; constituyendo el equivalente infranerítico de la Formación Aurora.

C R E T A C I C O S U P E R I O R

FORMACION INDIDURA

Existen varios estudios de esta formación; Kelly (1936) fué el primero en describirla, siendo su localidad tipo la región de Delicias, Coah., en el flanco oriental del Cerro de La Indidura, lugar donde afloran 30.0 metros de lutita, calizas resquebrajadas y calizas lajosas 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 el área la formación consta de calizas arcillosas en espesores de 10 a 20 cms. de espesor, intercaladas con lutitas calcáreas y limolitas en capas delgadas, se encuentra aflorando en las laderas de la Sierra de Tepezalá, Lomerío Real de Angeles y La Sauceda, siendo en estas dos últimas donde se manifiesta metamorfoseada y mineralizada.

A esta formación por sus características litológicas, posición estratigráfica y fauna contenida se le asigna una edad del Turoniano.

La Formación Indidura a la que se le adjudica un espesor de 180.0 metros (Alemán, 1975), se correlaciona con la Formación Agua Nueva de la Cuenca sedimentaria Tampico-Misantla y con la Soyatal de la Plataforma Valles-San Luis Potosí.

FORMACION CARACOL

Imlay (1937) fue quien describió a la Formación Caracol, en la Sierra de San Angel, al E de la Sierra de Parras, Coah.; los afloramientos consisten en capas de tobas devitrificadas, lutitas y calizas que se encuentran suprayaciendo a la Formación Indidura, con un espesor de más o menos 300.0 metros.

La presente formación está constituida por una alternancia de lutitas y areniscas. Las areniscas son calcáreas de color verde olivo que al intemperizarse adquieren un color amarillento ocre, presentándose en estratos de 5 a 30 cms. de espesor con capas aisladas de caliza. Las lutitas son gris oscuro a negro y por intemperismo adquieren un color gris amarillento; es característico el tipo de fracturamiento en fragmentos alargados y angulosos, con espesores de 5 a 20 cms.

Las areniscas están clasificadas como arcosas, compuestas principalmente por granos angulosos a subredondados de cuarzo hasta 1 mm. así como fragmentos de feldspatos, constituida además por biotita en forma de escamas, fragmentos angulosos de vidrio, óxido de fierro, arcilla y ocasionalmente cristales de cuarzo y calcita sellando fracturas.

La formación aflora principalmente en el área de Villa González Ortega y Noria de Angeles estando cubierta en ocasiones por una capa de caliche, a esta formación se le calcula un espesor aproximado en el área de 300.0 metros.

La unidad es poco fosilífera, pueden encontrarse fragmentos de pelecípodos, gasterópodos y algunos foraminíferos, que en algunos casos no son muy efectivos para-

la determinación de edad; pero considerando su posición es-
tratigráfica y características litológicas, se le asigna --
edad del Coniaciano al Santoniano.

Esta formación se correlaciona con la San Fe-
lipe, que aflora en la Cuenca Tampico-Misantla.

T E R C I A R I O

ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS

En el Valle de Loreto, se encuentra aflorando un intrusivo de composición granítica, el cual debido a sus características dimensionales puede ser clasificado como un "STOCK" teniendo como roca encajonante a las calizas, habiendo ocasionado en ellas metamorfismo de contacto y algunas - áreas mineralizadas.

Dicho afloramiento se encuentra constituido - de una roca masiva de color gris claro, misma que contiene - cuarzo en abundancia, así como ortoclasa y en menor cantidad plagioclasa, biotita y hornblenda.

Su textura es del tipo granular hipidiomórfi-
ca, presentando gran crecimiento de fenocristales en una ma-
triz fanerítica.

Este cuerpo intrusivo aflora en la Sierra de La Saucedá y se le asigna una edad del Eoceno-Oligoceno.

