

---

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA



PROSPECCION GEOHIDROLOGICA DEL AREA  
COMITAN - TRINITARIA - LAS MARGARITAS  
- INDEPENDENCIA. EN EL ESTADO DE CHIAPAS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO GEOLOGO  
P R E S E N T A:

ALDEMAR I. EBOLI MORALES



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA

FACULTAD DE INGENIERIA  
EXAMENES PROFESIONALES  
60-1-30

Al Pasante señor EBOLI MORALES ALDEMAR INOCENCIO,  
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Prof. Ing. Braulio Andreu Ibarra, para que lo desarrolle como tesis en su -- Examen Profesional de INGENIERO GEOLOGO.

"PROSPECCION GEOHIDROLOGICA DEL AREA COMITAN-TRINITARIA-  
LAS MARGARITAS-INDEPENDENCIA. CHIAPAS"

- I.- Introducción
- II.- Geografía general
- III.- Censo de aprovechamiento hidráulico
- IV.- Fisiografía
- V.- Geología general
- VI.- Características hidrogeológicas de las formaciones.
- VII.- Hidrogeoquímica
- VIII.- Funcionamiento hidrogeológico
- IX.- Conclusiones y recomendaciones

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable - para sustentar Examen Profesional, así como de la disposición de la - Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente,  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria, D.F., a 17 de mayo de 1982  
EL DIRECTOR

JJE  
JJE' MRV' mdb.  
Javier Jiménez Espinú

## I N D I C E

TEXTO

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

### I.- INTRODUCCION

I.1.- Generalidades . . . . .	1
I.2.- Objetivo del Estudio . . . . .	1
I.3.- Estudios Geológicos. . . . .	2
I.4.- Metodo de Trabajo . . . . .	3

### II.- GEOGRAFIA GENERAL

II.1.- Localización Geográfica y Extensión . . . . .	4
II.2.- Vías de Comunicación . . . . .	4
II.3.- Climatología . . . . .	5
II.3a.- Precipitación. . . . .	5
II.3b.- Temperatura . . . . .	6
II.3c.- Evaporación . . . . .	7

### III.- CENSO DE APROVECHAMIENTOS HIDRAULICOS

III.1.- Obtención de Muestras de Agua . . . . .	8
---	---

### IV.- FISIOGRAFIA

IV.1.- Provincias fisiográficas . . . . .	9
IV.2.- Hidrografía . . . . .	12
IV.2a.- Corrientes Superficiales . . . . .	12
IV.2b.- Sistemas de Drenaje . . . . .	12
IV.3.- Aprovechamientos Hidráulicos Subterráneos . . . . .	14
IV.4.- Orografía. . . . .	18

V .- GEOLOGIA GENERAL

V.1 .-	Estratigrafía . . . . .	20
V.1a.-	Formación Sierra Madre. . . . .	20
	Miembro Cantelá . . . . .	22
	Miembro Cintalapa . . . . .	23
V.1b.-	Formación Angostura . . . . .	25
V.1c.-	Formación El Bosque . . . . .	27
V.1d.-	Depósitos fluviales y de Talud . . . . .	29
V.2 .-	Geología Estructural . . . . .	30
V.3 .-	Geología Histórica. . . . .	35

VI. - CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLOGICAS DE LAS FORMACIONES

VII.-	PERMEABILIDAD DE LAS FORMACIONES.. . . . .	37
-------	--	----

VII.- HIDROGEOQUIMICA.

VII.1.-	Clasificación de Aguas para Riego . . . . .	39
VII.2.-	Concentraciones Iónicas . . . . .	42
VII.3.-	Familias de agua . . . . .	43
VII.4.-	Sólidos Totales . . . . .	44
VII.5.-	Calidad del Agua. . . . .	45

VIII.-	FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLOGICO, . . . . .	47
--------	--	----

IX.-	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES . . . . .	48
------	--	----

BIBLIOGRAFIA

APENDICE DE PLANOS Y ESQUEMAS

ANEXOS.

## R E S U M E N

El objetivo fundamental de este estudio consiste en determinar, la localización de zonas favorables para la perforación de pozos profundos de exploración, localizados después de realizar el estudio geológico semidetallado en cada zona, así como una apreciación preliminar del funcionamiento de los acuíferos existentes con relación a las diferentes unidades de roca presentes en el área, señalando su carácter hidrogeológico, su disposición estratigráfica y estructural, para el aprovechamiento de los recursos acuíferos en los sectores agrícola, doméstico e industrial.

Desde hace algún tiempo la Subdirección de Geohidrología y Zonas Áridas de la S.A.R.H. ha llevado a cabo diferentes estudios de geología superficial, así como del subsuelo para cuantificar el potencial hidrológico en algunas partes en el Estado de Chiapas.

En base a la experiencia obtenida en las exploraciones directas realizadas en rocas de composición calcárea en el área de Comitán, Trinitaria, Independencia y Margaritas, ha sido posible clasificar algunas unidades como buenas productoras de agua subterránea, ya que presentan características de porosidad y permeabilidad susceptibles de explotarse económicamente.

La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, ha estado elaborando estudios agropecuarios óptimos para aprovechar el agua subterránea de los acuíferos, logrando en esta forma el mejor aprovechamiento del agua de la región.

## I.- INTRODUCCION

### I.1.- GENERALIDADES

Día con día se perfeccionan las técnicas de exploración orientadas a descubrir mantos acuíferos, debido a la imperiosa necesidad de satisfacer cada vez más los requerimientos de agua para uso doméstico, agropecuario e industrial, en zonas donde los aprovechamientos superficiales son insuficientes. Por ésto, la Dirección de Geohidrología y Zonas Áridas de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, en los trabajos de exploración que lleva a cabo, ha puesto gran interés en lo que corresponde a las rocas calizas, ya que estas han mostrado buenas características acuíferas.

Desde hace 7 años la Dirección antes mencionada, inició la exploración de acuíferos en rocas calizas en el Estado de Chiapas, habiendo encontrado manifestaciones claras de almacenamiento de agua subterránea, susceptible de explotarse económicamente.

### 1.2.- OBJETIVO DEL ESTUDIO

El reconocimiento del área de Comitán, Las Margaritas, Independencia y La Trinitaria tiene por objeto el identificar las diferentes unidades de rocas calizas existentes, precisar sus posibilidades de contener agua, conocer su disposición estratigráfica y estructural, todo ello con el fin de identificar los principales acuíferos y la factibilidad de explotarlos.

## 1.3.- ANTECEDENTES SOBRE EL AREA

El área en cuestión cuenta con información geológica no muy amplia; regionalmente fue posible consultar con los estudios realizados en áreas vecinas como son:

Gutiérrez G. R.	1956	Geología del Mesozoico - y estratigrafía pérmica del Edo. de Chiapas. <u>Con</u> greso Geológico Internacio <u>nal</u> C-15 México.
Gonzalo F. Chirinos	1966	Area: Comitán-La Trinitaria, Chis. Inédito (PEMEX) Z.S.
Sánchez M. de O. R.	1973	Proyecto Mesozoico arrecifal de la Sierra de Chiapas I.G. Inédito (PEMEX) Z.S.
Sánchez M. de O. R.	1978	Geología Petrolera de la - Sierra de Chiapas I.G. -- Inédito (PEMEX) Z.S.
E G E O C I S A	1976	Levantamientos Geológico-Hidrologicos en áreas del Estado de Chiapas. Contrato EICZA-76-1 S.E.H.

## 1.4.- METODO DE TRABAJO

Para el estudio del área se llevaron a cabo actividades de campo y de gabinete. Las actividades de campo consistieron en un reconocimiento geológico regional, vaciando los datos -- observados a las fotografías aéreas para facilitar el estudio foto geológico. Posteriormente se realizó el censo y localización de -- aprovechamientos hidráulicos, obtención de muestras de agua para -- análisis químicos y lecturas de niveles estáticos de pozos y norias.

Por lo que corresponde al trabajo de gabinete éste -- se basó en la interpretación de fotografías aéreas, sobre las cuales se marcaron tanto la hidrografía y vías de comunicación como las -- los principales rasgos geológicos, estratigráficos y estructurales.

## II.- GEOGRAFIA GENERAL

### II.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA Y EXTENSION

El área se localiza en la porción suroriental del - Estado de Chiapas, en el extremo Sureste del País, en los límites con la República de Guatemala. Esta limitado entre las siguientes coordenadas geográficas: (lámina No.1).

16° 03' y 16° 26' de Latitud Norte y  
91° 10' y 92° 36' de Longitud Oeste

Su superficie es de 1345Km<sup>2</sup> aproximadamente y abarca parte de los municipios de: Comitán de Domínguez, Trinitaria, -- Tzimol, Independencia y Margaritas.

### II.2.- VIAS DE COMUNICACION

La región se comunica con la Ciudad de Tuxtla Gutiérrerz, por medio de la carretera Federal 190, conocida como carretera panamericana pasando por San Cristóbal de Las Casas y Teopisca, con un recorrido total de 172 Km, se llega a Comitán en la porción occidental del área de estudio.

Hacia Trinitaria, Montebello y Margaritas, se puede llegar por carreteras pavimentadas; el resto del área está bien -- comunicada por caminos de mano de obra.

En Comitán existe un aeropuerto con servicio regular de avionetas, con vuelos de corto alcance.



<b>U. N. A. M</b>		
FACULTAD DE INGENIERIA		
<b>LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO</b>		
Número	No. 1	FECHA
		10-II-82
		ALDEMAR I. EBOLI M.

### II.3.- CLIMATOLOGIA \*

Con el fin de conocer y definir las características climatológicas de la región se obtuvo la información recabada en estaciones localizadas dentro o proximas al área de estudio (lámina No. 2).

En la tabla II.3 se indican los nombres de las estaciones seleccionadas, señalando para cada una, el período de observación de que se dispuso para la elaboración de planos y comentarios que se presentan en los siguientes incisos.

Es necesario aclarar que las estaciones La Mesilla y Tzimol son estaciones que se encuentran aledañas a la zona de estudio y se optó por tomar estas dos estaciones, debido a que no existen otras más cercanas al área.

