



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

ESCUELA DE INGENIERIA

ESTUDIO GEOHIDROLOGICO PRELIMINAR DE LA  
ZONA MOCTEZUMA-VENADO-CHARCAS, DEL  
ESTADO DE SAN LUIS POTOSI

TRABAJO RECEPCIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO GEOLOGO

PRESENTA

*Jesús Ramírez Gordo*



T

GB1032

.S2

R3

C.1





1080072873



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ**

**ESCUELA DE INGENIERIA**

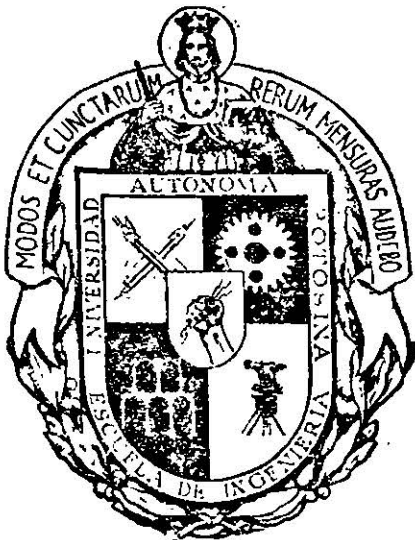
**ESTUDIO GEOHIDROLOGICO PRELIMINAR DE LA  
ZONA MOCTEZUMA-VENADO-CHARCAS, DEL  
ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ**

**TRABAJO RECEPCIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO GEOLOGO**

**PRESENTA**

*Jesús Ramírez Gordo*

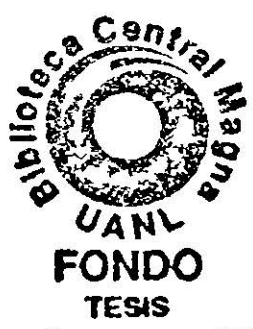


**SAN LUIS POTOSÍ, S. L. P.**

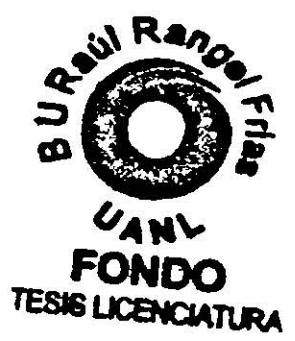
**1987**

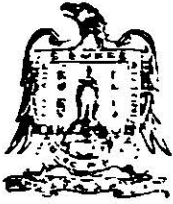


7  
GBL032  
.52  
R3



(72873)





MAYO 20 ' 1985

Al Pasante Sr. Jesús Ramírez Gordo, Presente.

En atención a su solicitud relativa me es grato indicarle a usted que el H. Consejo Técnico Consultivo de la Facultad de Ingeniería ha designado como Asesor del Trabajo Recepcional que deberá desarrollar en su Examen Profesional de Ingeniero Geólogo, al Sr. Ing. Luis Banda Sallas. Así como el Título propuesto para el mismo es;

" ESTUDIO GEOHIDROLOGICO PRELIMINAR DE LA ZONA MOCTEZUMA-VENADO-CHARCAS, DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSI. "

TEMARIO:

- I.- INTRODUCCION
- II.- GENERALIDADES
- III.- ACTIVIDADES DE CAMPO
- IV.- GEOLOGIA
- V.- GEOQUIMICA
- VI.- GEOHIDROLOGIA
- VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- VIII.- 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.

" MODOS ET CUNCTARUM RERUM MENSURAS AUDEBO "

EL DIRECTOR DE LA FACULTAD

ING. JAIME VALLE MENDEZ



CON GRATITUD A DIOS TODO PODEROSO POR ESTAR  
SIEMPRE COMO RAYO DE LUZ EN MI CAMINO.

A LA MEMORIA DE MI PADRE:  
EDUARDO RAMIREZ RUIZ

A MI QUERIDA MADRE:  
ESTELA G. DE RAMIREZ.

CON CARIÑO A MI ESPOSA:  
MA. CONCEPCION MENDEZ DE RAMIREZ

CON CARIÑO A MIS HIJOS:  
JESUS DAVID Y MARISOL.

A MIS HERMANOS:  
EDUARDO  
ESTELITA  
ALEJANDRO  
SERGIO  
MANUEL.

A MIS MAESTROS, A QUIENES SIEMPRE AGRADECERE LAS  
ENSEÑANZAS QUE SIN ESPERA DE RECOMPENSA ME OFRE-  
CIERON:

ING. LUIS BANDA SALAS (Asesor de este trabajo)  
ING. RICARDO GARZA BLANC  
ING. ALEJANDRO R. ALVARADO ORTUÑO  
ING. DAVID ATISHA CASTILLO  
ING. SERGIO GARZA BLANC  
SR. XAVIER SANCHEZ BARRA  
SR. MARCO ANTONIO CERVANTES MARTINEZ.  
SRA. MA. ESTELA MEJIA DE PEREZ

UN TESTIMONIO DE MI AGRADECIMIENTO A MIS AMIGOS QUE DE  
UNA MANERA DIRECTA ME BRINDARON SU AYUDA PARA TERMINAR  
ESTE TRABAJO.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS COMO  
PRUEBA DE MI SINCERA AMISTAD.

JESUS RAMIREZ GORDOA.

## C A P I T U L O I.

|                             | PAGINA |
|-----------------------------|--------|
| I.- INTRODUCCION.           | 1      |
| 1.1.- Prólogo.              |        |
| 1.2.- Antecedentes.         |        |
| 1.3.- Objetivo del Estudio. | 2      |

## C A P I T U L O II.

|  |   |
|--|---|
| II.- GENERALIDADES.                        | 3 |
| 2.1.- Localización.                        |   |
| 2.2.- Vías de Comunicación.                |   |
| 2.3.- Población y Actividades Principales. | 4 |
| a) Población                               |   |
| b) Actividades Principales.                |   |
| 2.4.- Fisiografía.                         |   |
| 2.4.1.- Provincias Fisiográficas.          |   |
| 2.4.2.- Hidrografía.                       | 5 |
| 2.4.3.- Orografía.                         | 6 |
| 2.5.- Geomorfología.                       | 7 |
| 2.6.- Climatología.                        |   |
| 2.7.- Vegetación.                          | 9 |

## C A P I T U L O III.

|   |    |
|---|----|
| III.- ACTIVIDADES DE CAMPO.                                   | 10 |
| 3.1.- Censo de Aprovechamientos Hidráulicos.<br>Subterráneos. |    |
| 3.2.- Lectura de Niveles Estáticos.                           |    |
| 3.3.- Control Hidrométrico.                                   | 12 |
| 3.4.- Recolección de Muestras de Agua.                        |    |
| 3.5.- Reconocimientos Geológicos.                             | 13 |



## C A P I T U L O      I V .

|   | PAGINA |
|---|--------|
| IV.- GEOLOGIA.                                |        |
| 4.1.- Rocas                                   | 14     |
| 4.2.- Estratigrafía.                          |        |
| 4.2.1.- Descripción Cronológica de las rocas. |        |
| 4.3.- Geología Estructural                    | 23     |
| 4.4.- Geología Histórica.                     | 24     |

## C A P I T U L O      V .

|   |    |
|---|----|
| V.- HIDROGEOQUIMICA.                      | 26 |
| 5.1.- Muestreo y Análisis de agua.        |    |
| 5.2.- Características Químicas del Agua.  |    |
| 5.3.- Clasificación del Agua.             | 28 |
| 5.4.- Calidad del Agua para uso agrícola. |    |

## C A P I T U L O      V I .

|  |    |
|--|----|
| VI.- GEOHIDROLOGIA.                                | 29 |
| 6.1.- Piezometría.                                 |    |
| 6.2.- Comportamiento Hidrogeológico.               |    |
| 6.3.- Unidades Hidrogeológicas.                    | 30 |
| 6.3.1.- Definiciones.                              |    |
| 6.3.2.- Clasificación de Unidades Hidrogeológicas. | 31 |

## C A P I T U L O      V I I .

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. | 34 |
|---------------------------------------|----|

## C A P I T U L O      V I I I .

|                      |    |
|----------------------|----|
| VIII.- Bibliografía. | 37 |
|----------------------|----|

## INDICE DE TABLAS

TABLA No. 1 CORRELACION ESTRATIGRAFICA CAPITULO IV

TABLA No. 2 RESULTADO DE LOS ANALISIS QUIMICOS DEL AGUA CAPITULO V.



## INDICE DE FIGURAS

|           |              |   |
|-----------|--------------|---|
| FIGURA 1  | CAPITULO II  | PLANO DE LOCALIZACION.  |
| FIGURA 2  | CAPITULO II  | VIAS DE COMUNICACION  |
| FIGURA 3  | CAPITULO II  | PROVINCIAS FISIOGRAFICAS  |
| FIGURA 4  | CAPITULO II  | FIGURA DE ISOYETAS E ISOTERMAS                                  |
| FIGURA 5  | CAPITULO II  | GRAFICAS DE TEMPERATURAS Y PRECIPITACION (Moctezuma)            |
| FIGURA 6  | CAPITULO II  | GRAFICAS DE TEMPERATURAS Y PRECIPITACION (Venado)               |
| FIGURA 7  | CAPITULO II  | GRAFICAS DE TEMPERATURAS Y PRECIPITACION (Charcas)              |
| FIGURA 8  | CAPITULO III | FORMA DE CAMPO PARA CENSO DE APROVECHAMIENTOS                   |
| FIGURA 9  | CAPITULO III | TARJETAS CALENDARIO.  |
| FIGURA 10 | CAPITULO III | FORMA PARA IDENTIFICACION DE MUESTRAS DE AGUA                   |
| FIGURA 11 | CAPITULO V   | DIAGRAMA TRIANGULAR PARA CLASIFICACION DE AGUAS<br>SEGUN PIPER. |
| FIGURA 12 | CAPITULO V   | RESULTADOS DE LA CLASIFICACION ZONA MOCTEZUMA                   |
| FIGURA 13 | CAPITULO V   | RESULTADOS DE LA CLASIFICACION ZONA VENADO                      |
| FIGURA 14 | CAPITULO V   | RESULTADOS DE LA CLASIFICACION ZONA CHARCAS                     |
| FIGURA 15 | CAPITULO VI  | SECCION GEOLOGICA TRANSVERSAL.                                  |

## INDICE DE PLANOS

- PLANO No. 1 GENSO DE APROVECHAMIENTOS . . . . . AL FINAL
- PLANO No. 2 CURVAS DE IGUAL PROFUNDIDAD AL NIVEL ESTATICO EN M.S.N.M. . . . . AL FINAL
- PLANO No. 3 CONFIGURACION DE LOS NIVELES ESTATICOS Y DIRECCION DE FLUJO SUBTERRANEO. . . . . AL FINAL
- PLANO No. 4 PLANO GEOLOGICO . . . . . AL FINAL

# C A P I T U L O I.

## I.- INTRODUCCION.

### 1.1.- Prólogo.

Estando nuestro país en vías de desarrollo y siendo el agua un factor indispensable y de vital importancia para el incremento de las mismas; el hombre a través del tiempo se ha visto presionado a crear y perfeccionar técnicas para lograr la obtención de tan preciado elemento.

Dadas las circunstancias actuales que prevalecen en el Estado de San Luis Potosí y conciente de las necesidades de esta región, realizo este estudio geohidrológico preliminar en coordinación de la SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS, por medio de la Residencia de Geohidrología y de Zonas Áridas en el Estado de San Luis Potosí, S.L.P. Para impulsar el proyecto tanto agrícola, ganadero e industrial así como para la obtención de agua potable.

### 1.2.- Antecedentes.

Como antecedentes en esta zona se cuenta con los siguientes estudios:

1º.- Informe Preliminar del Estudio Geohidrológico de la Zona de San Luis Potosí, S.L.P. (Inédito), que fué realizado por la compañía Hidrotec, S.A., el cual se le encomendó en el año de 1971 por medio de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, hoy SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS.

- 2.- Un trabajo recepcional del Sr. Ing. Alfonso González - Aguilera, cuyo tema es "Estudio Geohidrológico de la - Cuenca de Villa de Arista, S.L.P." en el año de 1973.
- 3.- Estudio Geohidrológico Preliminar del Valle de Villa - de Arista, Estado de San Luis Potosí, que la S.A.R.H. a través de la Subdirección de Geohidrología y de Zonas Áridas encomendó al Area de Ciencias de la Tierra, dependiente de la Escuela de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

### 1.3.- Objetivo del Estudio.

El objetivo del presente estudio es el de tener un conoci-- miento actual del comportamiento del acuífero en esta área, obteniendo una serie de datos y observaciones tales como re conocimiento total del área, geología, evaluación de los -- aprovechamientos hidráulicos subterráneos y su calidad del agua, dirección de flujo y medición de los niveles.

Este tipo de estudios son de vital importancia ya que se -- considera como la primera etapa de un estudio geohidrológi-- co, el cual para llevarse a cabo requiere del factor tiempo y observación periódica de los niveles piezométricos, calcu lándose la extracción total de la zona por medio de tarje-- tas calendario, realizando pruebas de bombeo y sacando un - balance del agua subterránea.

## C A P I T U L O    I I .

### II.-        G E N E R A L I D A D E S

#### 2.1.- Localización.

La zona de estudio se localiza en la parte Nor-Occidental del Estado de San Luis Potosí, quedando comprendida entre los paralelos 22° 45' y 23° 20' de latitud Norte y los meridianos 100° 40' y 101° 20' de longitud al oeste de -- Greenwich, con una superficie aproximada de 3,100 Km<sup>2</sup>. -- Dentro de la misma se encuentran ubicados los municipios de Moctezuma, Venado y Charcas. (Fig. 1).

#### 2.2.- Vías de Comunicación.

Para llegar a el área estudiada contamos con tres vías de comunicación, dos de las cuales a continuación describo -- por considerarse de mayor importancia.

1a.- En la zona de estudio se localiza una carretera asfaltada de segundo orden que pasa por los poblados de -- Moctezuma, Venado y Charcas, partiendo de un entronque con la Carretera Federal No. 49, tramo San Luis Potosí-Zacatecas. Dicho entronque está ubicado a 26 Kms. al poniente de la ciudad de San Luis Potosí, considerando esta ruta como la principal, por encontrarse en el centro del área de estudio, lo cual nos facilita -- el acceso a todos los caminos y veredas transitables, casi en cualquier época del año. De tal manera se puede rastrear totalmente toda el área de estudio.

2a.- Se cuenta también con la vía del Ferrocarril México-La red, la que de igual forma cruza toda el área de estudio en dirección Sur-Norte. (Figura 2).



3a.- Todas las Cabeceras Municipales cuentan con servicios de teléfono, telégrafo y correo.

## 2.3.- Población y Actividades Principales.

### 2.3.1.- Población.

Los núcleos de población mas importantes en esta zona calculados y actualizados hasta 1985 por la Escuela de Economía de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí según Censo de 1980, se localizan en los municipios de Moctezuma con 16,918 habitantes, Venado con 13,869 habitantes y Charcas con 22,385 habitantes.

### 2.3.2.- Actividades Principales.

Las actividades principales en la región son: la agricultura por temporal, la ganadería, tanto de ganado vacuno como de caprino y ovino; sin embargo, en los últimos años se ha incrementado notablemente la agricultura por riego, cultivando principalmente forraje, maíz, frijol y hortalizas, aunado a esto en el municipio de Charcas se practica también la minería con la cual obtienen la mayoría de sus ingresos.

## 2.4.- Fisiografía.

### 2.4.1.- Provincia Fisiográfica.

La zona estudiada pertenece a la provincia fisiográfica que Raisz (1959) denominó "Meseta Central", cuyos límites la forman al norte las sierras transversales de la Sierra Madre Oriental, al poniente la Sierra Madre Occidental y al sur el Eje Neovolcánico. (Figura 3).

Observando todo en conjunto constituyen una región formada por planicies intermontanas, sensiblemente orientadas de norte a sur, y cuyas elevaciones varían de 1600 a 2600 m.s.n.m. bordeados por sierras de relieve moderado.

Ubicada el área de estudio en la parte Norte del Valle de Villa de Arista, cabe mencionar que dicho valle está separado del de San Luis Potosí por un masizo de Rocas Calcáreas y riolíticas correspondientes a la Estribación oriental de la Sierra de Ahualulco. Encontrándose el valle de San Luis Potosí 200 m.s.n.m. más alto que el de Villa de Arista, incluyendo la parte norte que como mencioné anteriormente es donde se localiza el área de estudio.

Por su orientación general de sur a norte después de la Sierra Madre Oriental se considera a este grupo orográfico como el más importante dentro del estado de San Luis Potosí.

#### 2.4.2.- Hidrografía.

Esta zona pertenece a la región hidrológica No. 37 denominada El Salado, la cual se caracteriza por estar constituida por una serie de cuencas cerradas de muy diferentes dimensiones. Siendo el patrón de drenaje de carácter endorréico en la que se desarrolla un escaso drenaje superficial formado por arroyos de régimen torrencial; considerándose intermitentes debido a la escasez de precipitaciones pluviales, las cuales fluyen hacia el centro de la cuenca y por lo general son aprovechadas por los agricultores.

El diseño de drenaje es muy variable de acuerdo al tipo de roca en donde se presenta, trataré de describir los mas representativos dentro del área de estudio.

En la parte sur donde se localiza el poblado de Moctezuma el drenaje es de tipo enrrejado ya que lo conforman un conjunto de serranías compuestas casi en su totalidad de rocas sedimentarias marinas del cretácico, algo plegadas y topográficamente con pendientes suaves.