ROCAS IGNEAS EXTRUSIVAS

En lo que concierne a rocas ígneas extrusivas únicamente afloran en el área riolitas y tobas riolíticas, - siendo de mayor envergadura los afloramientos del Sur y Su--reste del Valle, donde llegan a constituir casi en su totalidad la Sierra de San Marcos y parte de la de Tepezalá.

Las riolitas poseen un color que va del gris-rosáceo a café claro, en algunas áreas presentan gran cantidad de fenocristales llegando a constituir una matriz fanerítica, en otras, apenas se perciben los cristales de feldespatos, distinguiéndose por su abundancia las ortoclasas, pre--sentando una matriz casi afanítica.

En las Sierras de San Marcos y Tepezalá for--man mesetas o laderas escalonadas siendo posiblemente derrames de fisura, en donde la emisión de las lavas fue de tipo-fluidal. Mientras que en el resto del valle se aprecian for--mando lomas aisladas (derrames remanentes).

Asociadas con las riolitas se encuentran las-tobas riolíticas de color gris claro a gris rosado teniendo-variaciones en su capacidad.

Ambas rocas en la mayor parte del área se ma-
nifiestan fracturadas.

Dadas sus características litológicas y su po-
sición estratigráfica se les asigna edad del Plioceno-Pleis-
toceno.

C U A T E R N A R I O

ALUVION

El material aluvial, representante del Cuater-
nario lo tenemos como relleno en las partes bajas del valle-
y su espesor es variable, calculándose para el área un espe-
sor aproximado de 60.0 metros.

Su composición varía desde gravas hasta arcí-
llas, presentándose de naturaleza más arcillosa en el centro
del valle.

En algunas áreas, como es en el flanco orien-
tal de la Sierra de La Sauceda pueden observarse rellenos ca-
racterísticos de abanicos aluviales compuestos principalmen-
te por gravas con clásticos angulosos a subarredondados de -
tamaños variables y en menor cantidad arenas, limos y arcí--
llas.

3.5.- Geología Estructural.

Las principales estructuras que se encuentran en el área estudiada consisten en anticlinales, siendo el más representativo de ellos el anticlinal de Tepezalá que forma la Sierra del mismo nombre y se encuentra situado al SW del Valle constituyendo el límite o parteaguas del mismo. Dicho anticlinal posee un rumbo general aproximado de N15W y en él afloran la Formación Cuesta del Cura en el núcleo y la Formación Caracol en los flancos.

Además del anticlinal antes mencionado es también importante el anticlinal de Saucedá de Mulatos que da origen a la Sierra de La Saucedá y posee también una dirección sensiblemente Norte-Sur, dicho anticlinal se manifiesta intrusionado por un cuerpo granítico de considerables dimensiones (probablemente un STOCK), mismo que a ocasionado metamorfismo de contacto en las rocas encajonantes y ha dado origen a pequeñas fallas. En esta Sierra aflora la columna estratigráfica a partir de la Formación Cuesta del Cura y al igual que la anterior, está situada en el límite Occidental del Valle.

Estos plegamientos posiblemente fueron originados por la Revolución Laramide, que se efectuó a fines del Cretácico y principios del Terciario y la presencia de las -

formaciones descritas con anterioridad, la disposición de -
unas con respecto a las otras, la igualdad de los materiales
que intervienen en su composición y los datos existentes de-
la fisiografía del terreno así como de su estratigrafía nos-
permiten deducir que la separación que existe entre estos se
dimentos y los que afloran en el Lomerío del Real de Angeles
es solamente superficial, siendo por el subsuelo del Valle -
donde presentan una continuación.

Además de las estructuras mencionadas se en--
cuentran otras de menor importancia a lo largo del Valle, al
gunas de ellas se encuentran cubiertas por el aluvi6n o bien
por las rocas ígneas extrusivas de edad más reciente que los
plegamientos, por lo que se dificulta su interpretación.

En casi toda la zona las rocas sedimentarias-
presentan fracturamiento y algunas fallas pudiendo deducirse
que hayan sido producidas por efectos de la Revolución Lara-
mide, siendo estas fracturas las que dieron lugar a la ex- -
trusión de rocas ígneas.