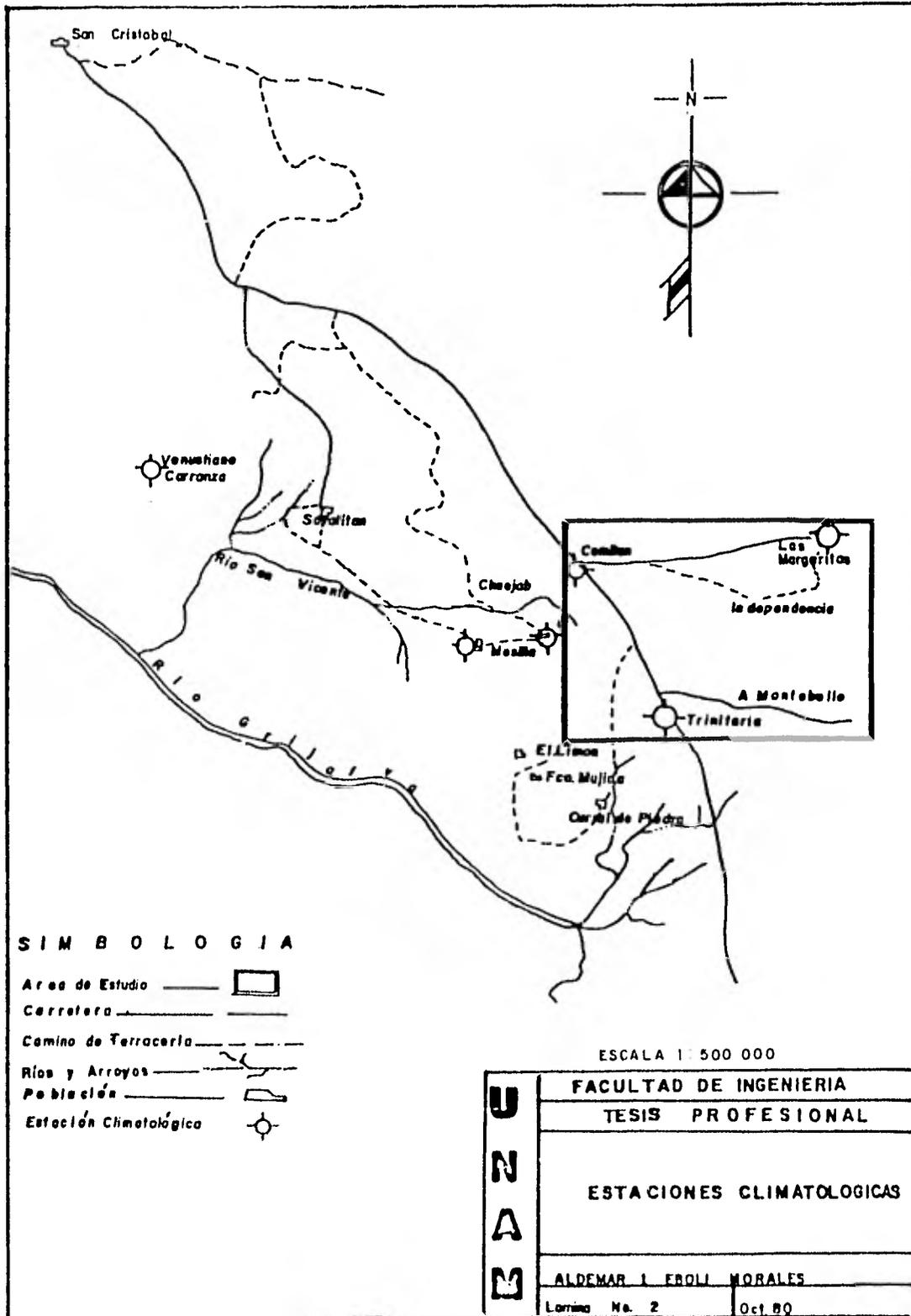
#### II.3a.- PRECIPITACION

En la tabla II.2, se presentan los datos referentes a las lluvias medias mensuales observadas en las estaciones climatológicas de la tabla anterior, mientras que en la lámina 3 se muestran las isoyetas medias anuales correspondientes a la zona de estudio.

\* Los datos climatológicos fueron obtenidos del servicio Meteorológico de la S.A.R.H.

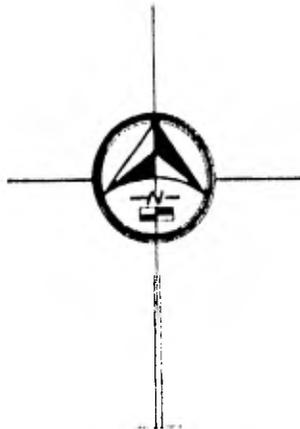
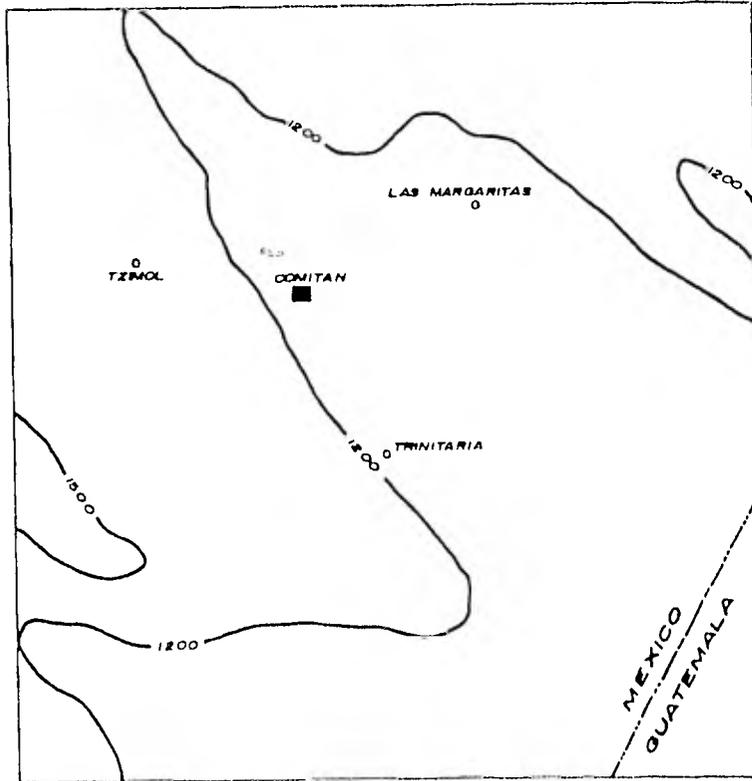
ESTACIONES LOCALIZADAS EN LA PORCION SURESTE DEL ESTADO DE CHIAPAS, CERCANAS AL AREA DE ESTUDIO	
ESTACION	PERIODO DE OBSERVACION.
COMITAN - - - - -	1970 - - - - - 1980 --
LA MESILLA - - - - -	1970 - - - - - 1980 --
LA TRINITARIA - - - - -	1970 - - - - - 1980 --
TZIMOL - - - - -	1970 - - - - - 1980 --
LAS MARGARITAS - - - - -	1970 - - - - - 1980 --

TARLA II.1



PRECIPITACION MEDIA MENSUAL Y ANUAL OCURRIDA EN LA PORCION SURESTE DEL ESTADO DE CHIAPAS (mm.)													
ESTACION	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL.
CONITAN	5.0	11.0	9.5	53.3	109.6	223.0	136.4	165.0	233.2	112.1	27.5	9.3	1094.9
LA MESILLA	1.4	9.2	14.1	57.0	106.5	283.5	155.0	125.0	309.2	166.5	25.1	7.0	1259.5
LA TRINITARIA	3.1	7.7	6.7	36.6	84.6	237.0	113.9	154.5	169.3	134.4	15.4	15.4	1005.1
TZIMOL	7.9	2.4	20.0	53.1	99.7	204.4	124.5	148.3	224.7	108.1	22.2	13.1	1028.4
LAS MARGARITAS	4.0	9.2	9.0	48.1	95.3	211.0	124.4	151.0	208.0	109.5	23.7	10.1	1003.3

TABLA II.2



<b>U. N. A. M.</b>		
TESIS PROFESIONAL FACULTAD DE INGENIERIA		
<b>ISOYETAS MEDIAS ANUALES EN M.M. ZONA COMITAN — TRINITARIA</b>		
ALDEMAR I EBOLI MORALES		
ESC 1:500,000	1980	LAM No 3

De la tabla II.2 se puede mencionar que, aún cuando -  
practicamente en todos los meses ocurren precipitaciones, aunque sea  
de poca magnitud, es posible definir el período de mayo a octubre -  
como el de precipitación máxima, meses en los cuales la lluvia gene  
ralmente es superior a los 100 mm, con un valor máximo registrado -  
en la estación La Mesilla, en donde la precipitación media mensual  
es de 309.2 mm.

En el plano de isoyetas medias anuales se observa --  
que en el área la precipitación se incrementa de oriente a poniente,  
variando de 1000 mm, registrados en Las Margaritas, hasta 1250 mm,  
registrados en la estación La Mesilla.

En dirección noroeste-suroeste también se nota una -  
tendencia de incremento, pues los valores de las isoyetas trazadas -  
aumentan hacia el Río Grijalva.

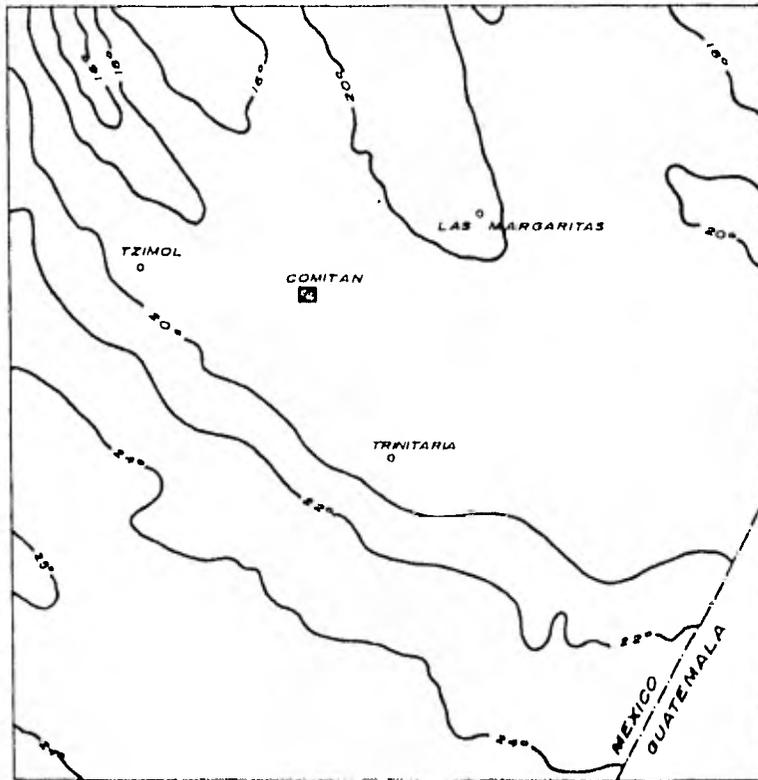
#### II.3b.- TEMPERATURA

La tabla II.3, presenta los valores de temperatura --  
media mensual, medidas en las cinco estaciones localizadas dentro --  
o próximas a la zona en estudio (lámina No. 4).

Según la tabla anterior, la temperatura media mensual  
varía entre 16°C., siendo los meses de menor magnitud de noviembre -  
a febrero, época en que generalmente la temperatura es inferior a --  
los 20° C.