En la parte media y norte el drenaje se presenta de tipo dendrítico debido a que los escurrimientos ocurren sobre materiales uniformes.

#### 2.4.3.- Orografía.

En términos generales trataré de describir la orografía del área de estudio.

Al sur en el poblado de Moctezuma se encuentra un conjunto de sierras formadas en su mayoría por rocas sedimentarias muy plegadas, con una orientación de NW-SE dando un contorno de pendientes suaves y representando un proceso de erosión avanzada.

En la parte central a la altura del poblado de Venado nos encontramos en la parte central del valle en relleno de aluvión casi horizontal y de aproximadamente 21 km. Hacia el poniente unas sierritas plegadas de poca altura entre 1800 y 2200 m.s.n.m. demasiado erosionadas con pendientes muy ligeras -- formadas en su mayoría por rocas de origen sedimentario.

En la parte norte y sureste de esta zona se puede observar algunos aparatos volcánicos y derrames -- lavicos que forman meseteas definidas. sobre todo - al oriente del anticlinorio de La Luz.

Esta parte del área tiene sus sierras de 2100 a -- 2600 m.s.n.m. con pendientes no muy suaves conside-- radas de tipo serril, formando anticlinales y sin-- clinales compuestos de rocas sedimentarias y con - un relleno en el valle de 8 km. de ancho aproxima-- damente.

Las sierras corresponden en general a pliegos anti-- clinales en rocas clacáreas y los valles a sincli-- nales y fosa tectónica respectivamente.

#### 2.5.- Geomorfología.

En esta zona y desde el punto de vista regional las monta-- ñas están poco pronunciadas ya que ha perdido su forma ori-- ginal por lo que se considera que han sufrido cierto grado de denudación (erosión e intemperismo al mismo tiempo), so-- bre todo en la parte norte de la cuenca de Villa de Arista, lo cual se considera como el área de estudio.

La región muestra una etapa de maduréz del ciclo geomorfo-- lógico del desierto; sin embargo en la parte sur y occiden-- tal del área de estudio afloran rocas íngeas, las cuales - presentan un alto grado de resistencia a la erosión.

#### 2.6.- Climatología.

Segun la Carta de Climas San Luis Potosí 14-Q-1, elaborada por DETENAL, el clima que predomina en el área se determina

bajo la influencia de las siguientes fórmulas:

- 1) BSo KW" (e)g, 2) BS<sub>1</sub> KW (w)e, 3) BSo KW" (e)g,
- 4) BS<sub>1</sub> KW" (e), las cuales a continuación describo.  
(Figuras 4 y 5).

1) Estación-Charcas. 24-10

Fórmula BSo KW" (e)g

Precipitación media anual 356.2 mm.

Temperatura media anual 17.2°C.

Por su temperatura el clima es = templado.

Por su grado de humedad el clima es = semi-seco o semi-árido.

Regimen de lluvias de verano: por lo menos diez veces - mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el más seco, un porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2 de la total anual.

Clima, extremoso, oscilación entre 7° y 14°C siendo el mes mas caliente el año antes de junio.

2) Estación Venado 24=038

Fórmula BS<sub>1</sub> KW (w)e

Precipitación media anual = 522.3 mm.

Temperatura media anual = 16.4°C.



Por su temperatura el clima es templado.

por su grado de humedad el clima es semi-seco ó semi-árido.

Regimen de lluvias de verano: por lo menos diez veces - mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el mas seco, un porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2 de la total anual.

Clima - extremoso.

oscilación - entre 7° y 24°C.

3) Estación Moctezuma 24-018

Fórmula BSo KW" (e) g

Precipitación media anual 348.7 mm.

Temperatura media anual 17.0°C.

Regimen de lluvias de verano: por lo menos diez veces - mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el seco, un porcentaje de - lluvia invernal entre 5 y 10.2 de la total anual.

Clima - extremoso.

Oscilación - entre 7° y 14°C.

Siendo el mes mas caliente del año antes de Junio.

4) Estación al NE de la Estación de FN de M. en Venado.

Fórmula BS<sub>1</sub> KW" (e)

Por su grado de humedad: semiseco o semiárido.

Por su temperatura: templado o extremoso.

oscilación entre 7° y 14°C.

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

Las lluvias se presentan en los meses de junio a octubre teniendo una precipitación media de 370 mm. al año.

Se complementó esta información con datos proporcionados por algunas de las estaciones climatológicas del área de estudio, y sacando un promedio desde 1974 a la fecha, lo cual nos facilitó el proceso para calcular las curvas de Isotermas e Isoyetas Figuras (4-II) respectivamente, y Figuras (5, 6 y 7 Capítulo II) para las gráficas.

#### 2.7.- Vegetación.

Los efectos del clima se reflejan notablemente en la vegetación la cual es característica de la zona semidesértica, en donde predominan plantas como la lechuguilla (agave heterocantha), gobernadora (Larrea Divoricata), palma china (yucca Filifera), mezquites (Prosopis Laevigata), nopales (Opuntia Platyopuntia), maguey (Agave Arovirens) y biznagas (Echinocactus spp.).



# VIAS DE COMUNICACION

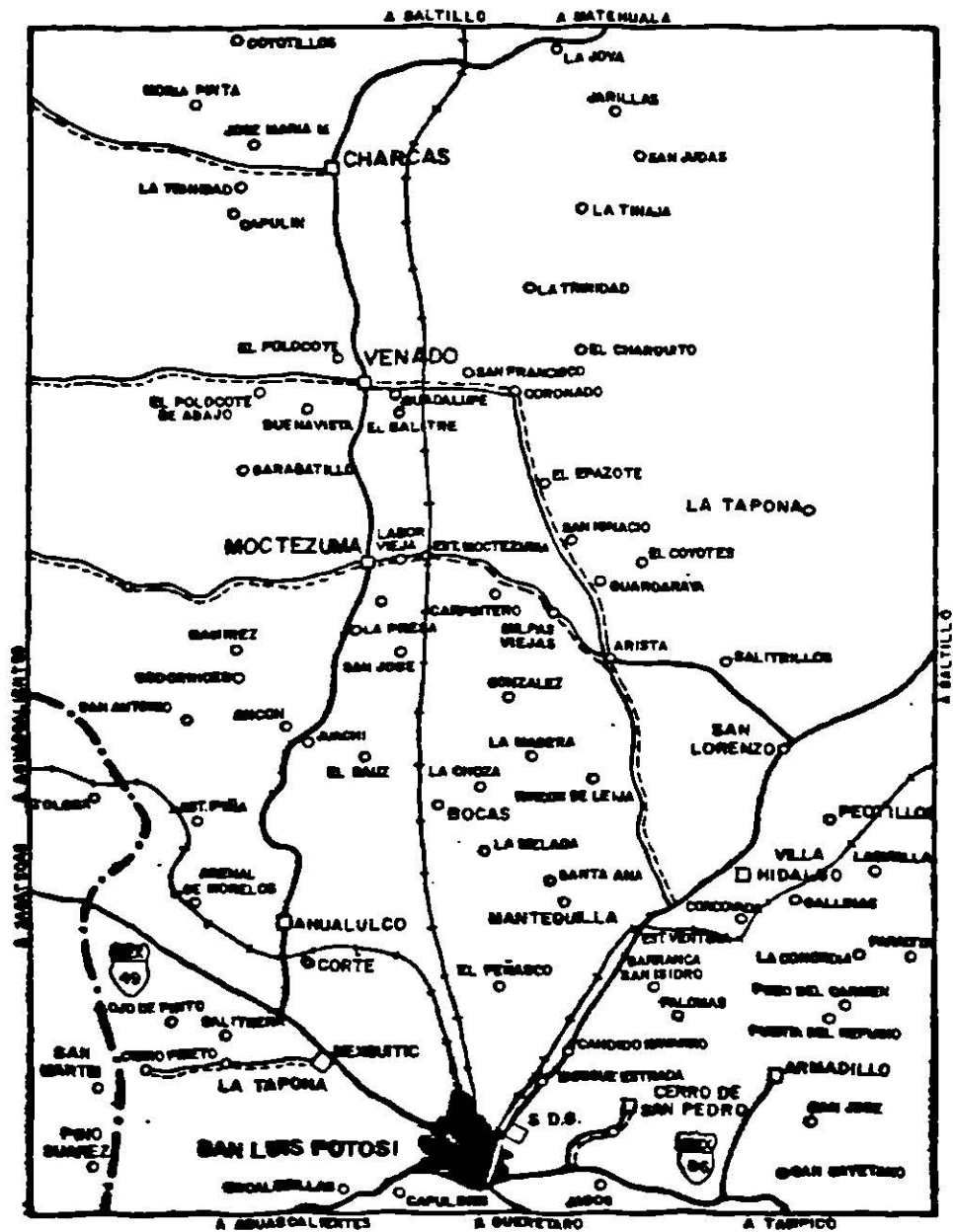
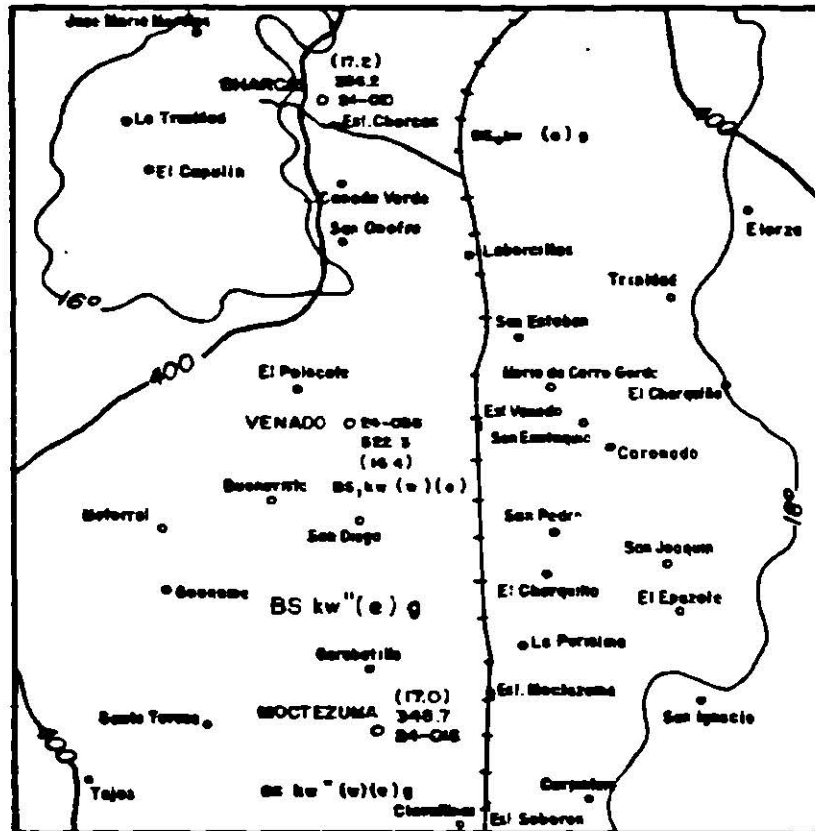


Fig. 2 Cap. II





# FIGURA DE ISOYETAS E ISOTERMAS

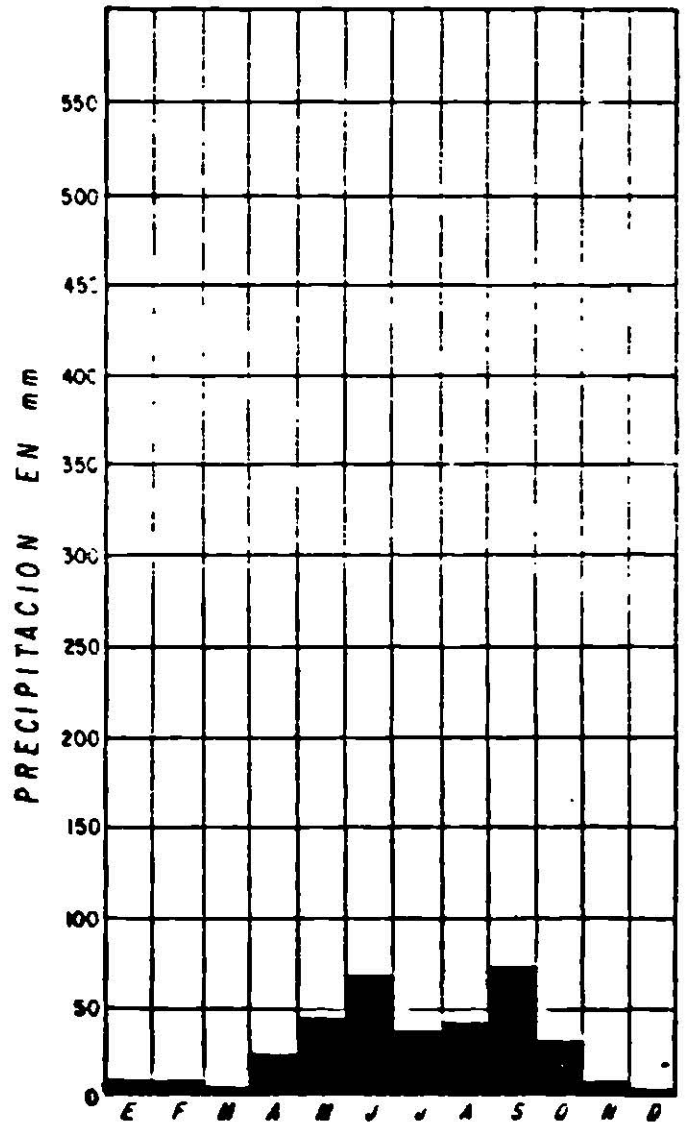
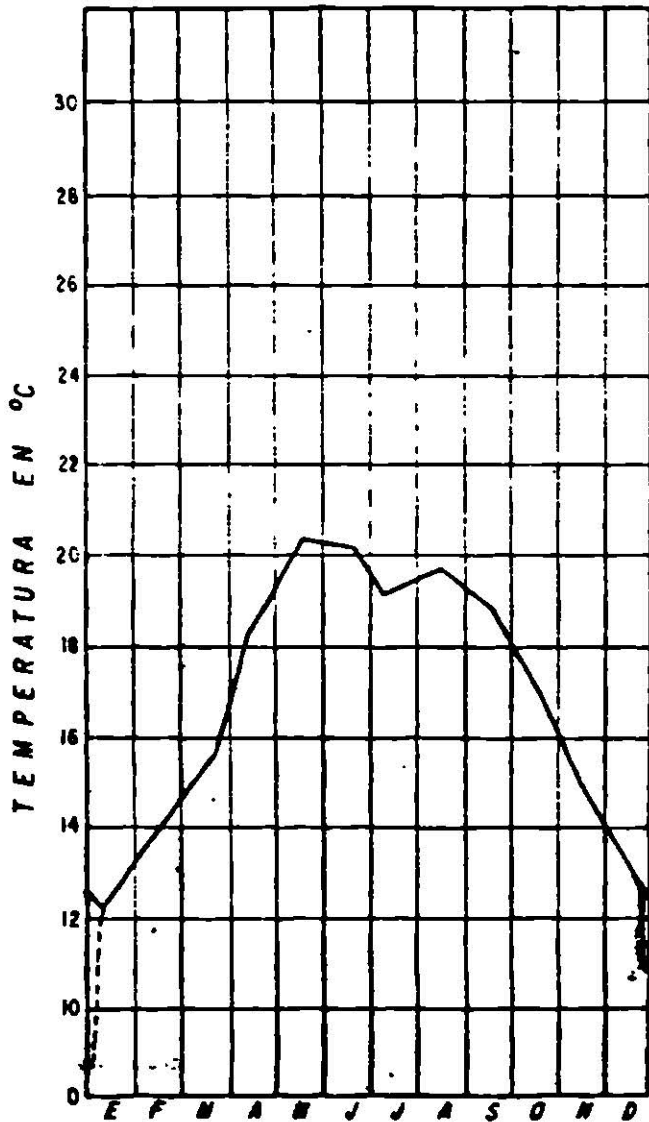


— ISOYETAS MEDIAS ANUALES EN mm.