3.6.- Geología Hist6rica.

A fines del Jurásico principi6 la formación -
del Geosinclinal Mexicano, siguiendo a manera de una faja la
parte exterior de la Península de Coahuila. Esta Península -

constituyó un antepaís que fué una de las principales fuentes de origen para los sedimentos del Jurásico Superior y Cretácico Inferior. Posteriormente los sedimentos del Cretácico Superior se depositaron en mares de poca profundidad a partir de una masa estable hacia el Poniente de la Península de Coahuila.

Durante el Cretácico Inferior existieron mares someros de aguas claras que permitió la depositación de los sedimentos de la Formación Cuesta del Cura en un ambiente batial durante el Albiano y parte inferior del Cenomaniano, en esta formación, los movimientos del fondo marino originaron la estratificación ondulante característica de ella. Por la amplia distribución que tiene esta formación nos indica que prevalecieron condiciones similares en el Norte y Centro de México.

Al inicio del Cretácico Superior se nota un cambio en el suministro de sedimentos predominando los clásticos. Imlay (1936; p. 1,131), sugiere que estos sedimentos provinieron de una masa continental situada al Occidente, la cual debió emerger en el Cenomaniano. El depósito de la Formación Indidura constituye un depósito cíclico de tipo flysch que principió a fines del Cenomaniano continuando hasta el Paleoceno. La Formación Caracol que corresponde a una edad del Coniaciano al Santoniano, prevalecieron las mismas condi

ciones que cuando se depositó la parte superior de la Formación Indidura, depositándose las areniscas debido a un aumento de corrientes de turbidez. A principios del Terciario tuvo lugar el plegamiento del Geosinclinal Mexicano que constituyó la Revolución Laramide y dió por consecuencia la formación de la Sierra Madre Oriental, Muir (1936; p. 140). La erosión de la Sierra Madre produjo grandes abanicos aluviales que rellenaron las grandes cavidades ocasionadas por la orogenia, constituyendo un sedimento de tipo molasse, (que para De Cserna (1956) de este tipo de sedimento está constituida la Formación Ahuichila).

Posteriormente toda el área montañosa sufrió un nuevo disturbio provocado por fuerzas verticales deformando aún más a las rocas sedimentarias. Este período, que fue un período de intrusión sucedió durante el Oligoceno, dando lugar a esfuerzos de tensión provocando fallamientos, originando valles y fosas tectónicas que dejaron al descubierto formaciones de edad más antigua. En el Mioceno y Plioceno hubo un período de actividad volcánica dando como resultado de rramas ígneos de composición riolítica que afloran en el área estudiada. Los sedimentos en los valles y en los abanicos es probable que correspondan al Pleistoceno, Grande López (1968; p. 37), pero lo que sí se ha establecido, es que a partir del Plioceno al Reciente ha imperado un proceso dominante de erosión, más que de depósito.

IV - GEOHIDROLOGIA

4.1.- Definición y consideraciones preliminares.

La Hidrología es el estudio de la etapa del ciclo del agua, que principia con la llegada de ésta a la superficie de la tierra. Ella encierra, por lo tanto, la precipitación pluvial, las aguas superficiales, la evapotranspiración, la infiltración y las aguas subterráneas.

La Hidrología de las aguas subterráneas o Geohidrología comprende el estudio del origen, repartición y escurrimiento del agua en el subsuelo.

Por lo tanto, un tratado completo sobre las aguas subterráneas debe reunir estudios hidrológicos donde intervengan numerosas ciencias como la meteorología, la climatología, la geología, la hidráulica, etc. En este trabajo se encarará el problema concerniente a las aguas subterráneas desde el punto de vista de la Geología, relacionando las estructuras geológicas con la circulación en ellas del agua subterránea, las propiedades físicas de las formaciones como son permeabilidad, porosidad, estructura y espesor de las mismas desde un punto de vista cualitativo, efectuando el análisis del marco geológico del valle en estudio para

integrarlo después a una cuantificación de los recursos del agua subterránea.