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL Y ANUAL DE LA PORCION SURESTE DEL ESTADO DE CHIAPAS (°C ).													
ESTACION	FNE.	FEB.	MAR.	APR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL.
COMITAN	15.9	17.2	18.8	20.2	20.5	19.9	19.2	19.6	19.4	18.0	16.6	16.2	18.5
LA MESILLA	21.6	22.6	24.4	26.1	26.3	25.5	25.3	25.4	24.8	23.5	22.6	21.4	24.1
LA TRINITARIA	17.3	18.2	19.4	20.4	20.8	21.1	19.5	20.0	20.0	20.0	18.1	17.1	19.3
TZINOL	17.9	18.9	20.2	21.6	21.9	21.4	21.0	21.4	20.7	19.8	18.6	18.0	20.1
LAS MARGARITAS	16.0	16.8	18.1	19.3	19.8	18.7	18.6	19.6	19.4	18.0	16.5	16.2	18.5

TARLA II.3



U. N. A. M.		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TESIS PROFESIONAL		
ISOTERMAS MEDIAS ANUALES EN °C		
ZONA COMITAN-TRINITARIA		
ALDEMAR I EBOLI MORALES		
ESCALA	1 : 100,000	Lám. No. 4

Las áreas más calurosas son las que se encuentran proximas - a las estaciones La Mesilla y Tzimol. En la estación La Mesilla se han registrado temperaturas medias mensuales superiores a 26°C, medidas en Abril y Mayo.

La afirmación se expresa graficamente en la lámina No. 4, la que muestra que las isotermas trazadas aumentan de valor de noroeste - a suroeste, desde 18°C hasta el máximo de 25°C, correspondiente a la - zona situada hacia la esquina SW de la lámina.

### II.3c.- EVAPORACION

De las estaciones elegidas para estudiar la climatología de - la zona de estudio, únicamente tres de ellas cuentan con el registro de evaporación, motivo por el cual esta característica climatológica se - definirá únicamente a partir de la tabla II.4.

Tal como se puede observar en dicha tabla, la evaporación - anual en el área de estudio varía entre 1472 y 1564 mm, concentrando se la mayor parte de esta evaporación entre los meses de Marzo y Agosto, en los que la evaporación generalmente es superior a 140 con máximo de 189.6 mm registrado en Abril en la estación La Mesilla. En el período - señalado, Junio es un mes extraordinario a pesar de encontrarse dentro de los meses señalados de evaporación alta, según los registros en ese mes la altura de evaporación es baja, pues oscila entre 129.9 mm y 124.1 mm.

En el período comprendido de Septiembre a Febrero los valores medidos indican una evaporación mensual de 80 a 125 mm, siendo Octubre el mes en el que se ha medido altura mínima.

EVAPORACION MEDIA MENSUAL Y ANUAL DE LA PORCION SURESTE DEL ESTADO DE CHIAPAS (mm.).													
ESTACION	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
COMITAN	115.9	133.3	174.9	172.1	160.0	120.9	141.4	141.4	106.3	94.7	97.9	104.9	1563.9
LA MESILLA	117.5	135.5	173.0	189.6	172.8	122.6	135.5	144.9	96.0	85.1	85.0	84.5	1542.0
TZIMOL	103.2	114.7	162.1	165.9	155.2	124.1	151.7	147.2	95.9	80.0	88.2	93.0	1472.2

TABLA II.4

### III.- CENSO DE APROVECHAMIENTOS HIDRAULICOS

Durante los recorridos por diferentes partes de la zona se localizaron los principales aprovechamientos de agua sobre fotografías aéreas y posteriormente fueron vaciados en los planos correspondientes ( plano No. 1 )

En hojas impresas para tal efecto se obtuvieron los datos correspondientes a características constructivas y de operación en -- cada aprovechamiento a partir de los cuales se elaboró la tabla III.1 y se llenaron los formatos utilizados por la Dirección de Geohidrología y Zonas Áridas de la S.A.R.H., así como los cortes litológicos de los pozos profundos.

En total se censaron 6 pozos, 15 norias, 6 manantiales - y 9 lagos, de los cuales solamente el pozo Cash se encuentra equipado y en operación. También se registraron 11 pozos construidos recientemente con sus características constructivas ( plano No. 2 y tabla III 2).

#### III.1.- OBTENCION DE MUESTRAS DE AGUA

Al mismo tiempo que se efectuó el censo de aprovechamientos, se muestreó algunos de ellos llenando dos botellas de un litro, para - realizar análisis químicos de aniones y cationes y la interpretación - geoquímica de ellas. Al tomar las muestras de agua se midió la temperatura de ésta, la temperatura ambiente, el potencial de hidrógeno y su resistividad eléctrica.

## IV.- FISIOGRAFIA

E. Raisz dividió al Estado de Chiapas en seis provincias las cuales son: (lámina No.5).

- 1.- Planicie Costera del Pacífico
- 2.- Sierra Madre de Chiapas
- 3.- Depresión Central de Chiapas
- 4.- Meseta Central de Chiapas
- 5.- Sierras Plegadas de Chiapas
- 6.- Planicie Costera del Golfo de México

1.- Planicie Costera del Pacífico.

Es una franja angosta de terreno ubicada a lo largo de toda la costa pacífica del Estado de Chiapas. Se caracteriza por tener una topografía plana suavemente inclinada hacia el océano. Los ríos que bajan de la Sierra Madre, cruzan a lo ancho a esta provincia y desembocan en el mar, o bien en lagunas y zonas pantanosas.

2.- Sierra Madre de Chiapas.

Otros autores le llaman Sierra Cristalina. Es una elevación del terreno orientado de noroeste a sureste, paralela a la costa del Océano Pacífico. Hacia su extremo noroeste la sierra tiene una elevación promedio de 900 m.s.n.m. que aumentan hacia el sureste en la frontera con Guatemala donde tiene una altura de ---- 2,500 m.s.n.m.

La cresta de la sierra sirve de parteaguas continental. Los ríos que bajan hacia la Planicie Costera del Pacífico son cortos y su cauce definido por una pendiente longitudinal de mayor valor que la de los ríos que desaguan en el Río Grijalva.

### 3.- Depresión Central de Chiapas.

Esta provincia es una faja de terreno que se extiende desde los límites con Guatemala, donde la elevación es de --- 600 m.s.n.m., hasta los límites con el Estado de Oaxaca donde la elevación promedio es de 400 m.s.n.m. En la parte noreste se encuentran mesetas inclinadas que descienden lenta y gradualmente de -- suroeste a noreste.

### 4.- Meseta Central de Chiapas.

Se caracteriza por sus altas montañas con elevación promedio de 2000 a 2400 m.s.n.m. Se observa una rápida elevación - en los límites con la depresión central y en su parte intermedia - forma largas mesetas.

La serranía sedimentaria más elevada corresponde al mayor afloramiento de calizas cretácicas, que se encuentran al NW del camino entre San Cristóbal Las Casas y Comitán, donde se pre--sentan algunas extrusiones andesíticas. Una de ellas corresponde - a la mayor elevación situada al N de San Cristóbal Las Casas y se llama Cerro de Zontehuitz, que alcanza una altura de 2850 m.s.n.m.

El drenaje de este sistema orográfico se vuelve muy variado por la naturaleza de las rocas aflorantes. Tal es el caso de la caliza, donde muchas veces los arroyos tienen cauces no integrados, un tramo escurre sobre la superficie y otras desaparecen - porque el agua se infiltra y corren através de cavernas de disolución; como ejemplo se presenta el drenaje del cerrado Valle de San Cristóbal Las Casas, cuyas aguas se pierden através de cavidades - de disolución en la caliza. En las partes bajas estos mismos arroyos aparecen nuevamente en la superficie como manantiales muy caudalosos a todo lo largo de las serranías.

#### 5.- Sierras Plegadas de Chiapas.

También llamada Sierras Frontales de Chiapas. Se -- orientan de Noroeste a Sureste. La forma de estas Sierras vistas en planta parecen ser largas canoas volteadas. En esta provincia corren ríos caudalosos que forman angostos cañones con sierras - altas y largos valles. Aunque varios de los ríos que riegan todo este territorio, al entrar a la Planicie Costera del Golfo se -- unen formando parte de las cuencas de los dos ríos principales - que son el Grijalva y el Usumacinta.

#### 6.- Planicie Costera del Golfo de México.

Se caracteriza por una llanura de gran extensión - donde los ríos Grijalva y Usumacinta escurren en cursos divagantes, con una velocidad baja y alto contenido de arcillas en suspensión. También contiene pantanos, lagunas y lagos (cursos abandonados y charcos por derrame de avenidas).

## IV.2.- HIDROGRAFIA

## IV.2a.- CORRIENTES PRINCIPALES.

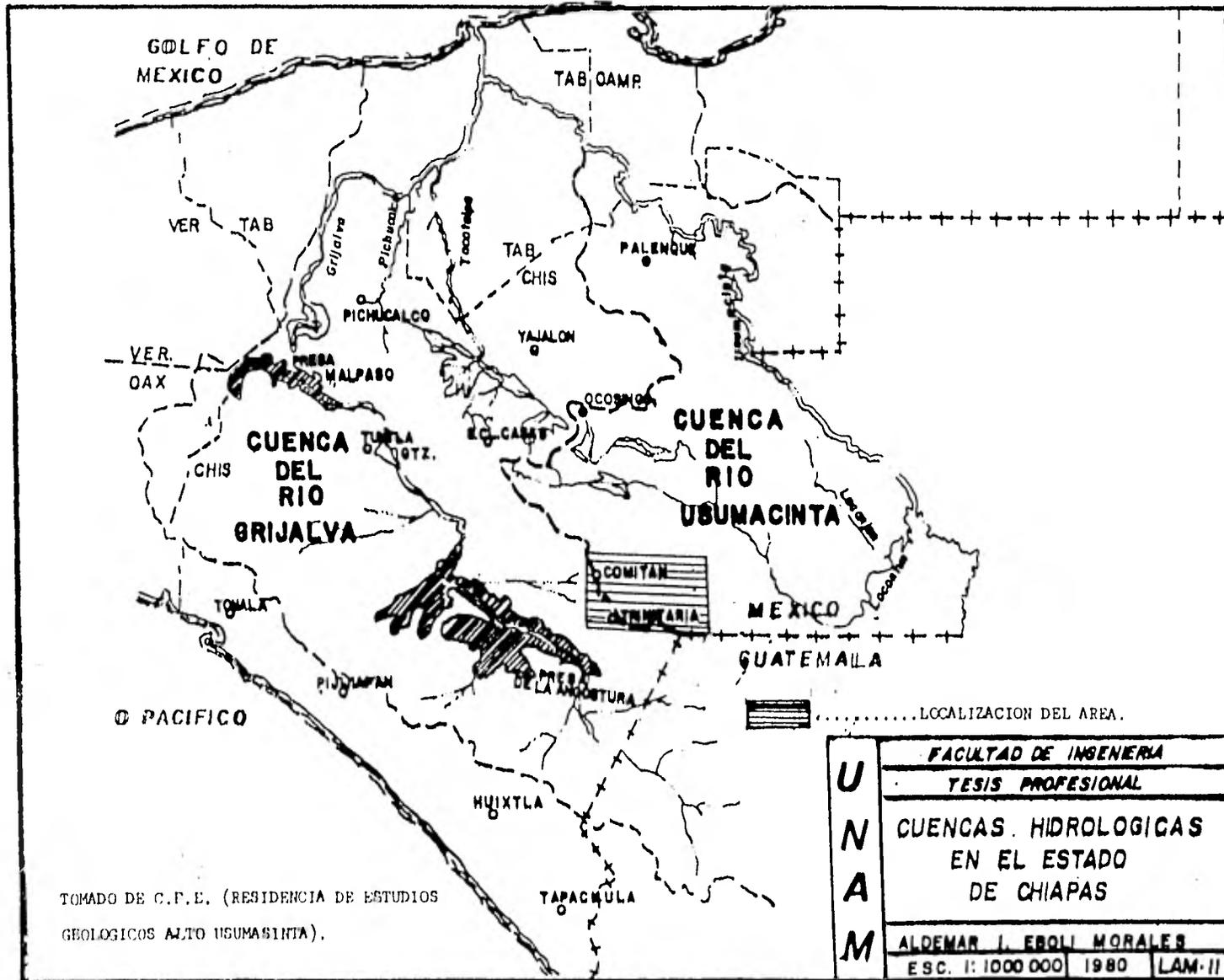
El área se localiza en la región hidrológica No. 30 (Grijalva-Usumacinta), siendo los principales ríos El Grande de Comitán, que corre de NW a SE desapareciendo en la zona de dolinas de los Lagos de Montebello; El Río Margaritas que también desaparece en una dolina en la porción oriental del área y el Río Santo Domingo que corre en el área hacia el SE a lo largo del Sinclinal de La Soledad y descarga sus aguas en el Río Lacantúm, el cual es afluente del Río Usumacinta.