— ISOTERMAS MEDIAS ANUALES EN °C

# GRAFICAS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACION MEDIAS MENSUALES EN LA ESTACION CLIMATOLOGICA

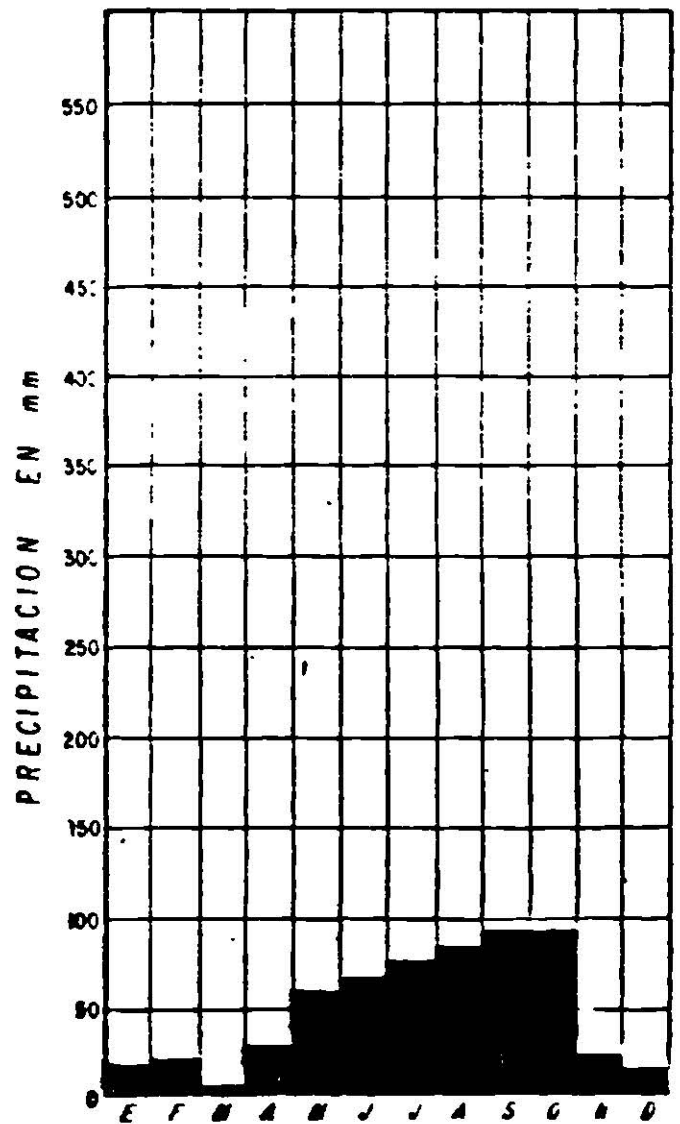
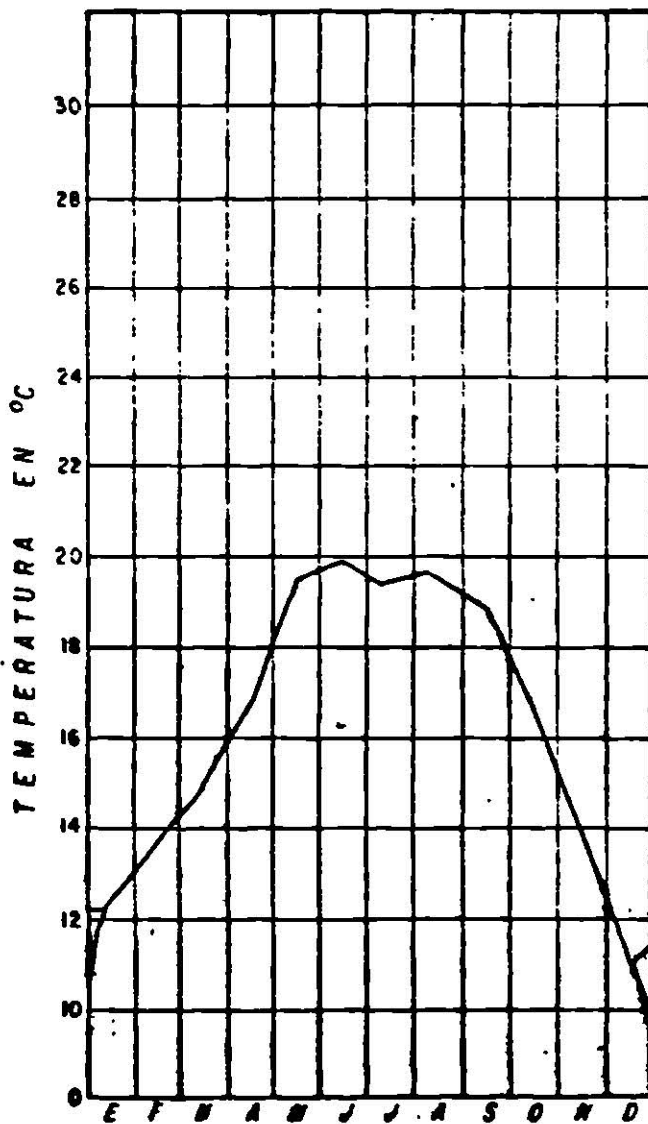
24-018 MOCTEZUMA



(GRAFICADO CON DATOS DE TEMPERATURAS Y PRECIPITACIONES DE LA HOJA SAN LUIS 140-1 DE LA INEGI)

# GRAFICAS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACION MEDIAS MENSUALES EN LA ESTACION CLIMATOLOGICA

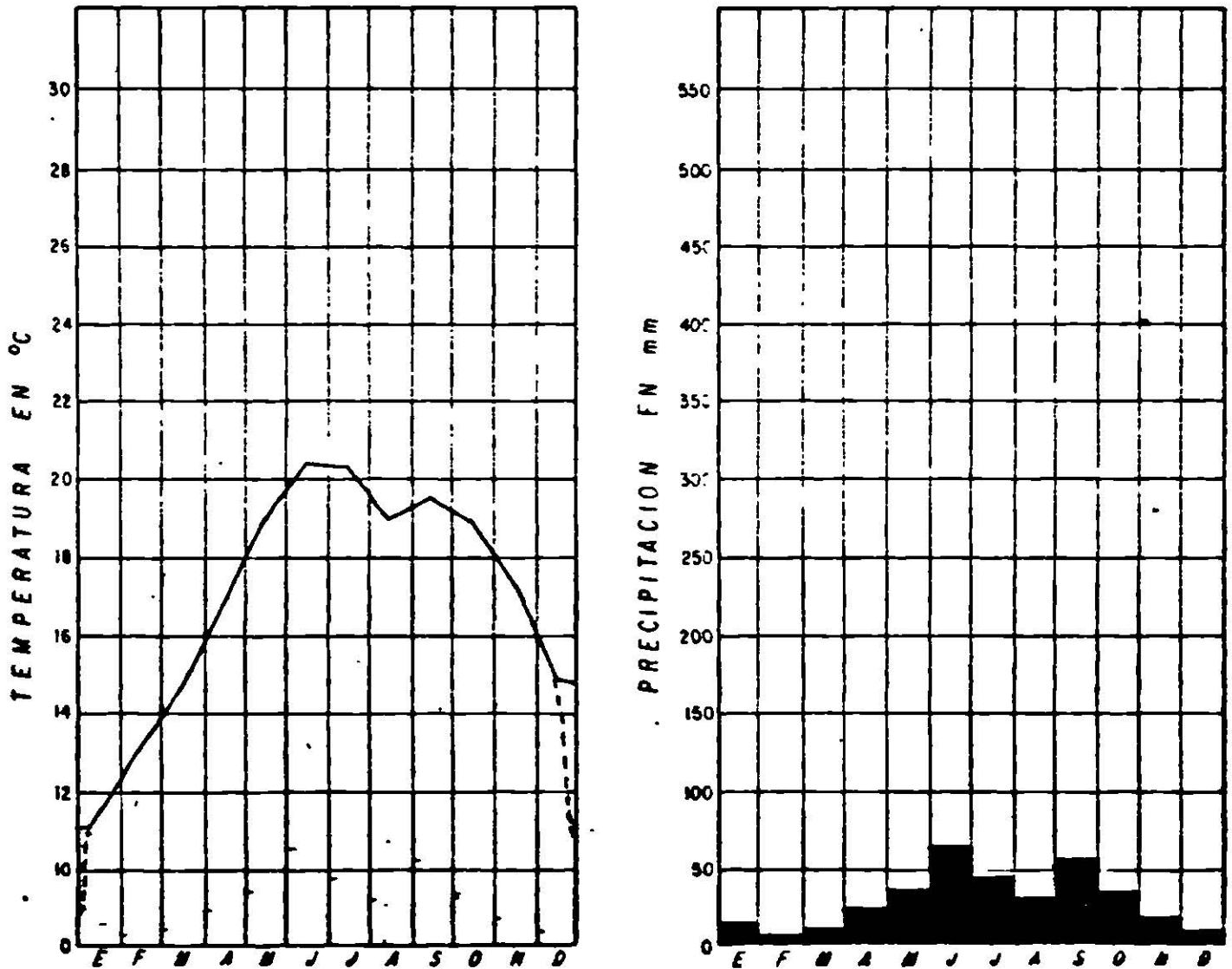
24-038 VENADO



(GRAFICADO CON DATOS DE TEMPERATURAS Y PRECIPITACIONES  
DE LA HOJA SAN LUIS 140-1 DE LA INEGI)

GRAFICAS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACION MEDIAS  
MENSUALES EN LA ESTACION CLIMATOLOGICA

24-OIO CHARCAS



(GRAFICADO CON DATOS DE TEMPERATURAS Y PRECIPITACIONES  
DE LA HOJA SAN LUIS 140-1 DE LA INEGI)

### C A P I T U L O    I I I .

#### I I I . -   A C T I V I D A D E S   D E   C A M P O .

Las actividades desarrolladas en el campo consistieron en:

- Un censo total de los aprovechamientos hidráulicos subterráneos.
- Lectura de los niveles estáticos.
- Entrega de tarjetas calendario para control hidrométrico con los cuales se completará el estudio posteriormente.
- Recolección de muestras de agua para análisis físico-químicos.
- Reconocimiento geológico y algo de asesoría técnica al campesino para que obtengan el máximo rendimiento de los recursos con que cuentan.

#### 3.1.- Censo de Aprovechamientos Hidráulicos Subterráneos.

Para conocer el número y distribución de los aprovechamientos -- existentes en la zona de estudio, se efectuó un inventario de pozos, norias, manantiales, tajos y galerías filtrantes etc, habiéndose censado un total de (488) aprovechamientos que corresponden a:

|     |                     |
|-----|---------------------|
| 47  | Pozos con equipo    |
| 5   | Pozos fallidos      |
| 10  | Pozos sin equipo    |
| 55  | Norias con equipo   |
| 352 | Norias sin equipo   |
| 14  | Manantiales         |
| 1   | Tajo                |
| 2   | Galerías filtrantes |
| 1   | Presa               |
| 1   | Arroyo              |

La localización se llevó a cabo en planos topográficos escala 1:50,000 elaborados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), y posteriormente se formó el plano base (Plano 1).

La numeración adoptada para el censo fue progresiva del (Z 3501) al -- (Z 4127). Los números asignados se marcaron con pintura roja y en lugares visibles con el objeto de que se localicen con facilidad. En algunas ocasiones se tomó el número del Censo Antiguo y se registró con el mismo anteponiéndole la sigla "Z".

La información de los aprovechamientos fue proporcionada por los usuarios, así como por los diferentes organismos y Dependencias que de una manera directa o indirecta intervienen en la explotación de los mismos. Dicha encuesta fue anotada en "Hojas de campo para censo de aprovechamientos" según lineamientos de la Subdirección de Geohidrología y Zonas Áridas (Fig. 8 Cap. III).

En los pozos censados las profundidades fluctúan entre 50 y 250 m., teniendo la mayoría 100 m. de profundidad de los 62 pozos censados, están equipados actualmente 47 de los cuales el 70 % son de uso agrícola, 5 % abastecimiento de agua potable, el 20 % de uso ganadero y el 5 % restante son pozos inactivos por diversas causas.

En lo que respecta a norias, las profundidades varían de 8 a 50 m., predominando las de 15 m. a 20 m. de profundidad, de las 407 norias censadas, todas se utilizan para uso doméstico y abrevadero. De las cuales 55 de ellas están equipadas y las 352 restantes son de extracción ma---nual, en muy bajo porcentaje se utilizan para riego. Observamos que - algunas de ellas se encuentran azolvadas o inactivas.

### 3.2.- Lectura de Niveles Estáticos.

Durante el recorrido de censo se tomaron lecturas al nivel estático

en los pozos y norias con una sonda eléctrica marca HGE, habiendo tomado la cota del brocal con los planos topográficos del INEGI.

En los pozos se observó que los niveles estáticos varían de 15 a 40 m. y en las norias desde 2 m. hasta 45 m. siendo los niveles más someros en las partes topográficamente más bajas.

Simultáneo al censo se fueron seleccionando los pozos y norias piloto con el fin de realizar posteriormente recorridos de piezometría, habiendo escogido aprovechamientos distribuidos en toda el área que no cuentan con equipo de bombeo. La selección de norias que por lo general son de extracción manual, se tomaron en base a su ubicación en la zona de estudio.

### 3.3.- Control Hidrométrico.

Con el fin de conocer en un futuro el volumen de extracción anual de agua subterránea, se repartieron tarjetas calendario a los usuarios de pozos y norias que están operando, en los cuales deberán anotar las horas que bombean al día. -- (Figura 9,III). Previamente se obtuvieron algunos caudales de operación los cuales fueron medidos directamente en las descargas de los aprovechamientos, utilizando el método de la escudara de aforos.

En la utilización de tarjetas calendario es preciso esperar uno o varios años para conocer la extracción total de la zona.

### 3.4.- Recolección de Muestras de Agua.



Con el objeto de conocer la calidad del agua subterránea y su va

riación en el área de estudio, se muestrearon la mayoría de los aprovechamientos hidráulicos subterráneos, utilizando para ello frascos de vidrio de un litro de capacidad previamente lavados, a los cuales se les anotó el número de censo. Las muestras obtenidas fueron enviadas para su análisis físico-químico al laboratorio de la Residencia General de Geohidrología y de Zonas -- Aridas en San Luis Potosí.

En el campo y al momento del muestreo se tomó la temperatura ambiente, temperatura del agua, potencial hidrógeno, color, olor, sabor, turbidez, etc., ver Figura (10 Cap. III).

Los resultados de los análisis físico-químicos, así como las interpretaciones correspondientes se comentan en el Capítulo de -- Hidrogeoquímica.

### 3.5.- Reconocimientos Geológicos.

Para la elaboración del plano geológico se utilizaron cartas geológicas del INEGI, escala 1:50,000. Se realizaron también recorridos de campo en algunos lugares para constatar contactos geológicos, determinación de formaciones y recolección de muestras.

Cabe mencionar que la geología de esta área está apoyada totalmente en el "Estudio Geohidrológico Preliminar del Valle de Villa -- de Arista, Estado de San Luis Potosí", Contrato GZA-81-86-GD, Diciembre de 1981, realizado por maestros y estudiantes de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Escuela de Ingeniería, Área Ciencias de la Tierra. (Plano 4).

Del plano geológico se tomó la información para el trazo de las fronteras impermeables del acuífero, apoyándose en el conocimiento de la piezometría del Valle. (Ver Plano 3 ).



# SRH

## DIRECCION DE GEOHIDROLOGIA Y DE ZONAS ARIDAS DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA SUBTERRANEA

### FORMA DE CAMPO PARA CENSO DE APROVECHAMIENTOS

ZONA \_\_\_\_\_  
 ESTADO \_\_\_\_\_  
 MUNICIPIO \_\_\_\_\_  
 LOCALIDAD \_\_\_\_\_  
 PREDIO \_\_\_\_\_  
 Ljido, Rancho, Finca, Lote, etc.  
 PROPIETARIO \_\_\_\_\_

APROVECHAMIENTO No. \_\_\_\_\_  
 FECHA PERFORACION \_\_\_\_\_  
 PROFUNDIDAD \_\_\_\_\_ m.  
 DIAMETRO PERFORACION \_\_\_\_\_ cm.  
 DIAMETRO DEL ADEME \_\_\_\_\_ cm.  
 LONGITUD DE TUBERIA RANURADA:  
 De \_\_\_\_\_ m. A \_\_\_\_\_ m.  
 De \_\_\_\_\_ m. A \_\_\_\_\_ m.  
 LONGITUD COLUMNA DE SUCCION \_\_\_\_\_ m.  
 DIAMETRO COLUMNA DE SUCCION \_\_\_\_\_ cm.  
 DIAMETRO DE DESCARGA \_\_\_\_\_ cm.

CORTE GEOLOGICO: SI  NO   
 REGISTRO ELECTRICO: SI  NO   
 MEDIDOR SI  NO

CALIDAD DEL AGUA: Cristalina  Zorco  Turbio  Muy Turbio   
 TIPO DE APROVECHAMIENTO: Kario  Pozo  Manantial  Galería Filtrante   
 OPERACION: Activo  Inactivo  Caudal de Operación \_\_\_\_\_ l.p.s.  
 USO DEL AGUA: Doméstico  Industrial  Agrícola  Ganadero   
 Municipal  Recreativo  Otros \_\_\_\_\_  
 Especificar \_\_\_\_\_

TIPO DE MOTOR: Eléctrico  Combustión Interno  Aire (Popolote)  Tracción Animal   
 TIPO DE BOMBA: Pozo Profundo Lubricado con Agua  Pozo Profundo Lubricado con Aceite   
 Sumergible  Centrifuga  Pistón (Bimblete)  Manual   
 POTENCIA DEL MOTOR: \_\_\_\_\_ H. P. A \_\_\_\_\_ R. P. M.  
 TIPO DE DESCARGA: Libre  Tonque Elevado  A la Red  Mixto (Red y Tonque Elev.)