Esta posición naturalista no implica que desprecie la contribución esencial que aportan las llamadas ciencias exactas, estando consciente de la necesidad de confrontar la realidad de los hechos observados en este estudio con la metodología matemática y sus conclusiones, dejando esto último para el hidrólogo, para de esta manera poder concluir con un estudio geohidrológico integral del valle.

En capítulos anteriores fueron descritas las condiciones climatológicas, el marco geológico y las estructuras del mismo, ahora, en este capítulo se hará un breve resumen de los aprovechamientos hidráulicos, la calidad de los mismos y una descripción de las unidades geohidrológicas.

4.2.- Aprovechamientos superficiales.

La cuenca superficial está constituida principalmente por dos zonas: La montañosa y el valle. La zona montañosa rodea al valle y sirve como colectora superficial del agua de lluvias, ya que en su mayor parte está constituida por roca impermeable exceptuando el Suroeste donde la riolita se manifiesta muy fracturada y se observa en general poco drenaje superficial, siendo probable que esta zona permita -

la infiltración del agua de lluvia y que posteriormente sirva como una de las fuentes alimentadoras del acuífero del valle.

El valle es alargado de Sur a Norte, siendo - en el Norte donde poseé mayor elevación, sin embargo el drenaje superficial no está claramente definido ya que muchos - de los arroyos se pierden por infiltración antes de formar - una corriente de mayor importancia. Dada su configuración topográfica existe una salida en la parte Sur que comunica hacia el Valle del Chicalote, sin embargo esta salida no es - muy efectiva ya que los pequeños volúmenes de agua que escurren, son interceptados por algunas obras de almacenamiento - que sirven como abrevadero y solo en época de lluvias, que - es cuando se suceden pequeños desbordamientos y los arroyos - presentan mayor caudal, se realiza la salida del flujo superficial hacia el Valle del Chicalote. Es en esta época del - año, cuando el agua escurrida de la montaña se concentra en - algunas áreas de inundación como son en la región de El Prieto, Hidalgo y Tierra Blanca, así como en la Laguna La Estrella situada al SE de Estancia de Animas; estas aguas de inundación tardan luego bastante tiempo en desaparecer, quizá debido a la poca permeabilidad de la capa superficial del suelo.

Los aprovechamientos superficiales son de poca monta, la mayoría se encuentran constituidos por pequeñas represas o bordos de almacenamiento que son utilizados con fines domésticos y de abrevadero, como son las represas San Blas, El Alamo, La Tinaja y El Tepetate y los bordos de Jarillas, La Vieja, Ave María, Loma Larga, Guadalupe y Rincón Grande.

En el arroyo de San Marcos se construyó la presa del mismo nombre, cuya capacidad es de 7 millones de M^3 y fué proyectada inicialmente para regar una superficie de 500.0 Has.; sin embargo, el ambalse no se ha llenado desde su construcción, lo que puede ser debido a que sufre pérdidas por estar en la zona de riolita fracturada, o bien por que el escurrimiento del arroyo fué menor que el esperado.

4.3.- Aprovechamientos subterráneos.

Hasta hace aproximadamente unos 30 años, el aprovechamiento de las aguas subterráneas en el valle de Loreto, estaba unicamente restringido a pequeñas extracciones para uso doméstico mediante la excavación de norias poco profundas, posteriormente cuando los medios de extracción fueron superados se tuvo un auge tremendo en la explotación de las aguas subterráneas con el fin de incorporar la región al desarrollo agrícola a base de riego por bombeo.

De acuerdo con los datos del censo elaborado por INGESA (1970), el cual fué actualizado para el presente estudio, es hacia la década de los años 50 cuando se incrementa el desarrollo del valle mediante la perforación de pozos profundos equipados con bombas eléctricas y de combustión interna. En la actualidad el número de aprovechamientos subterráneos existentes es de 452, de los cuales 423 son de uso agrícola y se encuentran en operación equipados convenientemente, 20 de uso doméstico y 9 se encuentran fuera de uso.