Al Oeste de Comitán nace el Río Blanco en el ojo de agua de Tzimol, que descarga sus aguas en la Presa de la Angostura sobre el Río Grijalva.

Hay dos causas que condicionan que no se encuentren grandes ríos en el área, por una parte el encontrarse en una zona de parteaguas de las importantes cuencas del Grijalva y del Usumacinta y por otra la gran permeabilidad de las rocas, pues rápidamente el agua se infiltra en sumideros (lámina 11).

## IV.2b.- SISTEMAS DE DRENAJE (Plano No. 5)

El área de estudio se dividió en 3 sistemas de drenaje los cuales se describen a continuación:



SISTEMA CARSTICO.- (UNIDAD "A")

Esta unidad se divide en tres tipos:

- a).- Se caracteriza por un modelo de drenaje radial convergente, - en el cual los arroyos tienden a presentarse con cauces de - pequeña longitud y fluir hacia una dolina.
- b).- Presentan corrientes arborecentes y rectangulares de mayor - longitud, las cuales descargan y desaparecen en dolinas.
- c).- Se encuentra representado por un drenaje de menor longitud -- que los anteriores, de tipo paralelo los cuales se pierden por infiltración al pie de los abanicos aluviales.

El substrato rocoso de la unidad esta constituida - por calizas de alta permeabilidad, debido a un fracturamiento, nor - mal en este tipo de ambiente geológico. Las rocas presentan el fe - nómeno de disolución por circulación del agua subterránea através de los abiertos planos de fracturas, fallas y estratificación.

SISTEMA ARBORECENTE.- (UNIDAD "B")

En esta unidad los afluentes que convergen a la co - rriente principal tienen tendencia a concentrarse en lugares espe - cíficos, los tributarios menores son muy abundantes. En algunas -- partes, son sub-paralelos y en otras, radiales divergentes.

SISTEMA RECTANGULAR. - (UNIDAD "C").

Se presenta por un modelo de drenaje de tipo rectangular, donde los tributarios tienen confluencias rectangulares formando pequeñas áreas en enrejado, esta unidad es la de menor importancia ya que cubren superficies reducidas dentro del área cartografiada.

IV.3c-- APROVECHAMIENTOS HIDRAULICOS SUBTERRANEOS.

En la región estudiada el agua subterránea se utiliza casi exclusivamente para usos domésticos y la principal explotación se lleva a cabo por medio manual através de norias, con nivel estático promedio a 1.50 m de profundidad.

Para el estudio se muestrearon 15 aprovechamientos de este tipo.

Existen en el área varios manantiales de los cuales, el más importante es el de Tzimol, con un gasto de  $1 \text{ m}^3/\text{seg}$  (en tiempo de lluvia). Está situado en el flanco SW de un anticlinorio, al suroeste de Comitán. El agua de este manantial se utiliza para mover una planta hidroeléctrica de una ranchería y para el riego de cañaverales. El resto de los manantiales sólo se utiliza para usos domésticos.

En el extremo sureste del plano se encuentran los Lagos de Montebello, que son un grupo de dolinas de grandes dimensiones, ocasionadas por la disolución de las calizas y dolomías. Entre estas destacan las Tziscas, Pajoj, Montebello, Laguna Encanta-

da y Chincultic. El agua de estas lagunas no tienen más uso que su - gran atractivo turístico.

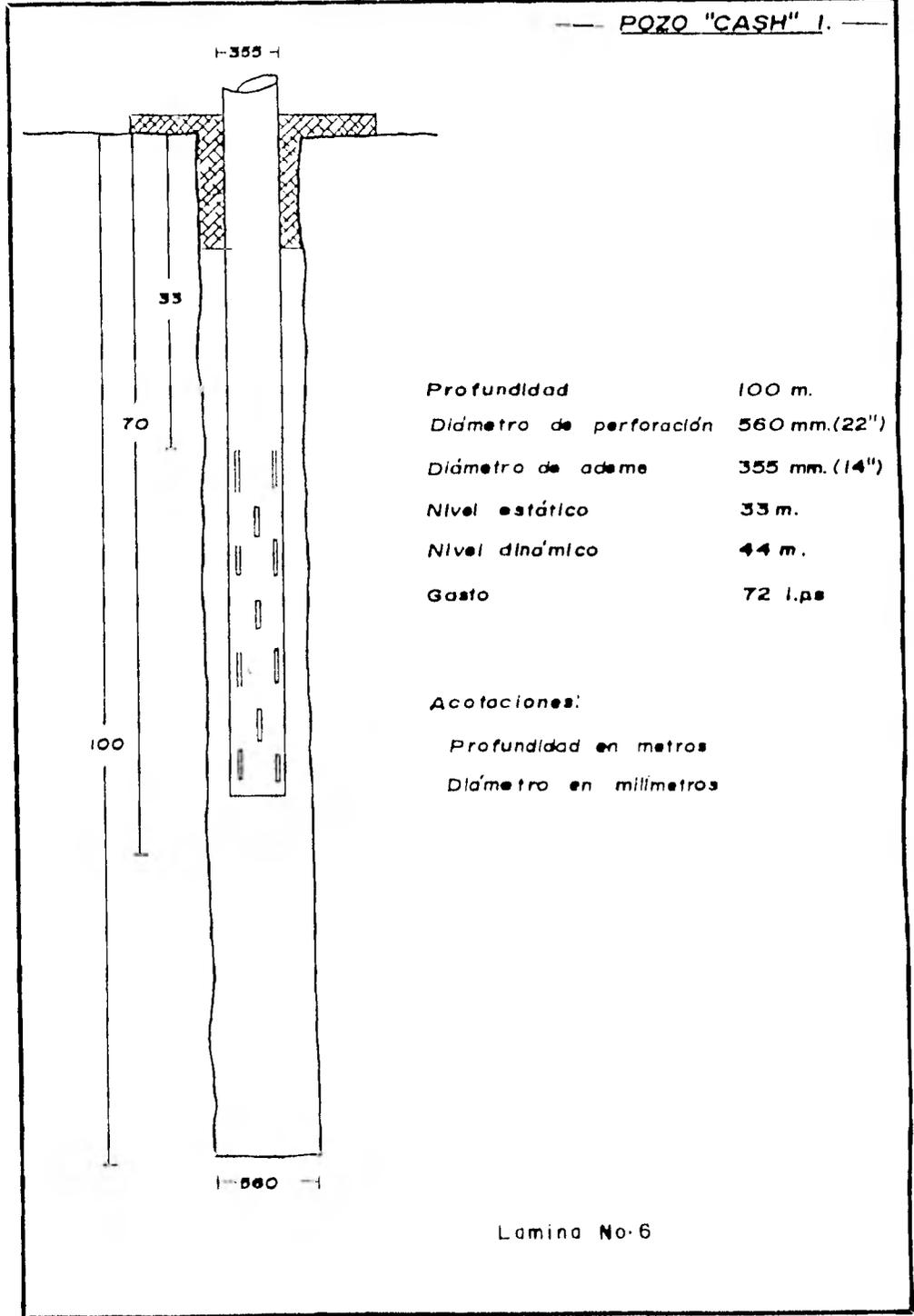
Con el fin de abastecer de agua potable a la Ciudad de Comitán, se han perforado tres pozos en calizas, dos con resultados positivos y un negativo; de ellos solamente el pozo Cash se encuentra equipado y en funcionamiento. A continuación se describen las características de dichos pozos ( lámina 6,7,8 ).

En el valle de Comitán se encuentra un manantial, una gruta con agua subterránea y los tres pozos profundos mencionados. El manantial se encuentra dentro del poblado de Comitán con altitud de 1750 m. s.n.m., tiene un gasto muy variable, predominando 10 litros por segundo, proviene de rocas calizas y su zona de alimentación se localiza en las sierras del noroeste de la Ciudad de Comitán.

La gruta es conocida como cueva de "Tio Ticho" y se localiza en la porción Oeste de Comitán. Es una caverna producto de disolución en las calizas, que se extiende en forma vertical hasta aproximadamente 65 m de profundidad, donde se localiza el nivel estático.

En tiempo de lluvias obtienen alrededor de 60 litros por segundo y el nivel de agua llega a rebasar la superficie, mientras que en estiaje de años secos llega a bajar el gasto a 10 litros por segundo y el nivel a 65 m de profundidad.