#### LECTURA DE NIVELES CUANDO EMPEZO A OPERAR EL APROVECHAMIENTO.

Fecha \_\_\_\_\_ Nivel Estático \_\_\_\_\_ m.  
 Día Mes Año  
 Fecha \_\_\_\_\_ Nivel Dinámico \_\_\_\_\_ m.  
 Día Mes Año

#### LECTURA DE NIVELES ACTUALES.

Fecha \_\_\_\_\_ Nivel Estático \_\_\_\_\_ m.  
 Día Mes Año  
 Fecha \_\_\_\_\_ Nivel Dinámico \_\_\_\_\_ m.  
 Día Mes Año

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

| TIPO DE CULTIVO | N.º DE RIESTALES |            | PRODUCCION EN TON / HA |          | PRECIO DE VENTA POR TONELADA |
|-----------------|------------------|------------|------------------------|----------|------------------------------|
|                 | RIEGO            | SUPERFICIE | ANUAL                  | TEMPORAL |                              |
|                 |                  |            |                        |          |                              |
|                 |                  |            |                        |          |                              |
|                 |                  |            |                        |          |                              |
|                 |                  |            |                        |          |                              |

TIEMPO DE OPERACION:  
 Diario \_\_\_\_\_ hs. Anual \_\_\_\_\_ días  
 Período: De \_\_\_\_\_ A \_\_\_\_\_

USUARIOS:  
 No. de Personas Servidos \_\_\_\_\_  
 No. de Ganado Mayor \_\_\_\_\_  
 No. de Ganado Menor \_\_\_\_\_

POSIBILIDADES:  
 Poro Piloto: SI  NO   
 Muestra de Agua SI  NO   
 Prueba de Bombeo SI  NO   
 Prueba de Infiltración SI  NO

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS  
RESIDENCIA GENERAL DE GEOMIDROLOGIA Y DE ZONAS ARIDAS.  
SAN LUIS POTOSI, S.L.P.

FORMA: DI # 1

\*\*\*\* Datos para identificar la muestras de agua:\*\*\*\*

\* De la forma: SNI-1 DGZA \*

CLAVES: 1.- Nacional \_\_\_\_\_ 2.- Local \_\_\_\_\_  
3.- Nombre: \_\_\_\_\_ 4.- Núm. Reg. Nacional: \_\_\_\_\_  
5.- Cuenca \_\_\_\_\_ 6.- Subcuenca \_\_\_\_\_ 7.- Zona Geohidrológica \_\_\_\_\_  
8.- Municipio: \_\_\_\_\_ 9.- Estado: \_\_\_\_\_  
COORDENADAS: 10.- Norte. \_\_\_\_\_ 11.- Oeste: \_\_\_\_\_  
12.- Aprovechamiento: \_\_\_\_\_ Profundidades (m) 13.- Cámara bombeo \_\_\_\_\_  
14.- Total \_\_\_\_\_ 15.- Formación: \_\_\_\_\_  
NIVELES: (n) 16.- Estático \_\_\_\_\_ 17.- Dinámico \_\_\_\_\_

\*\* DATOS DE CAMPO \*\*

18.- Localización: (Ej., Pred., mpio., Edo.) \_\_\_\_\_  
19.- Descarga promedio (in.) \_\_\_\_\_ 20.- Gasto Promedio (l/seg.) \_\_\_\_\_  
21.- Tiempo bombeo (hrs) \_\_\_\_\_ 22.- Geología local: \_\_\_\_\_  
23.- Geología regional: \_\_\_\_\_

CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICOS DEL AGUA:

24.- Color: (si) ó (no) 25.- Olor: (si) ó (no) 26.- Sabor: (si) ó (no)  
27.- Turbiedad: (si) ó (no)  
Temperaturas: (°C) 28.- Agua \_\_\_\_\_ 29.- Amb. sombra \_\_\_\_\_  
30.- pH del agua: \_\_\_\_\_ 31.- C.E. nds/cm. \_\_\_\_\_ 32.- S.T.D. (p.p.m.)  
R.E. 33.- O.H.S. \_\_\_\_\_ 34.- O.H.S/m \_\_\_\_\_  
35.- Calidad del agua (C.E. y/o S.T.D.): \_\_\_\_\_ 36.- Usos del agua: \_\_\_\_\_

A) FECHA DEL MUESTREO: \_\_\_\_\_  
B) PROCEDIMIENTO DEL MUESTREO: \_\_\_\_\_  
C) ORIGEN DE LA MUESTRA: \_\_\_\_\_  
D) FINALIDADES DEL ANALISIS: \_\_\_\_\_  
E) RESPONSABLE DEL MUESTREO: \_\_\_\_\_  
F) INTERESADO DEL ANALISIS: \_\_\_\_\_  
G) # PORTA-MUESTRA: \_\_\_\_\_  
H) OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

\*\*\* DATOS DEL LABORATORIO \*\*\*

Fechas: I) RECEPCION: \_\_\_\_\_ J) PROCESAMIENTO: \_\_\_\_\_  
37.- Reg. H.P.F.Q. \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /A  
K) OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

# TARJETA CALENDARIO

**SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS**  
 GEOMORFOLOGIA Y ZONAS ARIDAS  
 RESIDENCIA GENERAL EN SAN LUIS POTOSI

ZONA \_\_\_\_\_ EDO. \_\_\_\_\_

Pozo No. \_\_\_\_\_

Localización \_\_\_\_\_

Mes de \_\_\_\_\_

| DIA   | 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 |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| HORAS |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

Mes de \_\_\_\_\_

| DIA   | 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 |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| HORAS |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

Mes de \_\_\_\_\_

| DIA   | 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 |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| HORAS |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

FAVOR DE ANOTAR INICIO Y TERMINACION DE BOMBEO.

## C A P I T U L O   I V   G E O L O G I A

### 4.1.- ROCAS:

En el área de estudio afloran rocas tanto sedimentarias como ígneas intrusivas, extrusivas y metamórficas, de contacto que van desde el Triásico hasta el Reciente.

### 4.2.- ESTRATIGRAFIA:

La zona de estudio se localiza entre la Cuenca Mesozoica y la parte Occidental de la Plataforma Valles - San Luis Potosí del Centro de México (Carrillo Bravo 1971).

En esta área afloran rocas ígneas sedimentarias y metamórficas en donde predominan las sedimentarias, depositadas en ambientes marinos y profundidades variables fluctuando sus edades desde el Triásico Superior al Reciente.

Se encuentran también diseminados en el área de estudio algunos afloramientos de rocas ígneas de composición félsica intermedia-máfica.

#### 4.2.1.- DESCRIPCION CRONOLOGICA DE LAS FORMACIONES:

TRIASICO ( $T_R$ )

FORMACION ZACATECAS ( $T_{RZ}$ )

La Formación Zacatecas tiene su localidad tipo en el puente Ahogado según el Ing. José Carrillo Bravo, en la excursión geológica N° 3 que comprende la planicie costera del Golfo, S.M. Oriental y Altiplano Mexicano. Esta formación está constituida por limolitas y filitas de color verde y rojo interestratificadas con algunas capas de caliza recristalizada de color gris y areniscas de color gris oscuro.

Estratigráficamente se encuentra subyaciendo discordantemente a

las Formaciones La Joya y Zuloaga. Por los fósiles que contiene radiolarios y nerineas y por su posición estratigráfica se le asigna una edad correspondiente al Triásico Superior.

En el área de estudio se presenta como lutitas, limolitas, areniscas y conglomerados, aflorando en la Sierra de Coronado al Occidente del Poblado de Charcas. Y en el eje del anticlinal de San Rafael al SW del tiro general de la unidad Charcas.

#### JURASICO (J).

##### FORMACION LA JOYA (J<sub>1j</sub>)

Descrita por Schmilton y publicada (1948), tiene su localidad tipo en el Rancho La Joya Verde, situado al Oeste - Suroeste de Ciudad Victoria, - Tamps., de la base a la cima la formación diferencia cuatro unidades, un conglomerado basal; una calizas de estratificación delgada y otra conglomerática; limolitas rojas, argilitas y areniscas; areniscas de estratificación cruzada, de grano fino, presentando también areniscas conglomeráticas de color verdoso en su parte superior; no se le encuentran fósiles, por lo que es difícil determinar su edad, sin embargo, por su posición estratigráfica se le considera del Jurásico Superior, sin descartar que sea del Jurásico Medio.

En la zona de estudio aflora en la Sierra de Coronado al Sureste del Poblado de Charcas. En el área de estudio se presenta como areniscas arcillosas de grano medio a fino, conglomerados constituidos por fragmentos angulosos y subangulosos principalmente de areniscas y lutitas rojizas y algo verde - oscuro.

##### ZULOAGA (J<sub>SZ</sub>)

Formación definida por Imaly (1936) designado a la Sierra de Sombrerillo, como la localidad tipo. Esta formación está constituida por calizas de color gris a gris oscuro, con algo de lentes y nódulos de pedernal negro, formando estratos con espesores que oscilan entre los 30 cm. y los 4 m.

Analizando estas calizas se observó al microscopio que están algo dolomitizadas, muy raramente se encuentran fósiles y nódulos de material ferroso. Esta formación es correlacionable con la Formación La Gloria cuya facie se origina cerca de la costa. El fósil característico de la formación es un gasterópodo, encontrándose con frecuencia en toda la formación en forma de molodes la especie nerinea, además restos de pelecípodos.

Esta formación se distingue en el campo por su resistencia a la erosión, así como líneas abundantes en vegetación que aparecen en los contactos de calizas con arcillas..

De acuerdo con su posición estratigráfica y los fósiles encontrados se les asigna una edad del Oxfordiano y Kimmeridgiano.

Estratigráficamente se le encuentra descansando discordantemente sobre la Formación La Joya y subyace a la Formación La Caja.

#### FORMACION LA CAJA (J<sub>SC</sub>)

Imlay define la Formación La Caja (1938) designando la vereda del Quemado en el flanco Sur de la Sierra de La Caja al Norte de Mazapil, Zac., consiste primordialmente de limolitas calcáreas y cantidades pequeñas de caliza, pedernal, fosforita y lutita.

Su edad es del Kimmeridgiano - Portlandiano. En el área de estudio se midió en promedio un espesor aproximado de 100 m. en el anticlinorio del Pájaro, localizado al Oriente de la Estación Charcas, en la Sierra de Coronado. Burckhardt (1930) dividió esta formación en siete unidades, basándose principalmente en grupos fáunicos designando cada unidad con letras mayúsculas A, B, C, D, etc.

En la zona se distinguen 3 unidades, la inferior que consiste en calizas gris claro algo arcillosa y laminar, cristales muy finos, con abundantes concreciones de caliza oscura y nódulos de pedernal negro, alternando con capas de caliza gris oscura en espesores de 15 m., aflorando al Oeste del tiro de La Cruz, en la Mina San Sebastián de la Unidad Charcas.

Otro miembro de 35 m., consiste de caliza arcillosa de color pardo rojizo debido a las impurezas de óxidos de hierro, hacia arriba cambia el color a gris crema.

El miembro superior de un espesor aproximado a los 15 m. se compone de caliza arcillosa de color gris con lentes y capas de pedernal negro más gruesas y continuas que el resto de la secuencia sedimentaria; además cuenta con abundante macrofauna fétida.

Estratigráficamente se le encuentra descansando sobre la Formación Zuloaga y subyaciendo a la Taraises cuyo contacto se determina por el cambio de limolitas a calizas gris claro con bandas de pedernal negro y bordes cafés.

#### CRETACICO (K)

#### FORMACION TARAISES    Ki T

Imlay (1936) definió esta formación como localidad tipo designando el cañón de Taraises en la Provincia Occidental en la Sierra de Parras, Coah. El espesor de esta formación varía de 130 a 170 m. en una sección en el Cañón del Organo, situado en la parte media de la Sierra de Parras obtuvo un total de 77 m. promedio de espesor.

Consiste en calizas de medianas a gruesas y en algunos lugares con estratificación más delgada, el espesor medio de las capas es de 0.30 cm. En la base se encuentran estratos de 1 m. o más de espesor, con ausencia de material clástico; en fracturas frescas se observa una caliza densa de color gris que intemperiza a gris azulado y con mayor frecuencia amarillenta; en la parte media y superior de la formación ocurre limolita de color gris amarillo y pardo, muy calcárea, débilmente compactada, aunque existe en toda la unidad se observa en mayor proporción en las partes mencionadas.

La edad de la Formación Taraises es Berriasiano-Mauteriano, depositada en mares poco profundos en zona de alta energía.

## FORMACION LA PEÑA (Kip)

Descrita originalmente por Imlay Ralph W. (1936) publicado en un trabajo denominado: "Geology of the Western Part of the Sierra de Parras", volumen 17 de la Sociedad Geológica Americana, describiéndola de la siguiente manera:

Formación La Peña incluye porciones inferiores y medias de las -- montañas formadas de caliza, como las expuestas en la Sierra de Parras, con teniendo cantidades pequeñas de lutitas. Su espesor varía (433 a 700 m.), según el autor esta formación consta de dos miembros:

1.- Miembro Inferior.- Consiste en 427 m. de caliza gris obscura a gris clara con estratos medios a gruesos, los cuales incluyen - estratos lutíticos, intemperizando de gris a gris amarillento.

2.- Miembro Superior.- Consta de calizas de capas delgadas y lutitas, el espesor va de (15 a 24 m.).

Esta formación contiene muchos fósiles que la sitúan en el Aptiano Superior con lo que se correlaciona con varios sedimentos de la misma -- edad, encontrados en la parte Norte de la República Mexicana.

La Formación La Peña encontrada en el área de estudio es muy parecida al miembro inferior definido por Imlay. Se constituye por calizas - criptocristalinas de color gris claro a gris oscuro compacto con estratos de 10 a 40 cm., estratificado con lutitas calcáreas fósiles que intemperizan a gris amarillento en capas de 5 cm. aproximadamente, contiene también algo de nódulos de pedernal y pequeñas concreciones de hematita con hábito radial.

Se distribuye entre los Municipios de Moctezuma y Venado, sobre todo en la parte Oeste del área. El espesor de la formación no se puede - medir por estar muy plegada, pero se estima en 60 m.



En el área sobreyace concordante y a la vez transicional con la Formación Taraises y subyace concordantemente con la Formación Cuesta del Cura.

Por su contenido faunístico y por su posición estratigráfica se le asigna una edad Aptiano Superior.

#### FORMACION CUESTA DEL CURA (Kicc)

Descrita originalmente por Imlay Ralph W (1936) en el Volúmen 47 de la Sociedad Geológica Americana (Geology of the Western Part of the Sierra de Parras).

La caliza cuesta del Cura incluye calizas compactas en capas delgadas y de pedernal negro que constituye las capas mas altas que forman las montañas de la Sierra de Parras y yacen entre las calizas arrecifales de la Formación Aurora y calizas de capas delgadas y lutitas arcillosas de la Formación Indidura (arriba) la sección tipo se localiza (6.5 km) al oeste de Parras, su espesor aproximado de 64 km. a lo largo incluye también divisiones lutíticas grises y numerosas bandas de pedernal.

En el área de estudio se apega mucho a la descripción de Imlay y consta principalmente de calizas de color gris claro en estratos delgados no -- mayores a 15 cm. muy compactados y ondulados. Esta formación tiene gran distribución en el área pues aflora en la mayor parte de la misma.

Estratigráficamente sobreyace concordante con la formación Peña y subyace a la formación Indidura.

De acuerdo a la litología expuesta es posible que se haya depositado en un ambiente marino de agua poco profunda. Es raro encontrar fauna pero en donde se encuentran vestigios de ella se puede observar amonites desenrollados del tipo Hamites los cuales se desarrollaron en el albiano cenomoniano.

## FORMACION DOCTOR (Kid)

Descrita por B. W. Wilson, J.P. Hernández y E. Meave en 1955 en el Poniente del Poblado Zimapán, Qro. en el Distrito Minero El Doctor, donde estudiaron cuatro facies de calizas, las cuales se agruparon como la Formación El Doctor.

Litológicamente consiste en calizas criptocristalinas de color gris claro a gris crema y en ocasiones café, intemperizan en un crema claro, gris claro, gris oscuro, presenta fractura concoidea y olor fétido al quebrarla, su estratificación varía de mediana a gruesa y en bancos formando cuerpos masivos predominando éstos -- con abundante micro fauna formada principalmente por rudistas y miliólidos. Ocasionalmente se observan capas de calcarenitas y calcilutitas, los cuales se han formado como un talud de arrecife. Los mejores afloramientos se exponen al S del Poblado de -- Villa de Arista, donde se observa una orientación NW - SE.

En el área de estudio no aflora su base, por lo que no se determina su espesor, sin embargo, Petróleos Mexicanos le estima un -- espesor aproximado de 1,800 m. (Carrillo Bravo 1971).

El depósito de esta formación sugiere la existencia de una plataforma de tipo estable en aguas poco profundas, adecuada para el desarrollo de vida orgánica en forma abundante, dando lugar a la formación de arrecifes.

De acuerdo a sus fósiles y por su posición estratigráfica se le -

asigna una edad Albiano-Cenomaniano y se puede correlacionar con la Formación El Abra.

#### FORMACION INDIDURA (Ksi)

Kelly (1936) propuso el nombre de esta formación para describir un afloramiento compuesto por calizas lajosas y lutitas que con espesor de 30 m. aflora en el Area de las Delicias, Coah.

Esta formación está constituida por calcarenitas de color rosa - impuro, muy quebradizas, las lajas tienen espesores de 1 a 3 cm. y son la característica más sobresaliente de la formación, por estratos de caliza microcristalina de color gris a rosa, amarillo y negro que intemperiza en amarillo-amarillo ocre, en capas delgadas. En las calizas se observan -- huellas de oleaje y capas de óxido de fierro, lo que indica un depósito -- en un mar somero y agitado.

El fósil más representativo es un pelecipado clasificado como -- inoceramus s.p. del cual se conservan abundantes ejemplares en estratos -- aislados.

La zona de estudio se localiza sobre la Formación Cuesta del Cura y subyace a la Formación Caracol, por su posición stratigráfica y -- los fósiles encontrados en ella se le asigna una edad que corresponde al -- Turoniano.