En ellos, puede observarse que las profundidades promedio oscilan entre los 50.0 y 135.0 metros, siendo más frecuentes entre los 25.0 y 75.0 metros, los niveles estáticos entre los 17.0 y 35.0 metros y se han obtenido gases promedio de 31.5 l.p.a.

El área donde se encuentran concentrados el mayor número de aprovechamientos es en el centro y sur del valle, y de acuerdo al plano de configuración de niveles elaborado por INGESA (1970) es probable que el flujo subterráneo coincida con el superficial y que se realice hacia el centro y sur del valle.

En el área de estudio, la Residencia de Geohidrología y de Zonas Áridas en el Estado, ha realizado cuatro

perforaciones y ha supervisado otras cuatro por medio de un asesoramiento prestado a la Compañía EXPLDMIN, S.A.

Los cortes litológicos obtenidos en estas perforaciones nos permiten evidenciar la presencia de dos acuíferos: Uno libre, que es el que se está explotando en la mayoría de las perforaciones y otro confinado constituido por un conglomerado que presenta variantes en compactación y que se encuentra subyaciendo a la riolita.

(Se anexa tabla con los datos generales de las perforaciones)

4.4.- Unidades geohidrológicas.

En el presente trabajo, se considerará como unidad geohidrológica a un conjunto de rocas que tienen las mismas características de permeabilidad y un funcionamiento hidráulico similar, tomando en cuenta que estén comprendidas en el mismo sistema geohidrológico.

Dentro de estas unidades geohidrológicas existen las positivas, que son aquellas consideradas como acuíferos y tienen la capacidad de contener el agua dejándola fluir a través de ellas; las negativas son, o bien impermeables, o funcionan como acuífugos o acuícludos trabajando como barreras regionales o locales al flujo del agua en las formaciones permeables.

**PERFORACIONES REALIZADAS POR LA RESIDENCIA
DE GEOHIDROLOGIA Y DE ZONAS ARIDAS
EN EL VALLE DE LORETO, ZAC.**

POZO CLAVE	COORDENADAS	PROF. (m.)	N.E. (m.)	N.D. (m.)	GASTO (l.p.s.)	OBSERVACIONES
PZL-1 Sn. Marcos	22° 16' 101° 59'	161.20	28.75	48.94	58.00	
PZVGO-61 Cerrito del Agua	22° 30' 102° 02'	234.1	33.09	85.05	17.62	
PZOC-69 Pastoria	22° 27' 102° 02'	152.7	40.82	81.16	50.50	
PZAC875-84 Estancia de Animas	22° 29' 30" 101° 59' 20"	150.8	41.99	89.10	9.39	
EXPLOMIN 1	22° 23' 101° 58' 40"	120.0				Resultado negativo, no se le dio terminacion
EXPLOMIN 2	22° 23' 101° 59' 30"	263.0	28.85	83.90	86.30	
EXPLOMIN 3	22° 23' 45" 101° 59' 30"	200.5	27.41	79.07	81.75	
EXPLOMIN 4	22° 24' 101° 59' 50"	224.5	30.28	59.55	102.06	

En las rocas podemos encontrar dos tipos de permeabilidad: La generalizada que es aquella que existe en acuíferos de medios granulares y que se extiende teóricamente a través de toda la formación geológica y el flujo es laminar. Este tipo de permeabilidad se puede considerar primario debido a que se formó simultáneamente con la roca. La otra permeabilidad que se puede encontrar es la localizada, que es la que existe en formaciones compactas pero con fracturas o conductos de disolución (en el caso de rocas calizas que permiten el paso del agua produciendo un flujo turbulento) y se puede considerar secundaria ya que aparece después de la formación de la roca y es producida por fenómenos tectónicos, químicos o físicos.