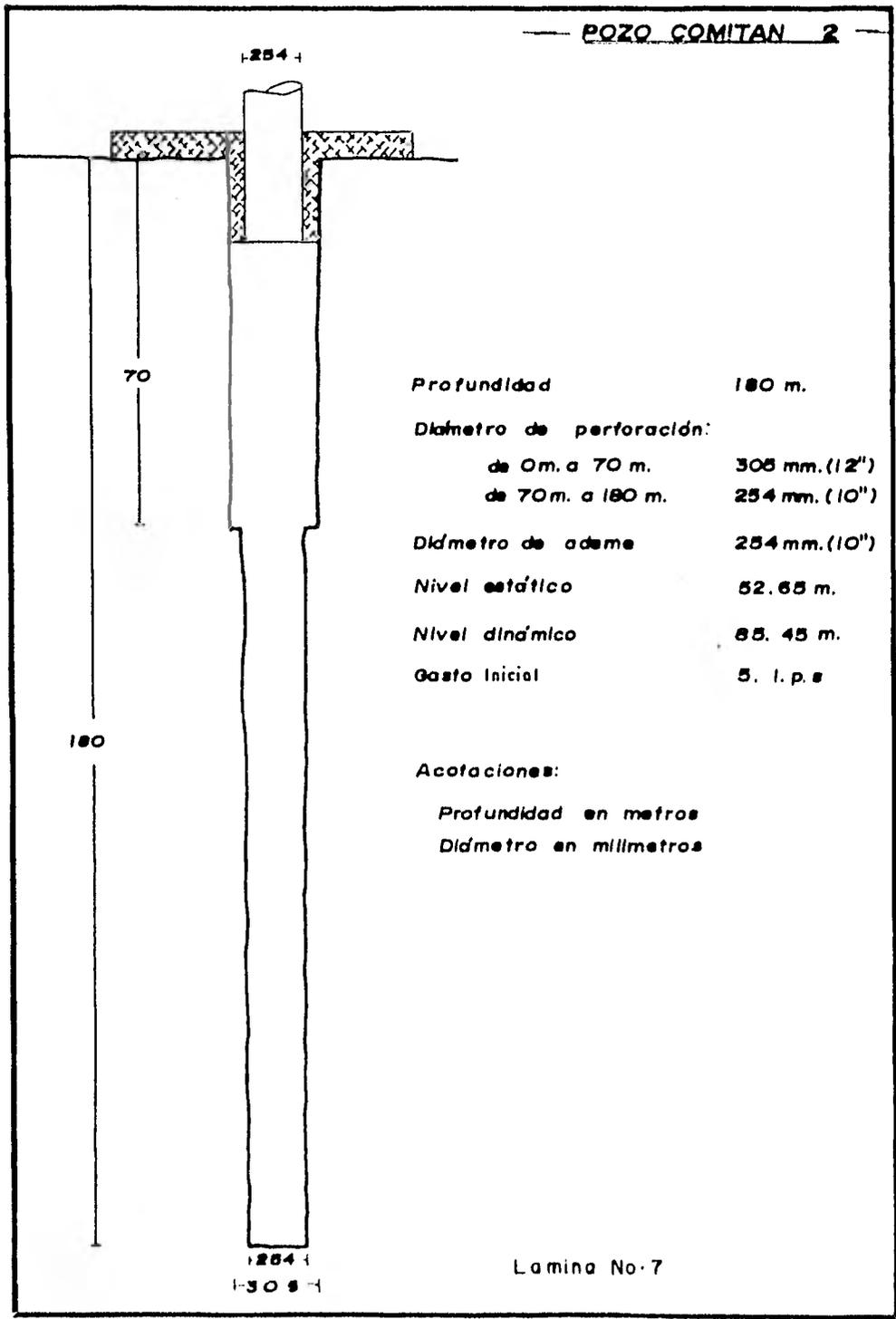
POZO "CASH" I.



Profundidad	100 m.
Diámetro de perforación	560 mm.(22")
Diámetro de ademe	355 mm.(14")
Nivel estático	33 m.
Nivel dinámico	70 m.
Gasto	72 l.p.s

Acotaciones:  
Profundidad en metros  
Diámetro en milímetros

POZO COMITAN 2

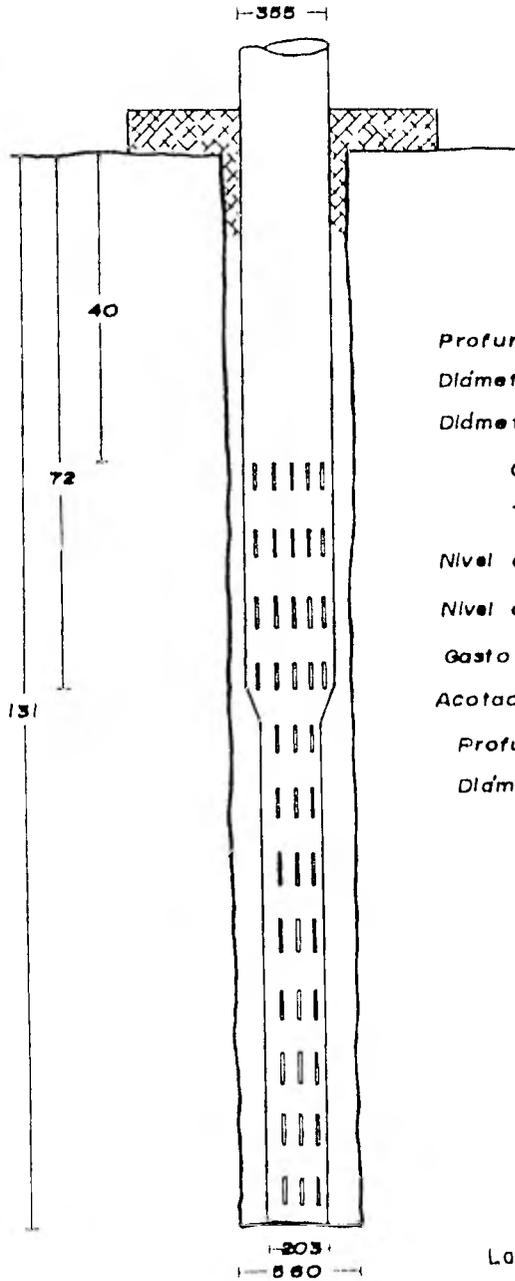


Profundidad	180 m.
Dámetro de perforación:	
de 0m. a 70 m.	305 mm. (12")
de 70m. a 180 m.	254 mm. (10")
Dámetro de ademe	254 mm. (10")
Nivel estático	52.65 m.
Nivel dinámico	55.45 m.
Gasto Inicial	5. l.p.s

Acofaciones:

Profundidad en metros	
Dímetro en milímetros	

**POZO EL CEDRO 3.**



Profundidad	131 m.
Diámetro de perforación	560 mm (22")
Diámetro de ademe:	
0 m. a 72 m.	355 mm. (14")
72 m. a 131 m.	203 mm. (8")
Nivel estático	34 m.
Nivel dinámico	48 m.
Gasto	66 l.p.s

**Acotaciones:**

Profundidad en metros  
 Diámetro en milímetros

## POZO CASH 1

FECHA DE PERFORACION: 1972  
M.S.N.M.: 1 520  
Resultado : Positivo  
Profundidad total: 100 m.  
Corte Litológico: Caliza  
Fracturada  
Nivel Estático : 33 m  
Nivel dinámico: 44 m  
Gasto inicial: 51.87 litros  
por segundo.  
Gasto actual por estimulación  
con ácido y nitrógeno: 72 litros  
por segundo.

## POZO COMITAN 2

Fecha de perforación: 1974  
M.S.N.M. : 1 630  
Resultado: Negativo.  
Profundidad total: 180 m  
Corte litológico: Caliza Fracturada  
muy arcillosa  
Nivel estático: 52.65 m  
Nivel dinámico: se agota  
Gasto inicial: 5 litros por -  
segundo.

## POZO EL CEDRO 3

Fecha de Perforación: 1975

M.S.N.M.: 1,520

Resultado: Positivo

Profundidad: 131 m

Corte Litológico: Caliza Fracturada

Nivel estático: 34 m

Nivel dinámico: 48 m

Gasto inicial: 66 litros por segundo

Dentro del marco Geohidrológico presente en la región se encuentran zonas favorables para la extracción de agua subterránea como puede observarse en el plano No. 4 en donde las rocas de la Formación Sierra Madre, tienen características de gran permeabilidad debido a un normal fracturamiento en este tipo de rocas y al fenómeno de disolución por circulación de agua através de ellas como puede apreciarse en las áreas cerradas del plano No. 4 en donde es recomendable perforar profundidades máximas de 100 m.

Recientemente se ha perforado 11 pozos para riego en los municipios de Margaritas, Independencia y Trinitaria, la localización de estos se observa en el plano No. 2 y las características constructivas de operación en la tabla IV.1.

Por otra parte se indican zonas con posibilidades acuíferas pero con profundidades mayores debido al espesor variable de acarreos de ( 30 a 150 m ), existentes en la región.

## OROGRAFIA

La superficie estudiada se puede subdividir en 4 áreas:

## 1.- MONTAÑAS

En éste grupo orográfico se encuentran ubicadas las sierras de Comitán, Independencia, Trinitaria y Jalisco; son paralelas entre sí, presentan un rumbo general NW-SE con elevaciones máximas de 2250m. s.n.m. que descienden hasta su correspondiente valle entre 1750 y 2000 m.s.n.m.. Estan compuestas con rocas calcáreas, calizas y dolomías.

## 2.- LOMERIOS

Se localizan en las áreas de Las Margaritas, La Trinitaria y los Lagos de Montebello; los lomeríos son bajos y redondeados, se muestran bien desarrollados hacia la parte oriental con alturas de 1600 m.s.n.m.. Se encuentran constituidas por calizas y dolomías principalmente.

## 3.- CARSO

En las sierras y lomeríos en donde aflora rocas calcáreas presenta un ciclo Morfológico caracterizado por una topografía semi-cárstica a cárstica.

Desde Montebello hasta el norte de Comitán se aprecia un desarrollo lapiaz(lenar) intenso, dando lugar a formas tales como picos, torres, dolinas y simas.

El carso de la esquina NW y NE del mapa esta caracterizado por el desarrollo de depresiones en forma de cono invertido que en planta nos proporciona una proyección circular, de trebol y de rectangulo de lados curvos. Esquema 1.

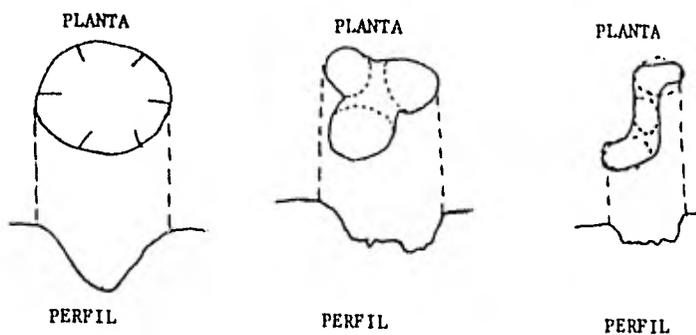
Las depresiones estangobrepuestas a un paisaje de meseta en donde las cimas planas y las laderas mediamente inclinada estan modificadas por las depresiones dando un paisaje más escabroso al de la meseta original. Esquema 2.

La zona de meseta con el carso sobrepuesto coincide burda-

mente con el drenaje radial divergente y arborecente.

#### 4.- PLANICIE

La parte central del área estudiada corresponde a una llanura, que se presenta como una franja alargada de 40 Km de longitud y 11 Km de ancho entre las sierras de Independencia y Trinitaria, topográficamente corresponden a las partes más bajas con alturas de 1500 m. s.n.m., la depresión intermontana esta cubierta por detritos aluviales, arcillo-limosos y arcillo-arenosos.



ESQUEMA 1



ESQUEMA 2

## V.- GEOLOGIA GENERAL.

## V.1.- ESTRATIGRAFIA

En el área de estudio, la secuencia aflorante corresponde a los sistemas: Cretácico, Terciario, Cuaternario. A continuación se describe dicha secuencia estratigráfica (plano No. 2).

## SISTEMA CRETACICO

Los estratos de este sistema están más ampliamente expuestos en la Sierra Madre de Chiapas. Forman la cima del Homoclinal de la Sierra, y también son principales constituyentes de sus cadenas frontales.

Sánchez Montes de Oca los ha dividido en dos series, la denominada Formación Caliza Sierra Madre, que se considera como representativa del Cretácico Inferior y Medio y la denominada Formación Angostura del Cretácico Superior. Estas dos divisiones se han basado en el estudio sedimentológico y de macrófósiles para la caliza Sierra Madre, y de foraminíferos en las capas de la Formación Angostura.