#### FORMACION CARACOL (Ksc)

Imlay (1937) propuso este nombre de Formación Caracol para describir una secuencia de areniscas con espesor de 286 m. que afloran en el Arroyo del Caracol, localizado a 42 km. al Sureste de Parras, Coah, forma ción constituida por lutitas de color gris verdoso que intemperizan en -- amarillo. Hay localidades en las que puede intemperizar en colores ocre, verde olivo o violeta, comúnmente se encuentra en forma lajosa con fractu ra concoidea; lutitas algo arenosas con contenidos de mica y areniscas --

que se encuentran interestratificadas con lutitas, aumentando la presencia de éstas hacia la base.

La composición de estas areniscas es de tipo arcósica, constituida por granos de cuarzo, ortoclasa, andesina, biotita y fragmentos de vidrio, teniendo como cementante fluorita, calcita y sericita, los mejores afloramientos de esta formación se exponen en el área estudiada al Oeste del Poblado de Moctezuma, donde se dificulta estimar su espesor, ya que se encuentran sumamente plegadas. Sus contactos con la Formación Indidura son concordantes y transicionales sobre la cual descansa.

De acuerdo a su posición estratigráfica se le asigna una edad Conaciano - Maestrichiano y se le puede correlacionar con la Formación Cárdenas de la Plataforma Valles - San Luis.

#### TERCIARIO (Igea)

##### INTRUSIVO Granítico - Granodiorítico.

De este intrusivo se observa uno en el Distrito Minero de Charcas, con dimensiones aproximadas de 1500 m. N-S y 500 m. E-W.

Petrográficamente varía de pórfido granítico a granodiorita, constituyéndose el pórfido granítico por fenocristales de cuarzo y ortoclasa en matriz holocristalina, minerales máficos (biotita) algo raros, pero se presentan sobre todo en los contactos.

#### CUATERNARIO

##### CONGLOMERADO (Cg)

El Cuaternario en la zona de estudio está representado por conglomerado que se encuentra como depósito de pie de monte casi en toda el área, pero aflora más en la parte Poniente; consta de fragmentos redondos de las formaciones preexistentes mal cementados.

### BASALTO (B)

En la parte Este principalmente se manifiesta una actividad volcánica, representada por coladas basálticas, las cuales cubren superficies calculadas aproximadamente entre 30 y 40 Km<sup>2</sup>, siguiendo una dirección Norte hasta la Sierra de Coronado.

El color de las rocas es negro con estructura vesicular y amigdaloides, constituidas principalmente por plagioclasas y con un alto contenido de olivino, hornblenda y augita, se presentan estructuralmente como mesetas.

### ALUVION (A1)

Los depósitos aluviales del Reciente se constituyen por gravas, arenas, limos y arcillas, los cuales rellenan casi en su totalidad las partes bajas y los extensos valles. La composición es variable, dependiendo de la constitución de la roca madre de donde provienen.

El espesor es variable, pero muy considerable, ya que González - Aguilera, Tesis (1973, 83 p.) reporta 300 m. de espesor, en depósitos clásticos, determinado esto por medio de sondeos geofísicos.

#### 4.3.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL Y TECTONICA:

El área de estudio se encuentra plegada, formando anticlinales y sinclinales con dirección Norte - Sur, estos plegamientos se originaron - bajo la influencia de la Revolución Laramide que se efectuó a fines del Cretácico y principios del Terciario.

Además todas las rocas sedimentarias presentan fracturamiento, con fallas que dieron lugar a la extrusión de rocas ígneas que cubren discordantemente a las rocas sedimentarias; como consecuencia de los eventos tectónicos resultó un sistema de fallas y pliegues N - S a N 50°W, preferencialmente, siendo lo más sobresaliente:

**LA FLLA DEL SALERO:** Situada al Sur de la Sierra Charcas y Coronado en una falla de rumbo N 75°E, misma que atraviesa el área de estudio en la parte media y a la vez delimita el Graven de Villa de Arista en la parte Norte.

**ANTICLINAL EL PAJARO:** Localizado 10 kilómetros al Este de la Estación Charcas, formando la Sierra de Coronado y se trata de un anticlinal recostado con rumbo N 15°W. Su eje axial se extiende unos 18 km. en dirección del mismo, el flanco Occidental se encuentra erosionado y su flanco Oriental forma parte de un sinclinal cuyo eje se localiza unos 4 km. al Oriente del eje del anticlinal mencionado.

**GRAVEN DE VILLA DE ARISTA:** Se trata de una fosa de origen tectónico, rellena de gravas, arenas y limos, con un espesor aproximado hasta de 300 m.

Esta fosa es muy notoria en la zona, ya que tiene unos 50 km. de largo x 25 km. de ancho aproximadamente, con rumbo N 17°E, hacia el Norte está limitada por la falla Del Salero, la cual mencioné anteriormente. En el área abarca aproximadamente un 30% por lo que se le considera la mas importante estructuralmente.

#### 4.4.- GEOLOGIA HISTORICA:

El área que abarca el estudio presenta la siguiente historia geológica:

Debido a que la zona de estudio se localiza en la transición de la Plataforma Valles - San Luis, lo que se considera como "Cuenca Mesozoica del Centro de México". Así tenemos que de acuerdo con la información proporcionada por las rocas sedimentarias de la región se conforma la historia de la siguiente manera:

En el Triásico Superior, la Cuenca Mesozoica del Centro de Méxi

**TABLA DE CORRELACION ESTRATIGRAFICA**

| ERA          | SISTEMA     | SERIE   | PISO EUROPEO                           | ALTIPLANO POTOSINO FORMACIONES (I) | AREA DE ESTUDIO               | SIERRA DE CATORCE SERRES             |                         |
|--------------|-------------|---|--|------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| CENOZOICO    | CUATERNARIO | RECIENTE  |  |                                    | ALUVION                       | ALUVION                              |                         |
|              |             | PLEISTOCENO   |  |                                    | BASALTO<br>CONGLOMERADO       | EL LABONERO                          |                         |
|              | TERCIARIO   | PLIOCENO<br>MIOCENO<br>OLIGOCENO<br>EOCENO<br>PALEOCENO |  |                                    | AMUICHILIA                    | ROCAS IGNEAS EXTRUSIVAS E INTRUSIVAS | ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS |
|              |             |   |  |                                    | CLASIFICACIONES CONTINENTALES |                                      |                         |
| MESOZOICO    | CRETACICO   | SUPERIOR  | MAESTRICHIANO                          | TABACCO                            |                               |                                      |                         |
|              |             |   | CAMPANIANO<br>SANTONIANO               | CARDENAS                           |                               |                                      |                         |
|              |             |   | COCCHEANO                              | TAMASOPO<br>SAN FELIPE<br>CARACOL  | FM CARACOL                    |                                      |                         |
|              |             | INFERIOR  | TIURCANIANO                            | SCYZAL<br>COLENEVA                 | INDIGURA                      | FM SCYZAL                            |                         |
|              |             |   | CENOMANIANO                            | EL DOCTOR SUPERIOR                 | CUESTA DEL CURA               | FM CUESTA DEL CURA                   | FOQUESTADEL CURA        |
|              |             |   | ALBIANO<br>APTIANO<br>BARREMIANO       | GUACAMAYOTES                       | LA PEÑA                       | FM LA PEÑA                           | LA PEÑA                 |
|              | JURASICO    | SUPERIOR  | HALTERVIANO                            | TAMAULPAS                          | CUPIDO                        |                                      | FM CUPIDO               |
|              |             |   | VALANGIANO                             | INFERIOR                           |                               |                                      |                         |
|              |             |   | BERRASIANO                             | TARAISES                           |                               | FM TARAISES                          | TARAISES                |
|              |             | INFERIOR  | FORLANDIANO<br>AMERIGANO               | LA CAJA                            |                               | FM LA CAJA                           |                         |
|              |             |   | OXFORDIANO                             | ZULOAGA                            |                               | FM ZULOAGA                           |                         |
|              |             |   | CELESTIANO<br>BATHONIANO<br>BALLUCIANO | LA JOYA                            |                               | FM LA JOYA                           |                         |
| TRIASICO     | SUPERIOR    | TOURONIANO  | HUIZACHAL                              | LA BOCA                            |                               | FM LA BOCA                           |                         |
|              |             | SCHEUSSIANO<br>SHELIANO<br>HEITIANO                     |  |                                    |                               |                                      |                         |
|              |             | APETIANO  | ZACATECAS                              |                                    | FM ZACATECAS                  |                                      |                         |
| PALEOZOICO   | SUPERIOR    |   |  |                                    |                               |                                      |                         |
|              |             |   |  |                                    |                               |                                      |                         |
| PRECAMBRIICO |             |   |  |                                    |                               | ESQUISTOS                            |                         |

EROSION O NO DEPOSITO  
 NO AFLORA

Table 1 Cap IX

co sufre una transgresión por mares algo profundos y recibiendo depósitos de sedimentos arcillo - arenosos de la Formación Zacatecas. De fines del Triásico a mediados del Jurásico, la Cuenca Mesozoica emerge, depositándose se sedimentos de tipo continental que se observan en la Formación La Joya.

Durante el Oxfordiano tenemos una nueva transgresión marina con aguas de poca profundidad, depositándose como consecuencia sedimentos de tipo plataforma de la Formación Zuloaga, permaneciendo cubierta por aguas marinas de mayor profundidad. A finales del Jurásico hubo un cambio de las condiciones ambientales que originó un aumento de material terrígeno, que se observa en la Formación La Caja, empezando en ese tiempo la Formación de la "Cuenca Mesozoica del Centro de México". En el Cretácico Inferior y Medio aumenta la profundidad y se deposita la Formación Taraises, La Peña y Cuesta del Cura; depositándose al mismo tiempo los sedimentos de la Plataforma de la Formación Doctor.

En el Cretácico Superior la profundidad aumenta, incrementando el aporte de material arcilloso, Formación Indidura, prevaleciendo estas condiciones para que se deposite la Formación Caracol. Al final del Cretácico, los sedimentos depositados en nuestra área de estudio sufren una perturbación por efectos diastróficos de la Revolución Laramide, la cual provocó fallas y plegamientos y ocasionando así la regresión marina hacia el Este; por la misma causa se realizaron también en la localidad algunas intrusiones.

A mitad del Terciario, la región en general se ve afectada por actividad ígnea, la cual se caracteriza por derrames lávicos de composición riolítica, los cuales se observan actualmente en forma de mesetas -- sobre todo en las partes altas de las sierras.

Posteriormente, el intemperismo al activar sobre las rocas existentes, aportó el material clástico, con el cual se formó el conglomerado de Charcas que se compone de fragmentos de riolitas y de formaciones geológicas más antiguas, así como de materiales clásticos (aluvión) que provienen de las rocas que forman las sierras que lo rodean. La erosión continúa hasta rellenar la depresión que en el área de estudio es parte de la Cuenca de Villa de Arista.



## C A P I T U L O    V

### V.- HIDROGEOQUIMICA.

#### 5.1.- MUESTREO Y ANALISIS DEL AGUA.

Como se mencionó en el Capítulo III de Actividades de Campo, se recolectaron una muestra de agua por cada uno de los aprovechamientos hidráulicos censados.

El análisis químico de cada una de ellas incluyó la determinación de los Iones Mayoritarios, así como el (PH) Potencial Hidrógeno, --- (C.E. Mms/cm.), Conductividad Eléctrica, (S.T.D.) Sólidos Totales Disueltos, (.D.T.) Dureza Total y (A.T.) Alcalinidad Total. Todos estos parámetros están dados en partes por millón (P.P.M.).

En la Tabla ( 2 ) están los resultados más representativos de dichos análisis.

#### 5.2.- CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL AGUA MUESTREADA.

##### Sólidos totales Disueltos.

Este término refiere a la suma total de todos los minerales - que se encuentran disueltos en el agua. Según resultados en la parte Sur del Area, la salinidad varía entre 400 y 950 p.p.m., en la parte Central la variación es de 190 a 350 p.p.m. y en la parte Norte de 320 a 688 p.p.m. con excepción de la muestra No. 3599 que nos resulta con 806 p.p.m. - En base a las Normas que establece la Secretaría de Salubridad y Asistencia. El agua subterránea existente en este valle es apropiada para uso doméstico y en consecuencia para riego y abrevadero.

##### Calcio.

La concentración de calcio en general en toda la zona varía - entre 50 y 130 p.p.m., siendo este elemento muy soluble, no se considera

en estas proporciones perjudicial para la salud o para cualesquier uso.

#### Magnesio.

La mayoría del agua del subsuelo contiene cantidades muy pequeñas de magnesio, variando sus concentraciones entre 4 y 60 p.p.m., pudiéndose encontrar contenidos mayores de 100 p.p.m. en aguas de mar o salmueras.

#### Cloruros.

En la mayor parte del estudio se definen contenidos de 14 a 45 p.p.m. El Ión Cloruro no es muy abundante en la corteza terrestre y probablemente proceda de la disolución de la sal y de los minerales afines existentes en las evaporitas. Aguas hasta con 150 p.p.m. de cloruro son adecuadas para muchos fines.

#### Sulfatos.

Esta concentración varía entre 20 y 200 p.p.m., dichas concentraciones no son limitante para cualquier uso del agua, ya que el servicio de Salud Pública de los Estados Unidos de Norte América informa que las concentraciones de Sulfato aceptables son de 250 p.p.m. para consumo humano y de hasta 500 p.p.m. para riego.

#### Bicarbonatos.

En la zona de estudio el contenido de bicarbonatos varía de 150 a 300 p.p.m., existiendo la mayor concentración en la parte Sur a la altura del Poblado de Moctezuma.

El carbonato se presenta en cantidades despreciables, debido a que el potencial de hidrógeno (PH) siempre fué menor a 7.0 (cuando este es mayor de 8.2 se presenta la disociación de iones de bicarbonato o carbonatos), por ello los iones de carbonato se unen al hidrógeno para formar bicarbonatos, dándole así la alcalinidad al agua. De acuerdo a los resultados de la tabla ( 2 ).

### 5.3.- CLASIFICACION DEL AGUA.

Existen varios métodos para clasificar el agua, el que se utilizó está basado en los iones dominantes presentes en la misma. El criterio para su interpretación que aplicamos es el desarrollado por Piper (Diagrama Triangular). Ver figura (11, V).

Este diagrama se compone de dos triángulos equiláteros y un rombo central de lados iguales y con una subdivisión de 100 partes donde se representan los valores de las cantidades en reacción, en por ciento. El subtotal de todos los cationes es equivalente por millón es tomado como el 100% base para obtener los valores de reacción relativos a los diversos cationes, procediéndose de igual forma con los aniones.

En el triángulo izquierdo de la figura ( 11 ) se consignan las concentraciones de los principales iones positivos (magnesio, sodio, potasio, calcio) y en el triángulo derecho las concentraciones de los principales iones negativos (cloruros, sulfatos, bicarbonatos y carbonatos); los puntos graficados en cada uno de ellos se proyectan sobre el rombo central, obteniéndose en la intersección de ambas proyecciones un tercer punto, el cual representa el caracter químico de la muestra (composición relativa del agua como pareja de cationes y aniones).

De acuerdo con la ubicación de los puntos de las figuras (12,13,14 V) el agua del subsuelo en el área de estudio es predominantemente calcio bicarbonatada y en menor proporción agua del tipo mixto. Este comportamiento geoquímico parece indicarnos que el agua del subsuelo se desplaza fundamentalmente de rocas calcáreas o de material clástico, proveniente de ellas ó también de depósitos yesos algo salinos.

### 5.4.- CALIDAD DEL AGUA PARA USO AGRICOLA.

De acuerdo con el análisis de la química del agua efectuado, se determinó que en toda la zona estudiada está es adecuada para uso agrícola o para cualquier fin incluyendo el doméstico.