De acuerdo con las características geohidrológicas de las rocas aflorantes en la zona de estudio, se pueden agrupar en unidades geohidrológicas de manera conveniente como sigue para simplificar su manejo:

UNIDAD CRETACICO INFERIOR (Formación Cuesta del Cura). Esta unidad queda definida por su permeabilidad localizada en conductos de disolución y es considerada como unidad productora en áreas locales donde presenta huellas de disolución, sin embargo en el área de estudio no se le da importancia debido a la poca monta de sus afloramientos y a que éstos existen en las partes altas y sin presentar gran cantidad de conductos de disolución.

UNIDAD CRETACICO SUPERIOR. Se agrupan en esta unidad las formaciones Indidura y Caracol y 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 evidenciada pero en base a los resultados obtenidos en las perforaciones realizadas se le asigna de media a alta permeabilidad.

UNIDAD DE ROCAS EXTRUSIVAS DEL TERCIARIO. En esta unidad se agrupan los derrames riolíticos localizados en la zona y se caracterizan por tener de nula a baja permeabilidad y es producida por fracturamiento.

UNIDAD DE LOS MATERIALES CLASTICOS DEL CUATERNARIO. En el área estudiada los clásticos continentales del cuaternario tienen un papel primordial, debido a que es en éstos donde se localizan la mayoría de las perforaciones en la zona. Esta unidad se caracteriza por su alta permeabilidad y por su extensión y espesor considerables.

4.5.- Calidad de las aguas.

En la evaluación de los recursos hidráulicos-subterráneos, la calidad del agua reviste una importancia relativamente igual a la cantidad de la misma ya que para ser-utilizada debe de cumplir con ciertos requisitos, que depen-den de la aplicación específica que se le piense dar.

En el valle de Loreto, la calidad del agua no representa ningún problema para su uso ya que en base a los-análisis químicos realizados se observa que en general es de buena calidad debido a que la cantidad de sólidos totales disueltos en las muestras de agua obtenidas presentan valores-entre 150 y 850 p.p.m. encontrándose los valores más bajos - en la periferia del valle mientras que las conductividades - oscilan entre 455 y 1,330 micromhos, y el P.H. alrededor de-7.2 a 8.0.

V - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.- Conclusiones.

- 1.- El Valle de Loreto es una extensa llanura de rellenos aluviales con una superficie aproximada de 800.0 Km² - limitada por altos topográficos de la misma llanura y por sierras y lomeríos constituidos por rocas sedimentarias e ígneas.
- 2.- El acuífero formado por los aluviones que rellenan la depresión, actualmente está siendo explotado por medio de pozos, concentrándose la zona de mayor explotación en una área aproximada de 190.0 Km² localizada en la parte sur del valle.
- 3.- El acuífero confinado, aunque aún no está bien evidenciado abre nuevas perspectivas para la explotación de aguas subterráneas.
- 4.- De acuerdo al censo elaborado por INGESA y a la información proporcionada por los propietarios de pozos, se observa que ya existe una sobreexplotación ya que los niveles estáticos han sufrido en general abatimientos hasta de más de 10.0 metros en los últimos 15 años, -

siendo la parte sur donde el problema presenta proporciones mayores.

5.- En base al resultado de los análisis químicos, la calidad del agua en el valle de Loreto satisface las normas requeridas para uso agrícola.

5.2.- Recomendaciones.

1.- Incrementar los estudios en la zona hasta lograr la elaboración de un modelo hidrológico que nos dé a conocer el comportamiento exacto de los mantos.

2.- Realizar observaciones piezométricas y llevar un control hidrométrico, por un período de tres años como mínimo para observar el descenso en los niveles y llevar un control sobre ellos.

3.- De ser posible, se recomienda instalar medidores de volumen en todos los pozos, para que la explotación del acuífero se realice en forma racional y con una distribución más amplia.