## V.2a.- FORMACION CALIZA SIERRA MADRE

Definición.- Esta ya ha tenido varias denominaciones desde "Calizas Cretácicas" (E. Bose 1905, pag. 20) hasta calizas Sierra Madre (Gibson, 1936) y finalmente Formación Sierra Madre por los Geólogos de PEMEX (tomado de la Geología de México de E. López Ramos Tomo III, pag. 244).

Litología y Sedimentología.- Esta formación está -- constituida por calizas litográficas con nódulos de pedernal y algunas intercalaciones de calizas dolomitizadas de estratificación delgada a gruesa (20 a 80 cm) de color pardo claro a obscuro in-temperizan a pardo obscuro. La roca es resistente a la erosión y bastante tenaz. Se caracteriza por presentar abundante cársticidad.

Contiene macrófósiles como Caprina sp, y Toucasia sp. encontrados al Noroeste de Cintalapa. Por sus caracteres faunísticos encontrados en estos sedimentos, su textura y tipo de estratificación indica un medio de depósitos de plataforma de aguas tranquilas en proceso de subsidencia, manifestado por el espesor encontrado.

Distribución Espesor y Edad.- La caliza Sierra Madre es una de las más ampliamente distribuidas en el Estado de -- Chiapas. Afloran en los núcleos anticlinales y sinclinales de la -- Meseta Central de Chiapas, así como en el cañón del Sumidero al -- Norte de Tuxtla Gutiérrez. En el área de estudio, ocupan el 70% en la distribución de las rocas y sedimentos aflorantes. Las rocas -- de este sistema se extienden muy ampliamente al Noreste y Sur, fuera del cuadrangulo estudiado y cubren una superficie muy extensa.

El espesor total de la formación alcanza más de -- 2000 m, en los pozos perforados al Sur de Chiapas.

Según las características litológicas y la fauna en-contrada a los sedimentos se les consideró del Albiano-Cenomaniano. Sin embargo, se sabe que se puede incluir asimismo estratos con --

características similares pero con edad Turoniano-Santoniano, como ocurre en la porción oriental del área. La fauna encontrada es la siguiente: Calcisphaerula innominata, Pithonella ovalis, Hedbergella sp., Ostracodos, textuláridos, Dicyclina schlumbergeri, Nummoloculina heimi, Valvulammina y Cunecolina.

Relaciones Estratigráficas.- El contacto inferior es normal, ya que estos sedimentos se encuentran superyaciendo transicionalmente a sedimentos del Cretácico Inferior. El contacto superior también es concordante y subyace a los estratos de la Formación Angostura del Cretácico Superior.

Actualmente la Formación Sierra Madre se divide en dos miembros Cantelá y Cintalapa.

#### MIEMBRO CANTELA

Definición.- Este miembro fué definido por Gonzáles Alvarado en 1963 y corresponde a un cuerpo de dolomías teniendo como localidad tipo El Cañón de Cantelá que se encuentra en las inmediaciones del poblado de Yajalón, Chis. (tomando de "Estratigrafía del Mesozoico de Chiapas de Sánchez M. de O. pag. 10).

Litología y Sedimentología.- Está representada por un cuerpo de dolomías, siendo la dolomitización más intensa en la base y leve en la cima en donde casi sólo existen estratos de calizas calcíticas. Las dolomías son de color pardo a gris blanquesino de aspecto sacaroide, fracturadas; la estratificación se presenta en capas gruesas y en ocasiones masiva.

En cuanto a su medio de depósito y de acuerdo con sus características petrológicas y faunísticas, se considera de un ambiente marino de aguas someras en el inicio de una transgresión.

Distribución, Espesor y Edad.- En el área de estudio el Miembro Cantelá aflora en el lado oriente. Cerca y dentro de la zona de los Lagos de Montebello, está representada por dolomías en capas de 0.20 a 2.00 m de espesor, de color pardo claro y aspecto sacaroide con una gran porosidad. El taponamiento de los fondos de muchas dolinas, en esta unidad ha dado lugar a la formación de los Lagos de Montebello. No se puede saber el espesor de este miembro en el área por no aflorar la base se estima en 1300 m, (ver Gonzálo F. Chirinos). Area: Comitán-La Trinitaria, Chis. Inédito (PEMEX) Z.S. 1966.

Según las características litológicas y la fauna encontrada en estos sedimentos, se les considero del Barremiano al Albiano Superior. La fauna encontrada es la siguiente: Orbitolina sp., Microcalamoides diversus, Nummoloculina heimi.

Relaciones Estratigráficas.- El contacto inferior no se encuentra expuesto en el área. El contacto superior es concordante con los sedimentos del Miembro Cintalapa.

#### MIEMBRO CINTALAPA

Definición.- Este miembro fué definido por Sánchez Montes de Oza en el año de 1969 (tomando de "Geología Petrolera de la Sierra de Chiapas" de Sánchez M. de O. R pag. 38), designándolo con el nombre de Calizas Cintalapa, su localidad tipo es un afloramiento

ramiento que se localiza al Norte de la Ciudad de Cintalapa, Chis.

Litología y Sedimentología.- Está representado por un cuerpo de mudstone biógeno, alternando con grainstone de intraclastos. El color predominante es el crema y la estratificación bien definida en capas de 0.50 a 1.50 m y ocasionalmente mayores.

En el área de estudio varían de .20 a .80 m, en este lugar se identificaron tres biozonas 1.- Dicyclina schlumbergeri, 2.- Spiroloculina sp., y 3.- Nummoloculina heimi.

Según la fauna encontrada en estos sedimentos, su textura y tipo de estratificación, indica un medio de depósitos de plataforma de aguas tranquilas.

Distribución, Espesor y Edad.- Las Calizas Cintalapa afloran en ambos flancos del Sinclinal Grijalva y en gran parte de la Meseta -- Central.

En el área de estudio el Miembro Cintalapa ocupa el 40 % en la distribución de las rocas y sedimentos aflorantes. Se encuentra representado por calizas de color gris claro a pardo, generalmente de grano grueso, entre las que se observan capas de textura litográfica. El espesor total de esta formación en el área es de 700 m aproximadamente. (Pozo Trinitaria 1 ). Esta unidad se consideró del Albiano-Cenomaniano, de acuerdo con el alcance estratigráfico asignado a los microfósiles -- que identificó el personal del Laboratorio de Paleontología de la Zona Sur de Petróleos Mexicanos. Mas tarde de acuerdo con el informe del Instituto Mexicano del Petróleo, el Miembro Cintalapa pasó a ser del Albiano al Turoniano-Santoniano. En un trabajo terminado en 1973, por - - -

el laboratorio de Paleontología de la Zona Sur de PEMEX, asigna es te último alcance estratigráfico a las Calizas Cintalapa. (tomado de "Geología Petrolera de la Sierra de Chiapas", de Sánchez Montes de Oca, pag. 38).

#### V.2b.- FORMACION ANGOSTURA

Definición.- El nombre fue propuesto en 1969 por el Ing. Rafael Sánchez Montes de Oca (Geología Petrolera de la Sierra de Chiapas" Sánchez M. de O. pag. 39, Inédito, PEMEX Z.S.), dando - como localidad tipo a una sección expuesta en la Depresión Central del Estado de Chiapas. El nombre se tomó de la localidad situada - al SE de Tuxtla Gutiérrez en las márgenes del Río Grijalva donde - se construyó la Presa Angostura.

Litología y Sedimentología.- Litológicamente se pue de dividir en tres cuerpos con características propias. La inferior está formada por grainstone de bioclastos y bioclastos lixiviados; packstone de intraclastos, fragmentos biógenos y peletoides, packstone de intraclastos y microfósiles bentónicos, en partes se obser va dolomitización. La estratificación se presenta en capas de 1.00 a 1.70 m es frecuente observar barrenos biógenos, bioperturbaciones y estratificación gradual.

El segundo cuerpo está formado por mudstone biógeno, packstone de microfósiles, lixiviados algunos de ellos, packstone de intraclastos y microfósiles. Ambos tipos de rocas están dolo mitizados y muestran bioperturbaciones, barrenos biógenos y estratificación gradual con algunas carpetas de algas, hay buena estratificación en capas de 0.5 a 1.0 m.

El tercer cuerpo está representado por una secuencia de packstone, grainstone, mudstone y wackstone, dolomitizados, con microfauna bentónica y con gran cantidad de carpetas de algas, barrenos biógenos y algunas juntas de desecación.

Según las características litológicas y la fauna encontrada en estos sedimentos, su ambiente de depósito indica un ambiente de tipo plataforma interna, cerca y en la costa.

Distribución Espesor y Edad.- Esta formación tiene una amplia distribución en el Estado de Chiapas sobre todo en la Depresión Central y en la Meseta Central de Chiapas.

En el área aflora al Este de Comitán y está constituida por una dolomia de color crema con escasas intercalaciones de lutitas y margas, bien estratificadas al Sur de Trinitaria en capas de 0.50 a 1.80 m de espesor, la caliza del Sur de Trinitaria tiene rudistas y se observan capas de marga hasta de 1m de espesor intercaladas. Aflora también en los flancos del anticlinal Jalisco y en el área de Tzimol, al Suroeste de Comitán. El espesor total de esta formación es de 800 m aproximadamente.

Según las características litológicas y la fauna -- encontrada en estos sedimentos, se le consideró del Campaniano-Maes trichtiano.

La fauna encontrada es la siguiente: Omphalocyclus - sp.. Cubensis globosa, Torreina torrei, Lepidorbitoides floridensis,

Lepidorbitoides planasi Globotruncana ganseri, G. contusa, G. cónica y G. sutardi.

Relaciones estratigráficas. El contacto inferior es normal, ya que estos sedimentos se encuentran sobreyaciendo concordantemente a sedimentos del Cretácico Medio del Miembro Cintalapa. El contacto es discordante y subyace a los estratos de la Formación El Bosque del Eoceno.

#### SISTEMA TERCIARIO

##### V.26.- FORMACION EL BOSQUE

Definición.- En el año de 1905, Emilio Bosse observó las areniscas que componen esta formación ( pp.54 Reseña Geológica de Chiapas y Tabasco), fué observada también por el Ing. Luis Benavides en el año de 1948 al Sur de Palenque, quien la estudió e identificó de Edad Eoceno Medio- Tardío; pero el nombre formacional lo dio el Ing. López Vega en el año de 1962, en el "Area de Simojovel. Chis", Encontrándose la localidad tipo a 6.5. Kms, al Sureste de la población El Bosque, sobre el Arroyo Tzizim. ( Informe Inédito).

Litología y Sedimentología.- La Formación El Bosque está constituida por una serie alternante de limolitas, lutitas, areniscas y en ocasiones conglomerados policimáticos.

Las areniscas son de color gris verdoso y pardo rojizo, de grano medio a grueso en muchas partes se vuelve conglomerática.