# RESULTADO DE LOS ANALISIS QUIMICOS

| Nº CENSO       | PH DEL AGUA | C E<br>Mgs/cp | DUREZA TOTAL<br>PPM | ALCALI TOTAL<br>PPM | CATIONES         |       |                  |      |                               |      |          |      |                 |      | ANIONES                  |      |        |      | RAS                           | AGROLOGICA |
|----------------|-------------|---------------|---------------------|---------------------|------------------|-------|------------------|------|-------------------------------|------|----------|------|-----------------|------|--------------------------|------|--------|------|-------------------------------|------------|
|                |             |               |                     |                     | Ca <sup>++</sup> |       | Mg <sup>++</sup> |      | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> |      | CLORUROS |      | Co <sub>3</sub> |      | SULFATOS SO <sub>4</sub> |      |        |      |                               |            |
|                |             |               |                     |                     | Meq/Lt           | PPM   | Meq/Lt           | PPM  | Meq/Lt                        | PPM  | Meq/Lt   | PPM  | Meq/Lt          | PPM  | Meq/Lt                   | PPM  | Meq/Lt | PPM  |                               |            |
| ZONA CHARCAS   |             |               |                     |                     |                  |       |                  |      |                               |      |          |      |                 |      |                          |      |        |      |                               |            |
| 3560           | 7.0         | 500           | 210                 | 170                 | 1.50             | 3.80  | 76.15            | 0.40 | 4.86                          | 3.00 | 183.03   | 0.60 | 21.27           | 0.40 | 12.00                    | 1.60 | 76.84  | 1.00 | C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> |            |
| 3597           | 6.8         | 1075          | 390                 | 210                 | 0.50             | 7.80  | 156.31           | 0.00 | 0.00                          | 4.20 | 256.24   | 0.80 | 28.36           | 0.00 | 0.00                     | 1.40 | 67.24  | 0.30 | C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> |            |
| 3599           | 6.8         | 1260          | 520                 | 180                 | 1.50             | 8.20  | 164.32           | 2.20 | 26.75                         | 3.60 | 219.64   | 0.85 | 30.13           | 0.00 | 0.00                     | 2.00 | 96.06  | 0.50 | C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> |            |
| 3614           | 6.8         | 1020          | 340                 | 195                 | 3.00             | 2.40  | 48.09            | 4.40 | 53.50                         | 3.30 | 201.37   | 1.45 | 51.40           | 0.60 | 18.00                    | 1.80 | 86.45  | 1.65 | C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> |            |
| 3616           | 6.8         | 960           | 290                 | 180                 | 3.20             | 3.40  | 68.13            | 2.40 | 29.18                         | 3.20 | 195.27   | 1.70 | 60.26           | 0.40 | 12.00                    | 1.80 | 86.45  | 1.90 | C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> |            |
| 3326           | 6.8         | 750           | 470                 | 210                 | 0.50             | 6.20  | 124.24           | 3.20 | 38.91                         | 3.80 | 231.84   | 0.70 | 24.81           | 0.40 | 12.00                    | 2.00 | 96.06  | 0.25 | C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> |            |
| 3631           | 6.8         | 590           | 300                 | 200                 | 1.50             | 2.80  | 56.11            | 3.20 | 38.91                         | 3.60 | 219.64   | 0.86 | 30.13           | 0.40 | 12.00                    | 1.60 | 76.84  | 0.80 | C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> |            |
| 3668           | 6.8         | 1050          | 450                 | 175                 | 0.80             | 8.00  | 160.32           | 1.00 | 12.16                         | 2.50 | 152.52   | 1.30 | 46.08           | 1.00 | 30.00                    | 2.00 | 96.06  | 0.40 | C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> |            |
| 3671           | 6.8         | 530           | 320                 | 240                 | 0.25             | 4.60  | 96.18            | 1.80 | 21.88                         | 4.80 | 292.85   | 0.40 | 14.18           | 0.00 | 0.00                     | 0.50 | 24.01  | 0.15 | C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> |            |
| 3558           | 7.0         | 560           | 280                 | 190                 | 1.00             | 3.40  | 68.13            | 2.20 | 26.75                         | 3.40 | 207.43   | 0.65 | 23.04           | 0.40 | 12.00                    | 1.20 | 57.63  | 0.50 | C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> |            |
| ZONA VENADO    |             |               |                     |                     |                  |       |                  |      |                               |      |          |      |                 |      |                          |      |        |      |                               |            |
| 3322           | 6.8         | 590           | 350                 | 155                 | 1.00             | 3.80  | 76.15            | 3.20 | 38.91                         | 2.50 | 152.02   | 0.85 | 30.13           | 0.60 | 18.00                    | 2.60 | 124.87 | 0.50 | C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> |            |
| 3555           | 7.0         | 460           | 220                 | 170                 | 1.70             | 4.80  | 80.16            | 0.40 | 4.86                          | 3.00 | 183.03   | 0.90 | 31.90           | 0.40 | 12.00                    | 1.00 | 48.03  | 1.00 | C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> |            |
| 3648           | 6.8         | 580           | 320                 | 240                 | 1.10             | 5.40  | 108.21           | 1.00 | 12.16                         | 4.00 | 244.04   | 0.65 | 23.04           | 0.80 | 24.00                    | 1.20 | 57.63  | 0.58 | C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> |            |
| 3678           | 6.8         | 520           | 250                 | 200                 | 1.00             | 3.60  | 72.14            | 1.40 | 17.02                         | 4.00 | 244.04   | 0.60 | 21.27           | 0.00 | 0.00                     | 0.60 | 28.81  | 0.50 | C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> |            |
| 3679           | 6.8         | 510           | 250                 | 200                 | 0.70             | 3.60  | 72.14            | 1.40 | 17.02                         | 4.00 | 244.04   | 0.50 | 17.72           | 0.00 | 0.00                     | 0.40 | 19.21  | 0.45 | C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> |            |
| 3684           | 6.8         | 640           | 350                 | 200                 | 0.90             | 4.00  | 80.16            | 3.00 | 36.84                         | 4.00 | 244.04   | 1.10 | 38.99           | 0.00 | 0.00                     | 0.40 | 19.21  | 0.50 | C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> |            |
| 3686           | 6.8         | 550           | 300                 | 180                 | 0.50             | 4.00  | 80.16            | 2.00 | 24.32                         | 3.60 | 219.64   | 0.75 | 26.58           | 0.00 | 0.00                     | 0.40 | 19.21  | 0.45 | C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> |            |
| 3892           | 6.8         | 560           | 230                 | 210                 | 0.85             | 4.60  | 92.18            | 0.00 | 0.00                          | 3.80 | 231.84   | 0.75 | 26.58           | 0.40 | 12.00                    | 0.50 | 24.01  | 0.50 | C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> |            |
| 3893           | 6.8         | 425           | 190                 | 145                 | 0.58             | 2.80  | 56.10            | 1.00 | 12.16                         | 2.50 | 152.52   | 0.60 | 21.27           | 0.40 | 12.00                    | 0.30 | 14.40  | 0.30 | C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> |            |
| 3901           | 6.8         | 555           | 280                 | 195                 | 1.20             | 4.00  | 80.16            | 1.60 | 19.45                         | 3.70 | 225.74   | 0.85 | 30.13           | 0.20 | 6.00                     | 0.40 | 19.21  | 0.70 | C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> |            |
| ZONA MOCHECUMA |             |               |                     |                     |                  |       |                  |      |                               |      |          |      |                 |      |                          |      |        |      |                               |            |
| 3907           | 6.8         | 630           | 320                 | 185                 | 0.50             | 4.40  |                  | 2.00 | 24.32                         | 3.10 | 189.13   | 0.75 | 26.58           | 0.60 | 18.00                    | 0.60 | 28.81  | 0.20 | C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> |            |
| 3908           | 6.8         | 625           | 360                 | 205                 | 0.50             | 5.60  | 88.17            | 1.60 | 19.45                         | 3.10 | 189.13   | 0.80 | 28.36           | 1.00 | 30.00                    | 0.80 | 38.42  | 0.25 | C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> |            |
| 3909           | 6.8         | 1500          | 890                 | 170                 | 3.70             | 12.60 | 112.22           | 5.20 | 63.33                         | 2.60 | 158.63   | 1.00 | 35.45           | 0.80 | 24.00                    | 6.00 | 288.18 |      | C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> |            |
| 3911           | 6.8         | 675           | 240                 | 175                 | 1.65             | 3.40  | 252.50           | 1.40 | 17.02                         | 2.50 | 152.52   | 0.85 | 30.13           | 1.00 | 30.00                    | 0.80 | 38.41  | 0.80 | C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> |            |
| 3913           | 6.8         | 450           | 250                 | 190                 | 1.50             | 3.40  | 68.13            | 1.00 | 12.15                         | 3.00 | 183.13   | 0.85 | 30.13           | 0.80 | 24.00                    | 0.80 | 38.42  | 0.75 | C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> |            |
| 3915           | 6.8         | 1160          | 350                 | 205                 | 2.90             | 6.00  | 68.13            | 1.00 | 12.15                         | 3.10 | 189.13   | 0.80 | 28.36           | 1.00 | 30.00                    | 1.60 | 76.84  | 1.20 | C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> |            |
| 3923           | 6.8         | 1400          | 460                 | 220                 | 4.90             | 2.00  | 120.24           | 7.20 | 87.55                         | 3.20 | 195.27   | 1.20 | 41.54           | 1.20 | 36.00                    | 1.20 | 57.63  | 1.85 | C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> |            |
| 3925           | 6.8         | 1485          | 400                 | 275                 | 6.20             | 2.60  | 40.08            | 5.40 | 65.60                         | 4.50 | 274.34   | 1.15 | 40.76           | 1.00 | 30.00                    | 1.00 | 48.03  | 2.50 | C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> |            |
| 3928           | 6.8         | 1600          | 490                 | 330                 | 11.78            | 4.60  | 52.10            | 5.20 | 63.23                         | 5.00 | 305.05   | 1.40 | 49.63           | 1.60 | 48.00                    | 5.00 | 240.15 | 5.20 | C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> |            |
| 3958           | 6.4         | 1200          | 550                 | 210                 | 3.64             | 7.20  | 92.18            | 3.80 | 46.20                         | 3.40 | 207.43   | 0.75 | 26.58           | 0.80 | 24.00                    | 1.60 | 76.84  | 1.30 | C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> |            |