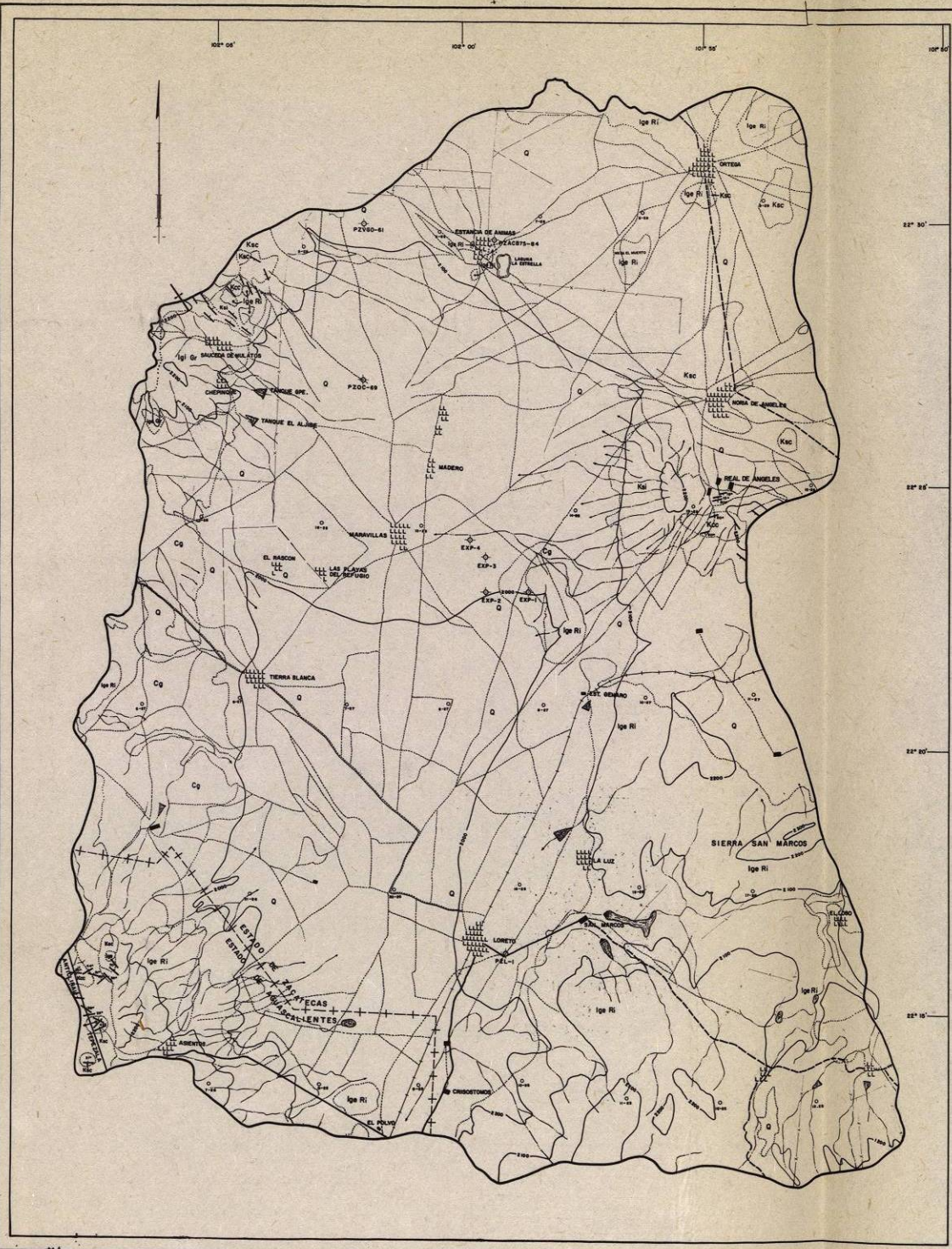
4.- Se realicen estudios del subsuelo por métodos directos (perforaciones) o indirectos (estudios geofísicos) para evidenciar la presencia del acuífero en conglomerados Terciarios.