Las areniscas contienen abundantes fragmentos de rocas riolíticas, cristales de cuarzo y feldespato; son micáceas

(muscovita). Sus estratos varían de 5 a 20 cm de espesor, mismo para una capa que se conserva casi invariable por longitudes de varios --cientos de metros; en otras secciones una capa puede cambiar rapidamente de espesor en donde la sección tiene estratificación cruzada.

Alterna con lutitas y limolitas de color gris verdoso y rojizo llegando en ocasiones a un color violeta, siendo también estas micáceas. Se presentan en estratos de 10 a 40 cm de espesor.

Su composición Litológica nos indica que fue depositada en ambiente transicional que varían desde lagunares, litorales o -- costeros, cuando los mares indicaban una regresión.

Distribución, Espesor y Edad.- En el área de estudio esta formación aflora al Noroeste de las Margaritas sobre el Sinclinal de -- La Soledad. Su espesor es variable, y se ha estimado de 600 m aproximadamente.

La fracción conglomerática está constituida por clásticos de tamaño de gravas derivadas de rocas ígneas volcánicas ácidas, granitos y gneisses. El tamaño de las partículas varía de 2 a 5 cm de díametro mayor y son subangulosas y subredondeadas. Estos sedimentos gruesos están incluidos en una matriz arcillo - arenosa con valores variables de tenacidad, desde la que se rompe con dificultad al golpe del martillo hasta la que se desmorona.

La edad fue determinada por medio del estudio de la microfauna fósil según Bolli ( 1957 ), siendo para el Eoceno Inferior.

a Medio : Globorotalia aragonesis, Globorotalia crassata; para el -  
Eoceno Medio: Globorotalia leheri; para el Eoceno Medio Superior: -  
Globorotalia centralis y para el Eoceno Superior: Hantekenina ala-  
bamensis.

Relaciones Estratigráficas.- En el área el contacto inferior es discordante, (discordancia erosional), ya que estos se dimentos se encuentran sobreyaciendo a las rocas del Cretácico Superior de la Formación Angostura. El principal afloramiento se encuentra en el Sinclinal La Soledad.

#### SISTEMA CUATERNARIO

##### V.2.b.- DEPOSITOS FLUVIALES Y DE TALUD

El cuaternario en el área se caracteriza por aluvio nes de gravas calcáreas de color claro en los valles y depósitos - de arcilla rojiza con gravas de cuarzo en las partes altas. Estos depósitos se consideran de edad del Pleistoceno al Reciente.

Los depósitos de talud son depositados al pie de - las elevaciones del terreno. Con frecuencia están cubiertos por - gruesas capas de suelo y en los cauces, por los sedimentos fluvia les.

## V.3.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL

El área estudiada está ubicada al centro de un gran anticlinorio cuyo eje principal tiene rumbo NW-SE y pasa al Este de Margaritas.

Las rocas más antiguas que constituyen a esta gran estructura son: las dolomías del Miembro Cantelá del Cretácico Medio que aflora en el área de los Lagos de Montebello, las modernas plegadas corresponden a la Formación El Bosque del Eoceno.

La Orogenia Cascadiana originó grandes estructuras a nivel regional, tales como plegamientos y fallamientos, que dieron origen a las siguientes estructuras.

## ANTICLINAL TRINITARIA.

El Anticlinal Trinitaria, dentro de la zona estudiada presenta 30 Km de longitud por 8 Km de ancho, ya que fuera de ésta se continúa hacia la parte SE.

Es un anticlinal asimétrico con buzamiento fuerte en su flanco SW ya que se encuentra afectado por la falla FI paralela a la estructura, y más suave en su flanco NE; con orientación NW - SE, con una inflexión W - E bien marcada. Las rocas que afloran en su parte axial consisten en sedimentos calcáreos del Miembro Cintalapa de la Formación Sierra Madre del Cretácico Medio, en sus flancos aflora estratos de la Formación Angostura del Cretácico Superior.

## ANTICLINAL INDEPENDENCIA

Este anticlinal tiene 30 Km de longitud y 8 Km de ancho, en el extremo NW se extiende fuera del área y se encuentra afectado por fracturas con rumbo SW-NE que lo cortan con ángulos de 60°; en el extremo SE, se observa cierre estructural por la Falla F 11.

Es un anticlinal simétrico con orientación NW-SE en su extremo SE aflora el Miembro Cantelá, mientras que en su extremo NW aflora el Miembro Cintalapa, ambos del Cretácico Medio.

## ANTICLINAL MONTEBELLO.

Ocupa el centro del anticlinorio, presentado 45 Km de longitud por 7 Km de ancho, los extremos se continúan fuera del área. Se encuentra afectado en forma transversal por una falla de corrimiento lateral izquierdo con una dirección N-S.

Es un anticlinal casi simétrico con orientación NW-SE, en su extremo SE aflora el Miembro Cantelá y en el extremo NW el Miembro Cintalapa, que es la formación más antigua de la región.

## SINCLINAL LA LIBERTAD.

Esta estructura en el área tiene 35 Km de longitud por 7 Km de ancho, hacia los extremos se continúa fuera de la superficie estudiada.

Es un sinclinal casi simétrico con orientación NW-SE, en su extremo SE aflora el Miembro Cintalapa y en el extremo NW la - -

Formación Angostura del Cretácico Superior, es posible que en el núcleo se encuentren sedimentos de la Formación El Bosque, la cual está cubierta por aluvión. El Río Margaritas recorre a este sinclinal hasta salir cerca de su extremo sureste, para perderse en un sumidero sobre las calizas del Miembro Cintalapa.

#### ANTICLINAL JALISCO

Esta estructura tiene 28 Km de longitud y 7 Km de ancho, es asimétrico con un buzamiento suave en su flanco SW y más fuerte en el NE, presenta una orientación NW - SE. Los extremos se continúan fuera de la superficie estudiada.

El núcleo del anticlinal está constituido por calizas y dolomías del Miembro Cintalapa y en los flancos, calizas arcillosas de la Formación Angostura.

#### ANTICLINAL LA SOLEDAD

Aparece en la esquina NE del área, tiene 15 Km de longitud por 5 Km de ancho, los extremos se continúan fuera de ella.

Es un sinclinal simétrico con orientación NW-SE, está constituido en los flancos por calizas de la Formación Angostura, presentando echados fuertes y en el núcleo se observa una unidad de lutitas, areniscas y conglomerados de la Formación El Bosque que descansa discordantemente sobre la Formación Angostura.

## F A L L A S

El patrón de fallas en el aspecto regional, se encuentra controlado por varios sistemas de lineamientos entre los cuales el principal es el Motagua-Polochic que se origina en la República de Guatemala (Guzman, 1976) y lo forman fallas y fracturas con una dirección general E-W hasta el meridiano  $90^{\circ}$ , donde cambia hacia el NE describiendo una amplia curva rumbo al mar Caribe; existen otros sistemas de menor magnitud que tienen dirección NW-SE, NE-SW y N-S.

A lo largo de la falla Polochic (Guzman, 1976) han habido desplazamientos horizontales durante el Terciario, los cuales han abarcado distancias de aproximadamente 50 Km, en México esta falla penetra en la latitud  $15^{\circ}25'$  sobre la línea fronteriza y sigue hacia el Pacífico, pasando por la población de Motozintla, en Estado de Chiapas. (Tomado de, "Estudio Geológico Petrolero Del Anticlinal Bonampak, Edo. de Chiapas, Tesis Profesional 1976, UNAM, pag. 33).

El sistema de fallas NW-SE, que es la que afectó al área de estudio (Falla 1), se encuentra relacionada con los empujes correspondientes a los eventos ligados con los movimientos laramídicos del Cenozoico Temprano-Cretácico Tardío.

Otras fallas de menor magnitud son las NE-SW, afectando a la estructura del Anticlinal de Independencia, esta relacionada a los movimientos post-orogénicos de la Cascadiana. Otro sistema es el N-S que afecta al Anticlinal de Montebello y al Anticlinal de Independencia, (Falla 11).

A continuación se describen dos de las fallas principales existentes en el área de estudio, (plano # 2).

FALLA NUM. 1

Se localiza al SW del Anticlinal de Trinitaria, es de tipo inverso; presenta una orientación NW-70°-SE con inclinación al NE y es paralela a la estructura, se cartografió en las fotografías aéreas y se observó en el campo sobre la carretera que va de Trinitaria a Sta. Rita Uninajab, y de Trinitaria a Cd. Cuauhtemoc. En el área tiene una longitud de 10 Km.

FALLA NUM.11

Esta falla es de Dirección (y vertical), se encuentra afectando a los anticlinales de Montebello e Independencia en su parte media y lo divide en dos bloques, presenta corrimiento lateral izquierdo y una dirección N-S, presentando un desplazamiento de 300m aproximadamente.

## V.4.- GEOLOGIA HISTORICA

Los eventos geológicos ocurridos através de la -- historia geológica del área son:

Durante el Prejurásico Superior la actual Sierra - de Chiapas, casi en su totalidad formaba la parte emergida de un continente, mientras se depositaba la sal de la Cuenca Salina del Istmo.

En el Jurásico Superior y Cretácico Inferior, al - pie de dicho continente emergido se depositaban los Lechos Rojos de la Formación Todos Santos, así como las areniscas San Ricardo.

Posteriormente sobrevino la transgresión que dio lugar a grandes depósitos calcáreos durante el Cretácico Medio, - Cretácico Superior y Paleoceno, alcanzando espesores de 2,000 m en el área; la abundancia de algas , así como barrenos biógenos y la Formación de esporádicos bancos de rudistas, indican un ambiente de plataforma interna y considerando los grandes espesores de sedimentos que se tienen; indica que el área estuvo sometido a una serie de subsidencia.

A fines del Cretácico Superior se registraron -- las primeras pulsaciones de la Revolución Laramide, cuyas consecuencias fueron de emersión parcial de algunas rocas del llamado Macizo Granítico de Chiapas.

Los altos estructurales derivados del esfuerzo - tangencial producido por el levantamiento del Macizo fueron ori

ginados por empujes de SW a NE y de NE a SW, dando lugar a la actual Sierra de Chiapas que está formada por pliegues orientados de NW a SE.

Después de la máxima intensidad de la Revolución Laramide que se llevó a cabo durante el Eoceno, sobrevino una erosión — inmediata existiendo en toda la región una marcada discordancia entre las calizas del Paleoceno y las areniscas del Eoceno.

La sedimentación post-orogénica en el área está representada por facies transicionales como los conglomerados y areniscas de estratificación cruzada y lutitas rellenando las depresiones entre los materiales gruesos.

Una nueva perturbación tectónica se inicia durante el Mioceno, correlacionable con el evento cascádico, que es el causante de la expresión estructural actual de la Sierra. En este tiempo es cuando se producen algunos intrusivos graníticos a lo largo de la prolongación de la Falla polochic-Motagua.

En el Plioceno y Pleistoceno el área ofrecía un aspecto característico de grandes lagos, iniciándose un periodo de Vulcanismo (andésitas y riolitas), el cual se hayan remanentes en forma de cenizas volcánicas que alternan ocasionalmente con arcillas, gravas y arenas de los sedimentos lacustres y algunos diques de andésita -- en la porción SE del Macizo de Chiapas (Damen, P.E. 1970).