**DIAGRAMA TRIANGULAR PARA  
CLASIFICACION DE AGUAS**

PIPER

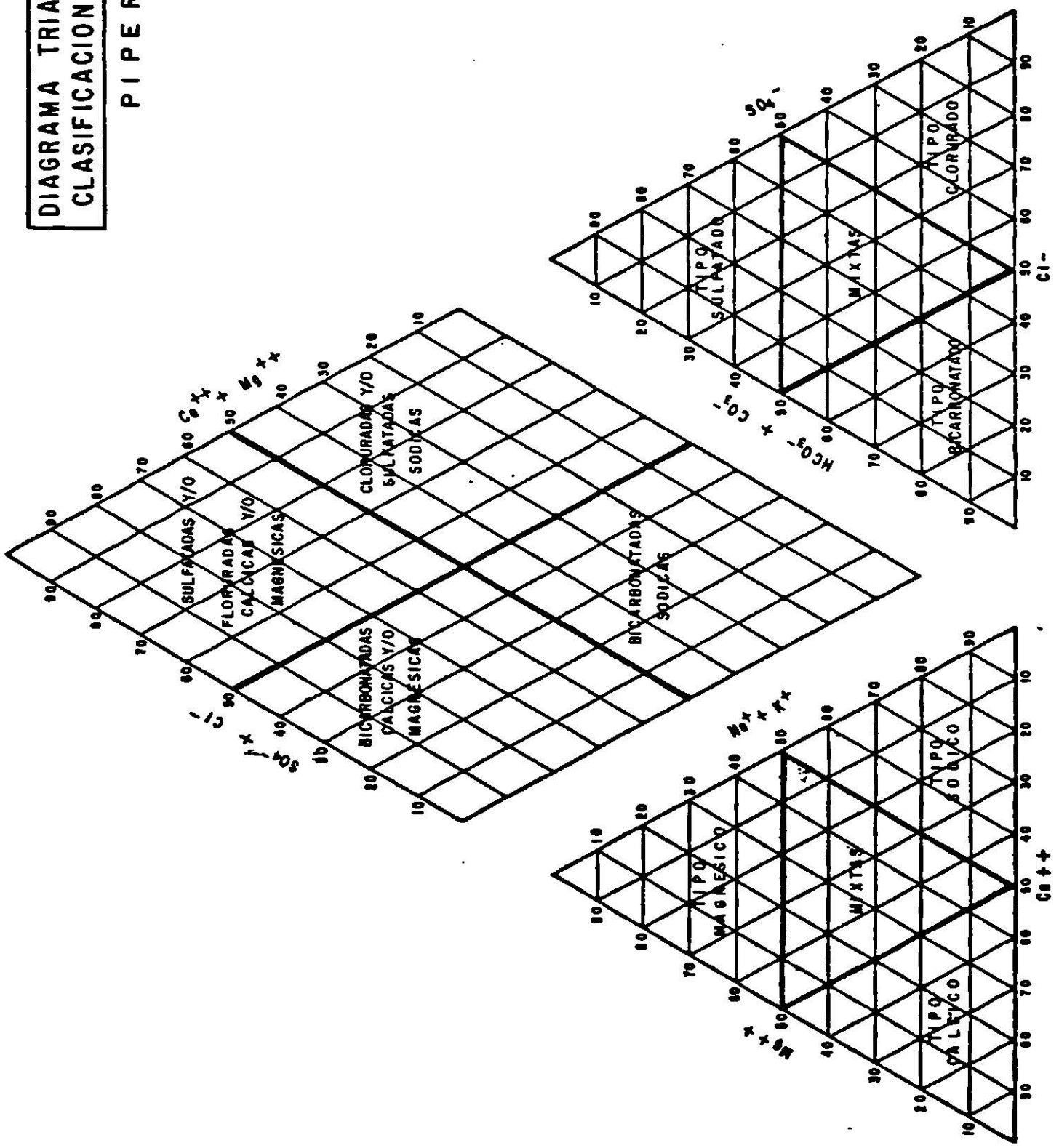


Fig. II Cap: V

DIAGRAMA TRIANGULAR PARA  
CLASIFICACION DE AGUAS

PIPER

ZONA MOCTEZUMA

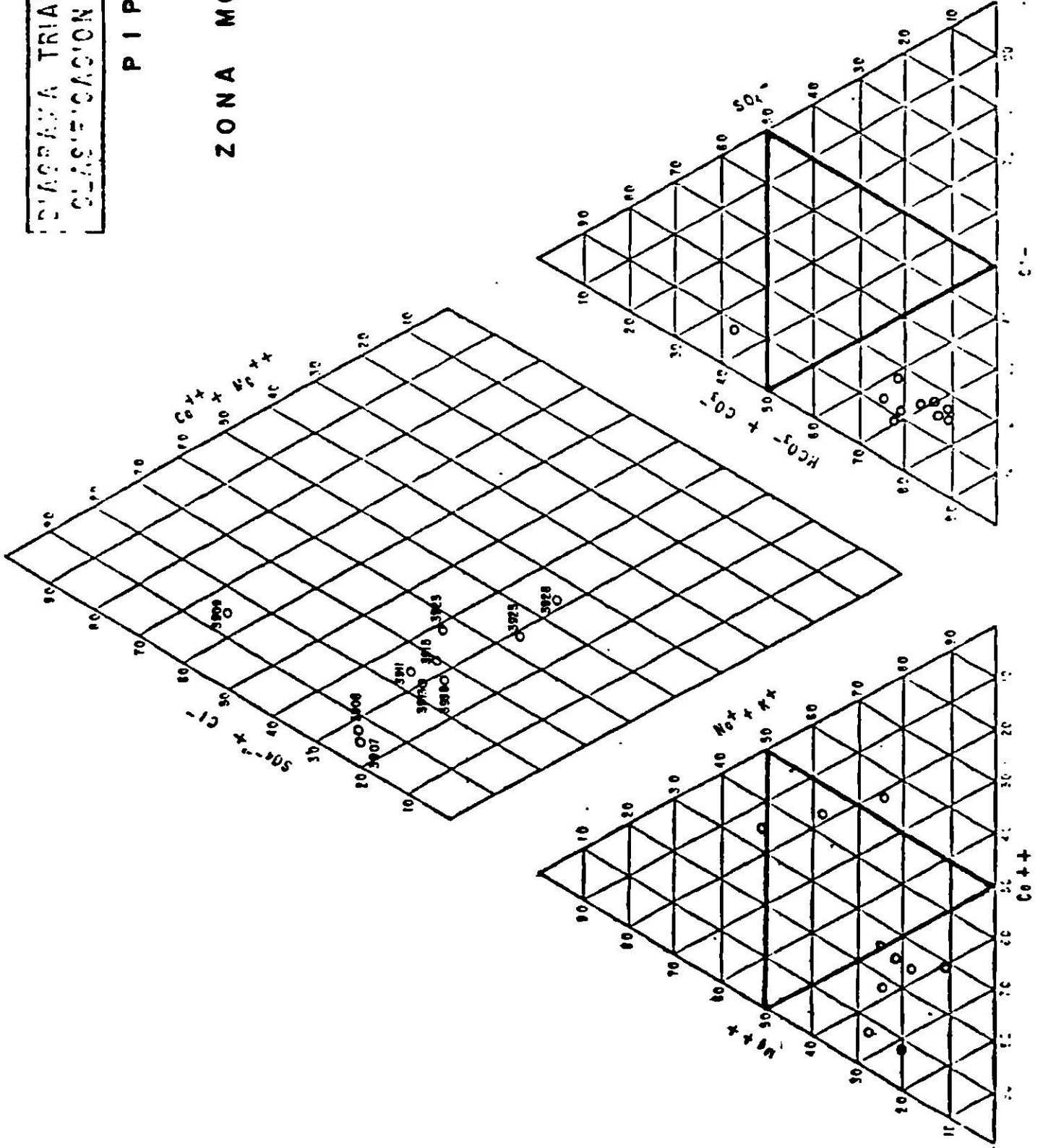


Fig. 12 Cap. V

DIAGRAMA TRIANGULAR PARA  
CLASIFICACION DE AGUAS

PIPER

ZONA VENADO

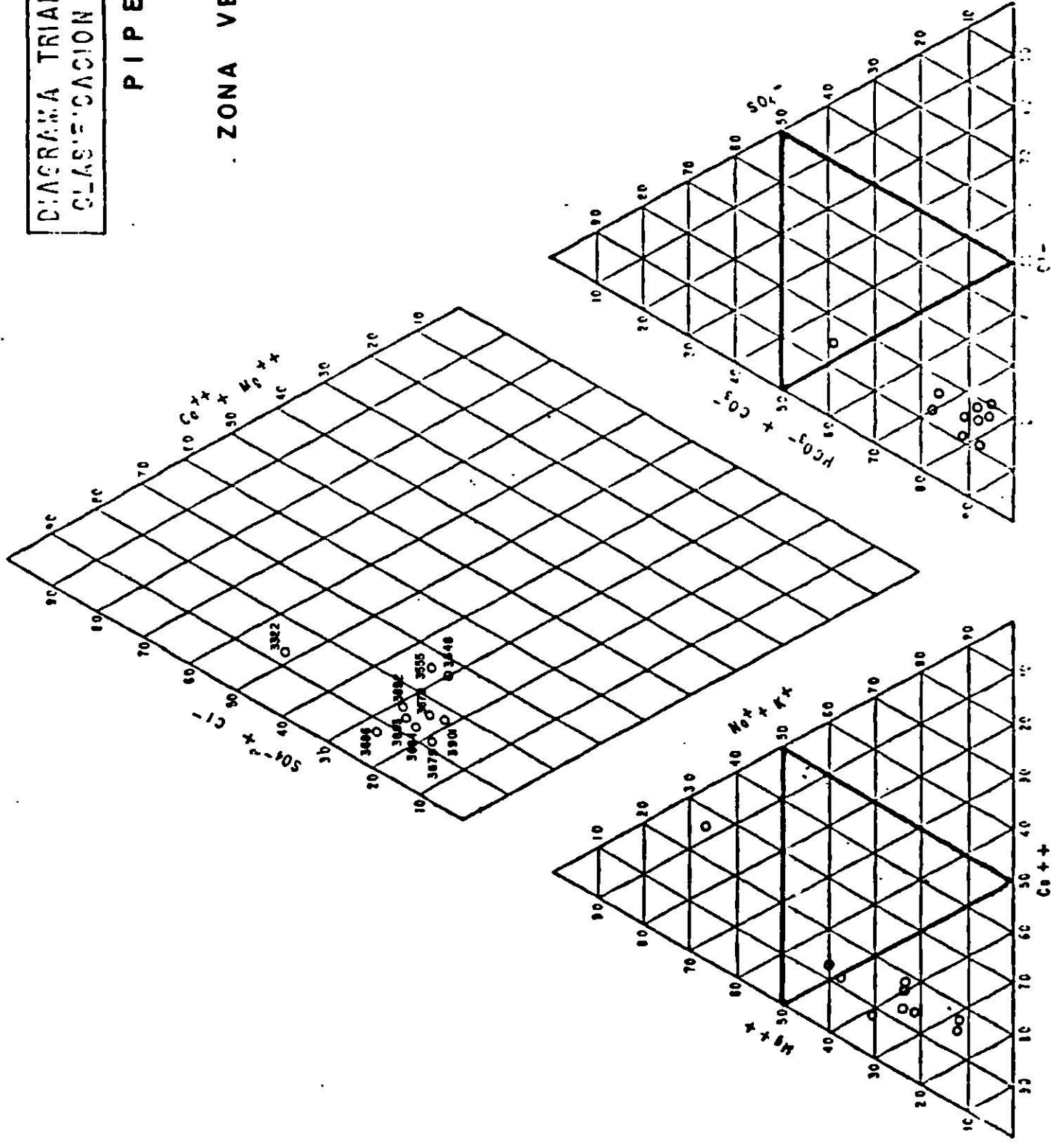


Fig. 13 Cap. V

DIAGRAMA TRIANGULAR PARA  
CLASIFICACION DE AGUAS

PIPER

ZONA CHARCAS

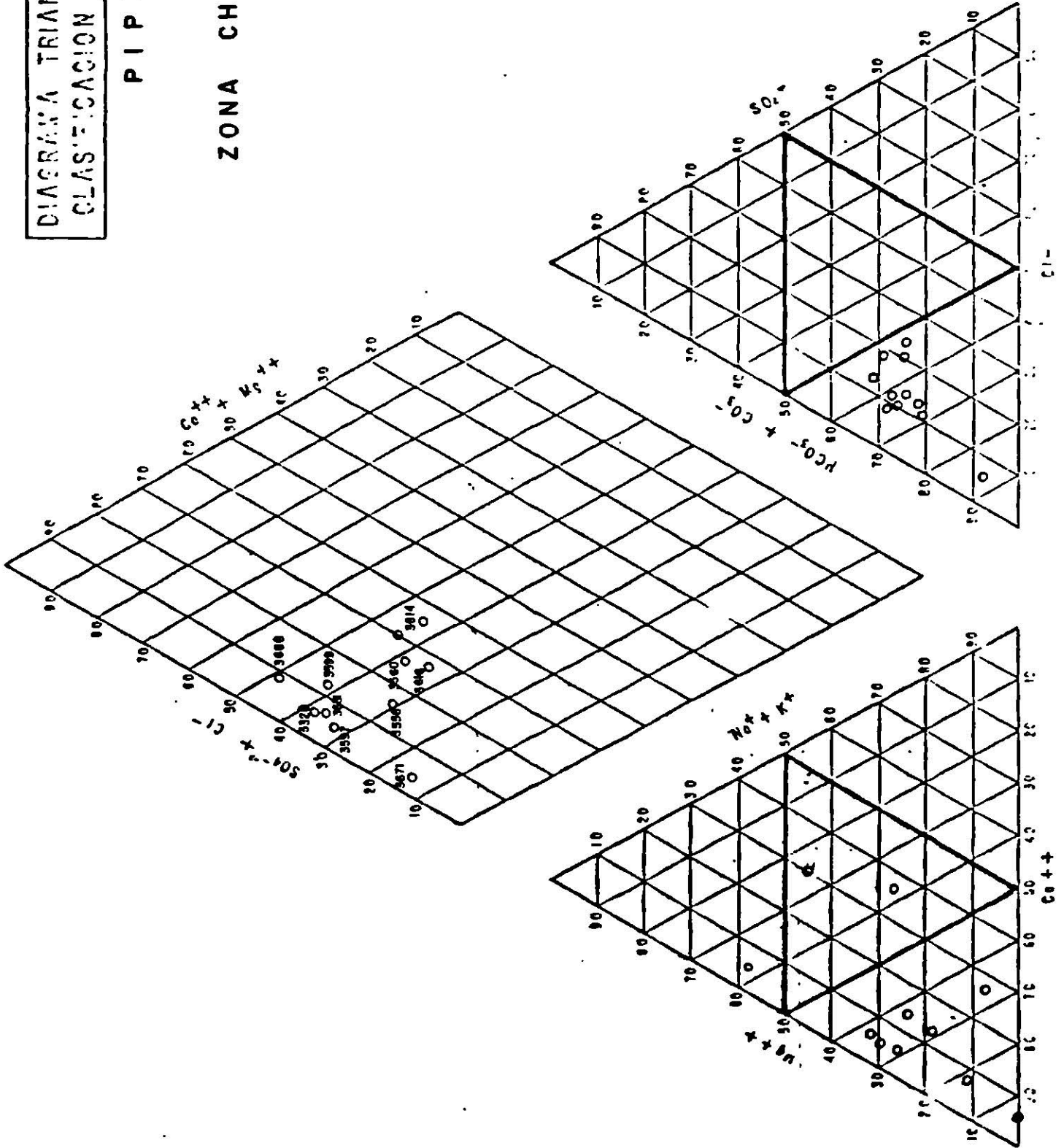


Fig. 14 Cap. IV



## C A P I T U L O VI.

### VI.- GEOHIDROLOGIA.

#### 6.1.- Piezometría.

Como mencionamos en el Capítulo III, en actividades de campo se realizan varios trabajos siendo uno de los principales la lectura de niveles estáticos pues es sabido que de ellos depende gran parte del estudio.

Contamos específicamente con la lectura de niveles en un periodo de (agosto a diciembre de 1971) proporcionados por la Subdirección de Geohidrología de la S.A.R.H. y otro periodo de (septiembre 1977 a marzo 1978), en el cual tratamos de actualizar dichas lecturas.

en los planos (No. 2) , (No. 3 ) presentamos la configuración de niveles estáticos y dirección de flujo subterráneo así como las curvas de igual nivel freático respectivamente.

Con estas interpretaciones se determinó que el agua subterránea se desplaza de norte a sur y en forma convergente -- hacia el poblado de Villa de Arista.

#### 6.2.- Comportamiento Hidrogeológico.

Desde el punto de vista geohidrológico en esta zona los más sobresalientes es el graven el cual modifica el patrón estructural causado por los eventos de la revolución laramide, considerando que la influencia de este graven provoca un control casi completo del agua profunda de esta área, ya que - en los niveles freáticos no afecta debido a que los relle-- nos fueron posteriores a la revolución laramide mencionada anteriormente.

El graven de Villa de Arista como comunmente se le conoce - se encuentra limitado por tres fallas, dos de gravedad tanto al oriente como al poniente y una que infiere al norte a la altura de Venado, S.L.P., dichas áreas actualmente se en encuentran cubiertas por aluvi3n del Reciente calculando que tenga hacia el centro 380 m. como m3ximo espesor. De acuerdo a datos disponibles.

Tomando en consideraci3n la geolog3a del subsuelo, las barreras impermeables se constituyen principalmente por sedimentos calc3reo-arcilloso y arcillo-calc3reo correspondiente a la Formaci3n Cuesta del Cura e Indidura dependiendo -- del grado de permeabilidad de las rocas que conforman el -- 3rea de estudio se clasifican en permeables e impermeables, mismas que a continuaci3n describo.

### 6.3.- Unidades Hidrogeol3gicas.

#### 6.3.1.- Definiciones.

Hidrogeolog3a es el estudio cualitativo de las propiedades f3sicas de los ac3feros incluyendo como - tales las propiedades f3sicas de las formaciones -- geol3gicas como lo son: la estructura, permeabili-- dad, porosidad efectiva, espesor y extensi3n.

Definici3n de algunas:

Permeabilidad.- Propiedad que tiene la roca de permitir al paso de flu3dos a trav3s de sus espacios - vac3os.

Porosidad efectiva.- Porcentaje de poros o cavidades que se intercomunican para dar paso a l3quidos que circulan por ellos.

Unidad Hidrogeológica.- Grupo de rocas con iguales características de permeabilidad e igual o similar funcionamiento hidráulico.

Dentro de estas unidades se conocen las positivas aquellas consideradas como acuíferos con la capacidad de contener el agua dejándola fluir a través de ellas.

Negativas son las impermeables o funcionan como -- acuífugos o acuícludos, trabajando como barreras -- regionales o locales.

#### 6.3.2.- Clasificación de Unidades Hidrogeológicas.

- a) Rocas Permeables.- Se consideran rocas permeables a reserva de efectuar exploraciones profundas - las formaciones Doctor y Zuloaga.

Dentro de las rocas permeables se puede mencionar también los conglomerados del cuaternario - confinados por las riolitas del Terciario y los rellenos del graven de Villa de Arista, constituido por material aluvial y lacustre siendo -- los principales almacenadores de agua subterránea.

- b) Rocas Impermeables.- Dentro del área de estudio consideramos como rocas impermeables, la formación Zacatecas constituida por lutitas y limolitas, areniscas, y conglomerados silisificados.

Formación La Joya.- Constituido por limolitas, areniscas arcillosas y lutitas con intercalaciones de conglomerado muy compacto.

Formación La Caja.- Constituida por calizas con intercalación de lutitas.

Formación Taraises.- Constituida por calizas arcillosas algo carbonosas, lutitas, lutitas calcáreas.

Formación La Peña.- Constituida por calizas arcillosas interestratificadas con lutitas.

Formación Cuesta del Cura.- Constituida por calizas delgadas con lentes de pedernal negro y con intercalaciones de lutitas laminar.

Formación Indidura.- Esta formación esta constituida de calizas arcillosas con lutitas calcáreas y carbonosas.

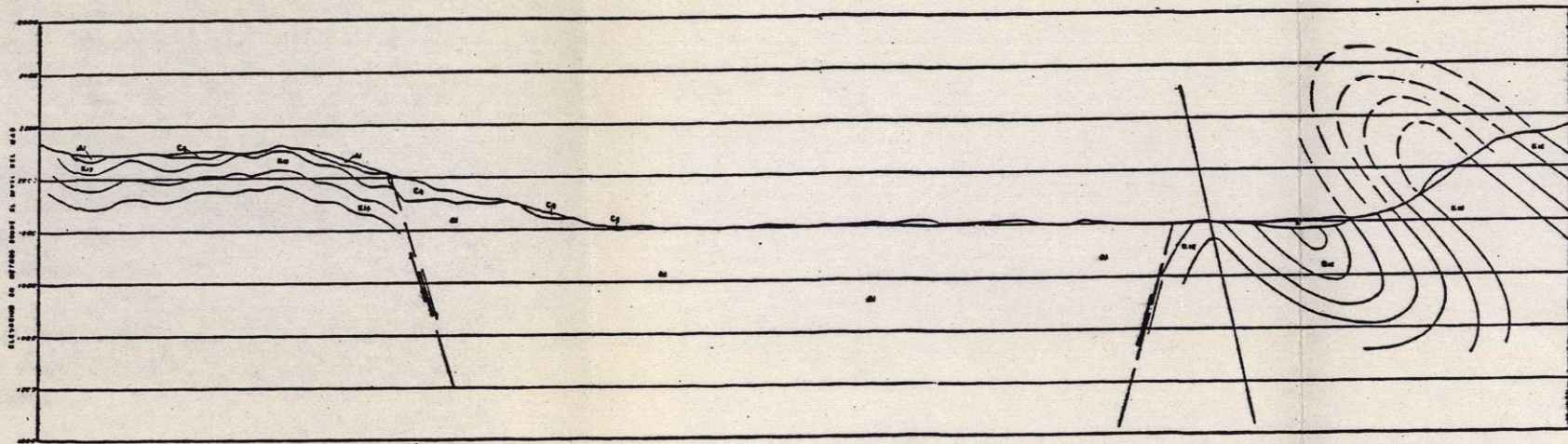
Formación Caracol.- Constituida por lutitas y areniscas las cuales se presentan alteradas en ocasiones principalmente las superficiales.

Estas formaciones de baja permeabilidad o impermeables trabajan como barreras horizontales al flujo y como base impermeable dentro de esta zona, ya que en las observaciones en las norias que tienen poca producción de agua es debido a los materiales arcillosos.

Las rocas ígneas intrusivas y extrusivas se consideran impermeables por no tener permeabilidad ni secundaria ni primaria y los basaltos sin permeabilidad debido a que la extensión y el espesor son mínimos.

- c) Como parte del reconocimiento hidrogeológico se llevó a cabo un sección geológica transversal en el área de estudio en dirección E - W sobre la secuencia estratigráfica expuesta -- pudiendo observar las caracterfsticas hidro--geológicas de esta parte del valle. (Fig. 4 VI).

# SECCION GEOLOGICA A-A'



## EXPLICACION

- Al ALUVION
- Cg CONGLOMERADO
- Dm FM. DOCTOR
- Lp FM. LA PEÑA

ESCALAS : HORIZONTAL 1:100,000  
 VERTICAL 1:10,000

## C A P I T U L O VII

### VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

#### 7.1.- CONCLUSIONES.

a) La zona de estudio se localiza en la porción Nor-Occidental del Estado de San Luis Potosí, encontrándose dentro de la misma los municipios de Moctezuma, Venado y Charcas.

Existen dos vías principales de comunicación para llegar a la misma por carretera asfaltada y por ferrocarril, los municipios mencionados, cuentan con servicio de teléfono, telégrafo y correo.

b) El área estudiada pertenece a la Provincia Fisiográfica denominada Meseta Central de acuerdo con Raisz. En conjunto constituye una región formada por planicies intermontanas. Después de la Sierra Madre -- Oriental se considera a este grupo orográfico como el más importante dentro del Estado de San Luis Potosí.

c) Esta zona pertenece a la Región Hidrológica No. 37, denominada El Salado, su diseño de drenaje es muy variable y depende del tipo de roca donde se presenta.

d) El promedio de temperaturas de esta zona es de 7 a 14°C y el promedio de precipitación es de 370 mm. al año. Tipo de vegetación semidesértica.

e) El censo de aprovechamientos hidráulicos subterráneos fué sobre 488 aprovechamientos localizados en planos topográficos escala ---- 1:50' 000.

f) Las formaciones geológicas del Triásico, Jurásico y Cretácico, tales como Zacatecas, La Joya, La Caja, Taraises, La Peña, Cuesta -- del Cura, Indidura y Caracol que se encuentran en el área de estudio son -



impermeables y funcionan como barreras laterales o piso del acuífero granular.

En cambio, la Formación Zuloaga y Doctor ofrecen posibilidades acuíferas a través de sus conductos de fractura y disolución. Las rocas ígneas intrusivas y extrusivas así como las metamórficas en general, son masivas e impermeables y actúan como barreras al paso del agua, aunque los basaltos poseen permeabilidad secundaria su pequeña área de afloramientos les resta importancia geohidrológica.

g) El acuífero está formado principalmente por rellenos aluviales de granulometría heterogénea, conglomerados y lacustres con un espesor aproximado de 300 m. en el centro del valle. Depositándose estos materiales acuíferos en un graben o fosa tectónica.

h) Los depósitos fluviales de los principales arroyos intermitentes que llegan hasta el valle, definen algunos acuíferos colgados de pequeñas dimensiones, los cuales alimentan al acuífero regional ya que en algunos casos las recargas provienen de los lechos de los arroyos donde se concentra el escurrimiento directo y en donde los depósitos permeables de arenas y gravas suelen ser más abundantes.

Lo que dentro del área estudiada se observa con la presencia de norias cercanas a dichos cauces.

i) De acuerdo al plano ( 3 ), el agua subterránea circula de los bordes del valle hacia su porción central con dirección Norte-Sur y Poniente-Oriente.

j) Esta zona no cuenta con aguas superficiales, por lo tanto -- son aguas subterráneas las que satisfacen en su totalidad las demandas para todo uso. Dichas aguas subterráneas según resultados de los análisis hidrogeoquímicos son aptas para el uso doméstico, abrevadero o riego.