- 5.- Realizar pruebas de bombeo para obtener los datos necesarios y poder determinar si el acuífero en conglomerados Terciarios es confinado o semi-confinado.

- 6.- Realizar perforaciones de exploración y explotación en la parte situada al norte del valle, ya que las pocas perforaciones realizadas en esa parte presentan buenas características en cuanto a espesor de relleno y caudal de extracción de los pozos.

BIBLIOGRAFIA

- Alemán G., Sergio. 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 de la U.A.S.L.P. 1975.
- Alvarez Jr., Manuel. Apuntes de la clase de Geología de México. Escuela de Ingeniería. U.A.S.L.P. 1966. (inédito)
- Carrasco, Mauro. Apuntes de la materia de Geohidrología. - Escuela de Ingeniería de la U.A.S.L.P. 1973. (inédito).
- Carrasco, Mauro. Apuntes de la materia de Geomorfología. - Escuela de Ingeniería de la U.A.S.L.P. 1973. (inédito).
- INGESA. Estudio Geohidrológico Preliminar del Valle de Loreto, Zac. S.R.H. 1970. (inédito).
- Lahee, Frederic H. Geología Práctica. Trad. Dr. Rafael Candel Vila. 3a. Ed. Barcelona, editorial Omega, 1970. - 856 p.
- Longwell, Chester R. y Flint, Richard F. Geología Física. - 1a. Ed. México, editorial Limusa-Wiley, 1965.
- PETROLEOS MEXICANOS, Departamento Geológico, excursión Geológica No. 3. Planicie Costera del Golfo. Sierra Madre Oriental, Altiplano Mexicano. (inédito).
- Rogers, Cleaves L. y Colaboradores. Reconocimiento Geológico y Depósito de Fosfatos del Norte de Zacatecas y - - Areas adyacentes en Coahuila, Nuevo León y San Luis Potosí. 1a. Ed. México, editorial La Prensa, 1961. 316 p.



LEYENDA

COLUMNA GEOLOGICA

CUATERNARIO	Quaternario	Q
	Cuaternario	Q

K. CARACOL	Kc
K. INDIURA	Ki
K. CUESTA DEL CURA	Kc

ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS	IG
ROCAS IGNEAS EXTRUSIVAS	IE

SIMBOLOS GEOLOGICOS

ECHADO FOTOGEOLOGICO	—X—X—
ECHADO MEDIO (En el campo)	—X—X—
ANTICLINAL	—X—X—

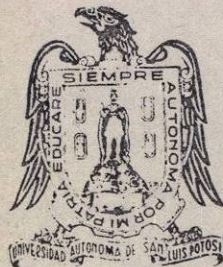
CONTACTO GEOLOGICO	—X—X—
CENTRO DE FOTOGRAFIA	—X—X—

SIMBOLOS TOPOGRAFICOS

RANCHERIA	—X—X—
CARRERA PAVIMENTADA	—X—X—
CARRERA REVESTIDA	—X—X—
CAMINO VECNAL	—X—X—
LIMITE DE ESTADO	—X—X—
ARROYO	—X—X—
LAGUNA	—X—X—
PRESA	—X—X—
BORDO	—X—X—
CURVAS DE NIVEL	—X—X—
FERROCARRIL	—X—X—
P O Z O	—X—X—

NOTA.—Mapa copiado de Petróleos Mexicanos con algunas modificaciones

SISTEMA DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTONOMA
DE
SAN LUIS POTOSI

ESCALA GRAFICA
0 100 200 300 400 500
(EN METROS)

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI
ESCUELA DE INGENIERIA

PLANO GEOLOGICO

TRABAJO RECEPTIONAL

MARCEL S. FOTO NEGA PLANO No. 1 1978

**Esta Tesis se imprimió en Junio de 1976 en los
Talleres de Impresos Offsali-G, S.A., con Oficinas en
Av. de los Poetas No. 340 (Frente a la Ciudad Univer-
sitaria), Tel. 3-04-22 San Luis Potosi S. L. P.**