## 7.2.- RECOMENDACIONES.

a) Realizar trimestralmente la observación de los niveles estáticos de los pozos piloto para determinar la evolución del acuífero.

b) Para llevar un verdadero control hidrométrico se recomienda instalar medidores totalizadores de flujo en las descargas de los equipos de bombeo y llevar un control de los caudales y tiempos de operación en -- pozos representativos.

c) Efectuar cuando menos una vez al año análisis físico-químicos para conocer la evolución de la calidad del agua.

d) Es conveniente ampliar este estudio geohidrológico preliminar a un estudio cien por ciento geohidrológico. Especialmente en lo que se refiere al balance entre recarga y extracción del acuífero.

e) Realizar estudios geofísicos con el objeto de profundizar - el conocimiento de la geometría del acuífero.

f) Es importante continuar asesorando a los usuarios para que aprovechen de manera más adecuada el uso de tan preciado líquido; así como para su extracción pues utilizan una serie de métodos totalmente obsoletos.

g) Planear la construcción de captaciones superficiales, tales como presitas, bordos de retención, piletas, etc.

C A P I T U L O      V I I I

VIII.- BIBLIOGRAFIA:

- 8.1.- CARRASCO GOMEZ MAURO.- Apuntes de la Materia de Geohidrologfa, Esc. de Ingenierfa de la U.A.S.L.P. -- (inédito).
- 8.2.- HIDROTEC, S.A. Informe preliminar del estudio geohidrológico de la Zona de San Luis Potosf, S.L.P. 1971 (inédito).
- 8.3.- PETIJOHN F.J. Rocas sedimentarias, Eudeba, B. Aires 1949.
- 8.4.- G. W. TYRREL. Principios de petrologfa intrudicció al estudio de la ciencia de las rocas. Cfa. Editorial Continental, S.A. 1960.
- 8.5.- GONZALEZ AGULERA ALFONSO Trabajo recepcional, U.A.S.L.P. Esc. de Ingenierfa (Geologfa) "Estudio Geohidrológico de la Cuenca de Villa de Arista, S.L.P.". 1973.
- 8.6.- LONGWELL Y FLINT. Geologfa Ffsica, Editorial Limusa-Wiley, S.A.
- 8.7.- Estudio geohidrológico preliminar del Valle de Villa de Arista, Estado de San Luis Potosf que la Secretarfa de Agricultura y Recursos Hidráulicos a través de la Subdirección de Geohidrologfa y de Zonas Aridas, encomendo al Area de Ciencias de la Tierra, dependiente de la Escuela de Ingenierfa de la Universidad Autónoma de San Luis Potosf.





SISTEMA DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

SIMBOLOGIA

- CAPITAL MUNICIPAL
- POBLADO
- CARRERA PAVIMENTADA
- TERRACERAS
- SECHAS
- VIA DE FERROCARRIL
- CURVA DE NIVEL
- PARTEAGUAS
- ARROYO
- PRESA
- CÉLERA FILTRANTE
- POZO
- MINA CON EQUIPO
- MINA SIN EQUIPO
- VARIANTAL



U  
A  
S  
L  
P

ESCUELA DE INGENIERIA  
AREA CIENCIAS DE LA TIERRA

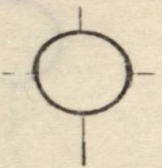
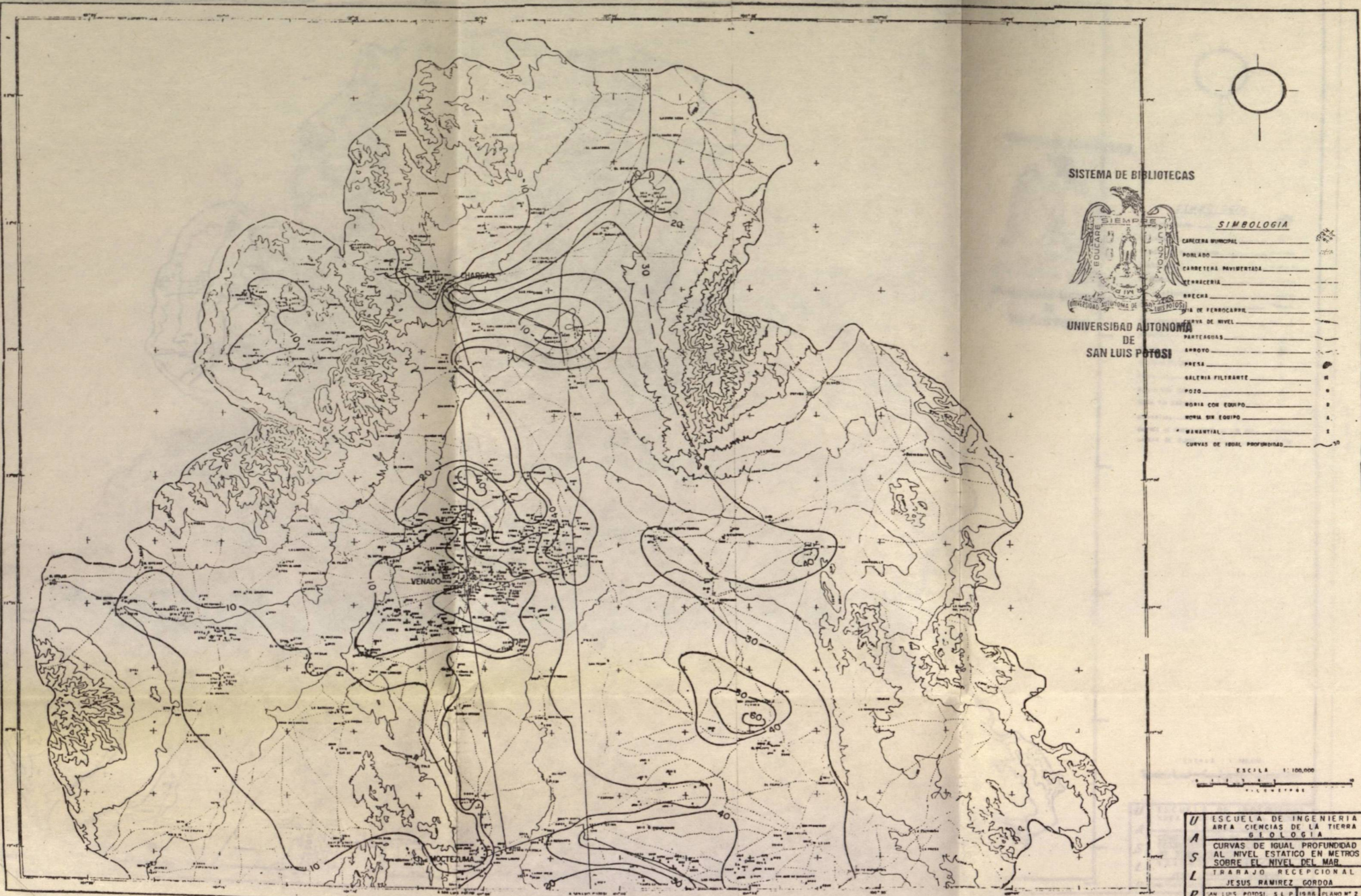
CENSO DE APROVECHAMIENTOS

TRABAJO RECEPCIONAL

JESUS RAMIREZ GORDON

SAN LUIS POTOSÍ, S.L.P. 1988 PLANO N° 1





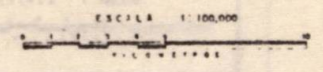
SISTEMA DE BIBLIOTECAS



**SIMBOLOGIA**

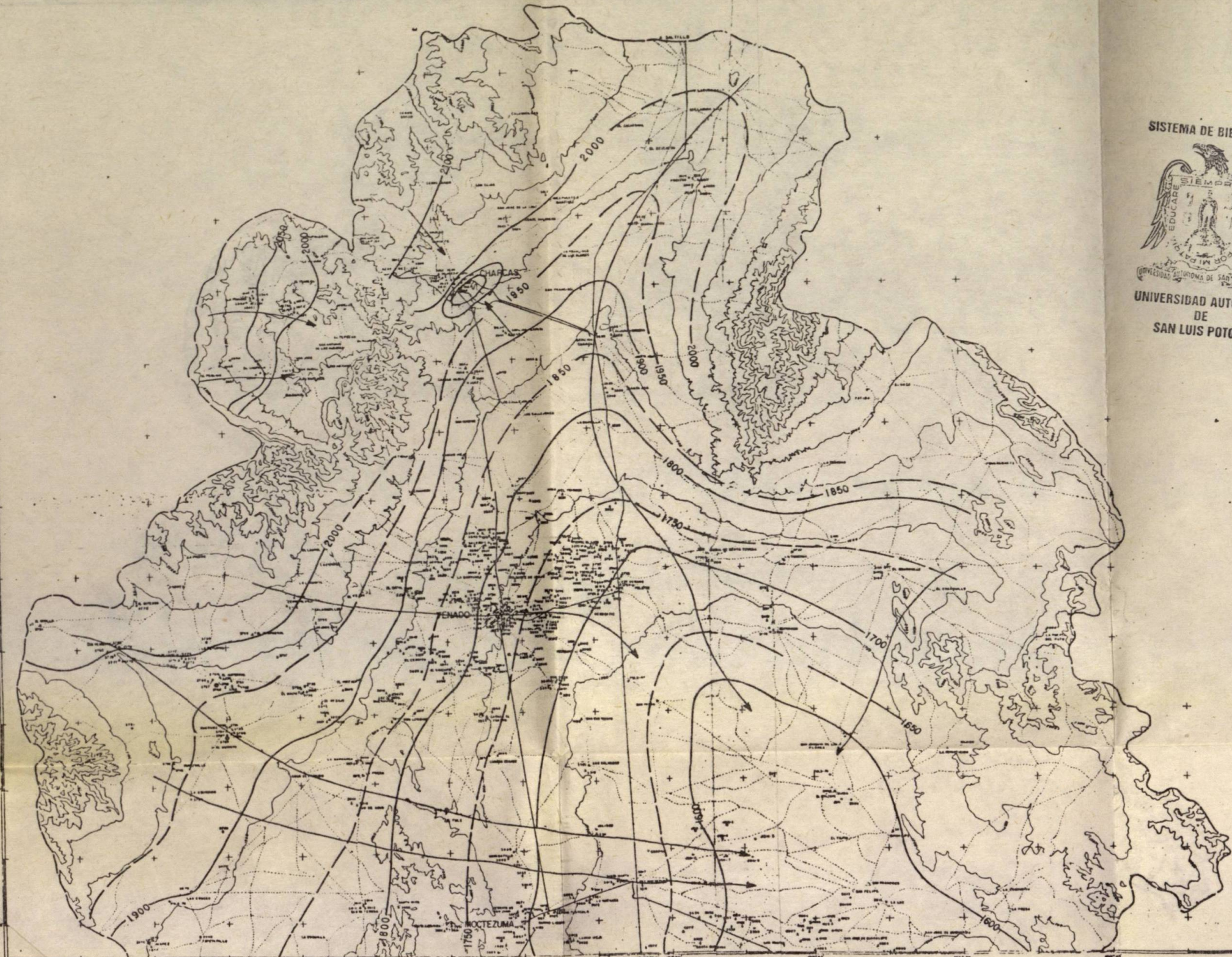
- CALLECERA MUNICIPAL \_\_\_\_\_
- PORLADO \_\_\_\_\_
- CARRETERA PAVIMENTADA \_\_\_\_\_
- CERRADERIA \_\_\_\_\_
- BRINCA \_\_\_\_\_
- LINEA DE FERROCARRIL \_\_\_\_\_
- CURVA DE NIVEL \_\_\_\_\_
- PARTICIONES \_\_\_\_\_
- ARROYO \_\_\_\_\_
- PRESA \_\_\_\_\_
- GALERIA FILTRANTE \_\_\_\_\_
- POZO \_\_\_\_\_
- BORJA CON EQUIPO \_\_\_\_\_
- BORJA SIN EQUIPO \_\_\_\_\_
- MANANTIAL \_\_\_\_\_
- CURVAS DE IGUAL PROFUNDIDAD \_\_\_\_\_

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE  
SAN LUIS POTOSÍ



|   |   |
|---|---|
| U | ESCUELA DE INGENIERIA                     |
| A | AREA CIENCIAS DE LA TIERRA                |
| S | GI O L O G I A                            |
| L | CURVAS DE IGUAL PROFUNDIDAD               |
| P | AL NIVEL ESTATICO EN METROS               |
|   | SOBRE EL NIVEL DEL MAR                    |
|   | TRABAJO RECEPCIONAL                       |
|   | JESUS RAMIREZ GORDOA                      |
|   | SAN LUIS POTOSÍ, S. L. P. 1986 PLANO N° 2 |





SISTEMA DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE  
SAN LUIS POTOSÍ

SIMBOLOGIA

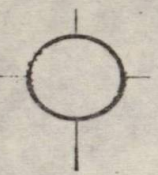
|                                     |         |
|-------------------------------------|---------|
| CABECERA MUNICIPAL                  | +       |
| POBLADO                             | •       |
| CARRERA PAVIMENTADA                 | —       |
| TERRACERIA                          | - - -   |
| BRECHA                              | · · ·   |
| VIA DE FERROCARRIL                  | —+—+—+— |
| CURVA DE NIVEL                      | ~       |
| PARTEAGUAS                          | —+—     |
| ABROTO                              | —+—     |
| PRESA                               | —+—     |
| GALERIA FILTRANTE                   | —+—     |
| POZO                                | •       |
| BORJA CON EQUIPO                    | •       |
| BORJA SIN EQUIPO                    | •       |
| MANANTIAL                           | •       |
| CURVAS DE CONFIGURACION DE LOS N.I. | —+—     |
| LINEAS DE FLUJO                     | →       |

ESCALA 1:100,000



|   |   |
|---|---|
| U | ESCUELA DE INGENIERIA   |
| A | AREA CIENCIAS DE LA TIERRA  |
| S | GEOLOGIA  |
| L | CONFIGURACION DE LOS NIVELES ESTATICOS Y DIRECCION DE FLUJO SUBTERRANEO |
| P | TRABAJO RECEPCIONAL   |
|   | JESUS RAMIREZ GORDOA  |
|   | SAN LUIS POTOSI, S.L.P. 1986 PLANO N° 3                                 |





SISTEMA DE BIBLIOTECAS



SIMBOLOGIA

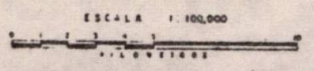
|                      |       |
|----------------------|-------|
| ALCERCA MUNICIPAL    | _____ |
| DEBLADO              | _____ |
| CARRERA PAVIMENTADA  | _____ |
| CARRICERIA           | _____ |
| BRECHA               | _____ |
| LINEA DE FERROCARRIL | _____ |
| CURVA DE NIVEL       | _____ |
| PARTEAGUAS           | _____ |
| ARROYO               | _____ |
| PRESA                | _____ |
| GALERIA FILTRANTE    | _____ |
| POZO                 | _____ |
| NORIA CON EQUIPO     | _____ |
| NORIA SIN EQUIPO     | _____ |
| HABITACIONAL         | _____ |

COLUMNA GEOLOGICA

|             |                      |     |                   |
|-------------|----------------------|-----|-------------------|
| CUATERNARIO | CECOTE               | Q   | ALUVIO            |
|             | PLEISTOCENO MEDIANTE | Qm  | BAJALTO           |
|             | PLEISTOCENO          | Qp  | IGLESABADO        |
| TERCIARIO   | EOCENO               | Eg  | OTISQUE OSMONTES  |
|             | OLIGOCENO            | Ol  | OLIGOCENO         |
|             | MIOCENO              | M   | MI. CANCIN        |
|             | PALEOCENO            | P   | PA. OSMONTES      |
|             | CRETACICO            | C   | CR. COSTA DEL CMA |
|             | ALBIANO              | Al  | AL. COSTA DEL CMA |
|             | CECOPARIANO          | Ce  | CE. COSTA DEL CMA |
|             | APTIANO              | Apt | AP. LA PERA       |
|             | SEPTIARIO            | Se  | SE. TARRAZES      |
|             | SAUTERVIANO          | Sa  | SA. LA CAJA       |
|             | SANTOBIANO           | St  | ST. LA CAJA       |
|             | PORTLANDIANO         | Pr  | PR. LA CAJA       |
| JURASICO    | UPPER JURASICO       | Uj  | UP. LA CAJA       |
|             | LOWER JURASICO       | Lj  | LO. LA CAJA       |
|             | JURASICO MEDIO       | Jm  | JM. LA JOTA       |
| TRIASICO    | TRI. NORTHERN        | Tn  | TR. LA JOTA       |
|             | TRI. SOUTHERN        | Ts  | TR. LA JOTA       |

SIMBOLOGIA GEOLOGICA

|                      |       |
|----------------------|-------|
| CONTACTO GEOLOGICO   | _____ |
| ARTIFICIAL           | _____ |
| SINCLINAL            | _____ |
| FRACURA              | _____ |
| BUBO Y SENADO        | _____ |
| FALLA DE COBRIMIENTO | _____ |
| SECCION GEOLOGICA    | _____ |
| GRABEN               | _____ |



U ESCUELA DE INGENIERIA  
A AREA CIENCIAS DE LA TIERRA  
S GEOLOGIA  
L PLANO GEOLOGICO  
L TRABAJO RECEPCIONAL  
P JESUS RAMIREZ GORDOA  
SAN LUIS POTOSI, S.L.P. 1986 PLANO N° 4