## VI.- CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS DE LAS FORMACIONES

### VI.1.- PERMEABILIDAD DE LAS FORMACIONES

Como ya se mencionó en párrafos anteriores la columna geológica del área esta representada por la Formación Sierra Madre del Cretácico Medio con sus miembros Cantelá y Cintalapa, dolomítico y calcáreo respectivamente. La Formación Angostura del Cretácico Superior está constituida por calizas arcillosas, con intercalaciones de margas y lutitas. La Formación El Bosque del Eoceno constituida por lutitas, areniscas y conglomerados y el Cuaternario, con materiales disgregables.

El Miembro Cantelá de la Formación Sierra Madre está constituida por dolomía triturada por esfuerzos modernos que le genera una gran permeabilidad. Esta permeabilidad secundaria abre la roca por el gran fracturamiento, se ve incrementada por la disolución provocada por el agua meteórica.

El Miembro Cintalapa está constituido por calizas y dolomías, también tiene gran permeabilidad por las mismas razones que para el Miembro Cantelá. Aflora en una 40% aproximadamente del área y ofrece buenas posibilidades de producción acuífera evidenciada por dos pozos en el área de Comitán, denominados Cash y el Cedro ambos con muy buena producción.

La Formación Angostura, debido a las intercalaciones de margas y lutitas, presentan condiciones desfavora-

bles para la producción acuífera, pues las lutitas son impermeables -  
y plásticas por esto último pueden taponar a profundidad las grietas -  
tas que se generan en las calizas intercaladas durante la acción -  
de los movimientos tectónicos modernos.

La Formación El Bosque, constituida por arcillas, areniscas -  
y lutitas es completamente impermeables y por lo tanto sus posibilida -  
des de producción acuífera son prácticamente nulas, a nivel muy local,  
puede dar agua para usos domésticos, pues hay partes semitenaces que  
se pueden escavar para norias y galerías filtrantes que captan un -  
caudal reducido.

El aluvión cuaternario puede producir en las zonas bajas -  
através de norias y pozos someros, pero su rendimiento es bajo.

## VII.- HIDROGEOQUIMICA

Para obtener un mejor conocimiento del funcionamiento del acuífero, se llevó a cabo una interpretación hidrogeoquímica.

Esta se elaboró a partir de 34 análisis químicos -- practicados a muestras de agua que previamente fueron obtenidas -- tanto de pozos, como de norias, manantiales y lagunas. También se utilizaron análisis químicos para conocer la calidad química del -- agua y poder saber el efecto que podría causar al utilizarse en -- riego o para usos domésticos.

Los análisis químicos fueron hechos en los Laboratorios de la S.A.R.H., habiéndose determinado lo siguiente: conductividad eléctrica, alcalinidad, dureza total, dureza de calcio, dureza de magnesio, sólidos totales disueltos, cationes mayores: -- calcio, magnesio, sodio; aniones mayores: bicarbonato, cloruros, sul -- fatos relación de adsorción de sodio y la clase de agua para riego, según clasificación de Wilcox. Todos los resultados de los -- análisis efectuados se encuentran en la tabla VII,1.

### VII.1.- CLASIFICACION DE AGUAS PARA RIEGO

C<sub>1</sub> BAJA SALINIDAD.- Puede usarse para riego en la -- mayoría de los suelos y para casi todas las plantas, con pocas pro -- babilidades de que aumente la salinidad.

C<sub>2</sub> SALINIDAD MEDIO.- Puede usarse, si se hacen lavados moderados. Se pueden sembrar plantas moderadamente tolerantes a las sales, en la mayoría de los casos, sin efectuar prácticas especiales para el control de salinidad.

C<sub>3</sub> ALTAMENTE SALINA.- No puede usarse en suelos de drenaje deficiente. Aún con drenaje adecuado, se requiere un manejo especial para el control de la salinidad, además de seleccionar plantas que sean bastante tolerantes a las sales.

C<sub>4</sub> MUY ALTAMENTE SALINA.- No es apropiado para el riego bajo condiciones ordinarias, aunque puede usarse en ocasiones bajo circunstancias muy especiales. Los suelos deben ser permeables, el drenaje adecuado, el agua para riego debe aplicarse en excesos, con el fin de llevar a cabo un lavado fuerte y las plantas que se seleccionen deberán ser muy tolerantes a las sales.

#### SODIO ( R A S )

S<sub>1</sub> CON POCO SODIO.- Puede usarse para riego en casi todos los suelos, con poco peligro de que el sodio intercambiable llegue a niveles perjudiciales. Sin embargo, las plantas sensitivas al sodio como algunos frutales (fruto con hueso) y aguacate, pueden acumular concentraciones dañinas de sodio.

S<sub>2</sub> CON CONTENIDO MEDIO DE SODIO.- Será peligrosa en suelos de textura fina y aquellos que contengan una alta capacidad de intercambio de cationes, especialmente bajo condiciones de lavados leves, a menos que haya yeso en el suelo. Esta agua -

puede usarse en suelos orgánicos o de textura gruesa con buena permeabilidad.

S<sub>3</sub> CON ALTO CONTENIDO DE SODIO.- Conducirá a niveles peligrosos, por lo cual se requería de un manejo especial, -- buen drenaje, lavados fuertes adiciones de materia orgánica. Los suelos yesíferos no desarrollarán niveles perjudiciales de sodio intercambiable.

Los mejoradores químicos deberán usarse, para el reemplazo de sodio intercambiable, excepto en el caso de que no sea factible el uso de mejoradores en aguas de muy alta salinidad.

S<sub>4</sub> CON MUY ALTO CONTENIDO DE SODIO.- Generalmente no es apropiado para el riego, excepto en casos de baja y quizás -- media salinidad, donde la solución del calcio del suelo o el empleo de yeso u otros mejoradores, hagan factible el uso de esta agua.

## VII.2.- CONCENTRACIONES IONICAS

Los iones analizados fueron: el calcio, el magnesio y el sodio por parte de los cationes, y los bicarbonatos, cloruros y sulfatos por lo que respecta a los aniones.

Dichos iones se encuentran en concentraciones muy variables. A continuación se muestra el rango de variación, así como el promedio de las concentraciones analizadas.

RANGO DE VARIACION				PROMEDIO	
12	Ca	308	ppm	69	ppm
0.59	Ca	15.30	me/l	3.45	me/l
0	Mg	40	ppm	14	ppm
0	Mg	3.29	me/l	1.16	me/l
0	Na	177	ppm	37	ppm
0	Na	7.73	me/l	1.60	me/l
63	HCO <sub>3</sub>	438	ppm	287	ppm
1.06	HCO <sub>3</sub>	7.17	me/l	4.69	me/l
7	SO <sub>4</sub>	124	ppm	25	ppm
0.19	SO <sub>4</sub>	7.00	me/l	0.51	me/l
12	Cl	65	ppm	26	ppm
0.24	Cl	1.35	me/l	0.74	me/l

De las relaciones anteriores, puede observarse que el calcio predomina sobre el sodio y ambos sobre el magnesio; respecto a los aniones, el que se encuentra en mayor concentración es el bicarbonato, mientras que los cloruros y sulfatos son de menor -

importancia. El predominio de los iones anteriores, indica que el principal factor que controla la composición química del agua es la disolución de las calizas.

Con el objeto de representar en forma clara la ca lidad química del agua muestreada y analizada, en el plano No.3 se muestra una representación gráfica de los análisis.

### VII.3.- FAMILIAS DEL AGUA

Para clasificar el agua, tomando como base su com posición química, se graficaron los resultados en un diagrama trian gular (lámina No. 9). En el triángulo de la izquierda, se grafica ron en porcentaje de miliequivalentes por litro los cationes: Ca, Mg y Na, mientras que el de la derecha se represento a los anio- nes  $\text{HCO}_3$ ,  $\text{SO}_4$  y Cl. En el rombo central se proyectan los puntos -- graficados en los dos triángulos mencionados.

En el diagrama triangular de la lámina No. 9 se -- observa que existen tres grupos de aguas el primero de ellos son las aguas cálcicas, que corresponden a la mayor parte de las mues- tras y es ocasionada por la disolución de las rocas calizas. El -- segundo, son aguas mixtas y corresponde a los Lagos de Montebello. El tercer grupo es de aguas sódicas y corresponde a muestras -- aisladas.

Por lo que respecta a los aniones, todas las mues- tras son bicarbonatadas.

En el plano No. 1 se muestra la familia de agua obtenida para cada aprovechamiento muestreado. Observándose que las muestras de agua de los Lagos de Montebello son mixtas bicarbonatadas, mientras en el resto del área, predomina la familia cálcica-bicarbonatada. Esto es debido a que el agua de los lagos está expuesta a evaporación y a intercambio de bióxido de carbono de la atmósfera, lo cual origina que su composición química cambie.

#### VII.4.- SOLIDOS TOTALES

En la zona de estudio, el agua subterránea tiene concentraciones que varían de 70 a 896 ppm, con un promedio de 221 ppm, mientras que en el agua superficial de los Lagos de Montebello tiene una concentración que fluctúa entre 122 y 225 ppm, con un promedio de 194 ppm. En el plano No. 1 se representa el valor de los sólidos totales para cada aprovechamiento muestreado, observándose que los valores más bajos (menores de 300 ppm) se localizan en los Lagos de Montebello y hacia el Noroeste de Comitán, mientras que las concentraciones mayores a 300 ppm, se encuentran hacia la parte central de la zona, entre Trinitaria y El Porvenir.

Se sabe que el agua con menor cantidad de sales disueltas, se localiza cerca de las zonas de recarga, a partir de donde se va cargando sales conforme circula por el subsuelo.

Tomando en base lo anterior, se confirma la idea formulada en el capítulo de hidrología referente a la existencia de dos flujos de agua subterránea, uno proveniente de las sierras entre Comitán y San Joaquín, que fluyen hacia Emiliano Zapata y otra procedente de la Sierra de Trinitaria, al suroeste del área que circula hacia El Porvenir, o sea de las zonas con menos concentra

ción de sales disueltas, hacia la región con una mayor cantidad de sales.

Es posible que estos dos flujos, se unan entre -- Emiliano Zapata y El Porvenir, para continuar en dirección SE -- para ser drenados por el Río Usumacinta.

#### VII.5.- CALIDAD DEL AGUA

El agua debe cumplir ciertos requisitos respecto a sus características físicas, químicas y bacteriológicas, para poder ser destinada a uso potable, industrial, riego y abrevadero.

Con los análisis químicos elaborados a las muestras de agua en esta zona, puede deducirse, aunque en forma parcial, la calidad del agua para uso potable y riego.

Para conocer la calidad del agua para uso potable desde el punto de vista inorgánico, de sales solubles, se compararon resultados de los análisis con las normas de calidad siguiente:

CONSTITUYENTE	NORMA DE CALIDAD		
Calcio	Menos de	250	ppm
Magnesio	" "	125	ppm
Bicarbonatos	" "	250	ppm
Cloruros	" "	250	ppm
Sulfatos	" "	250	ppm
Dureza total	" "	300	ppm
S. T. D.	" "	1000	ppm

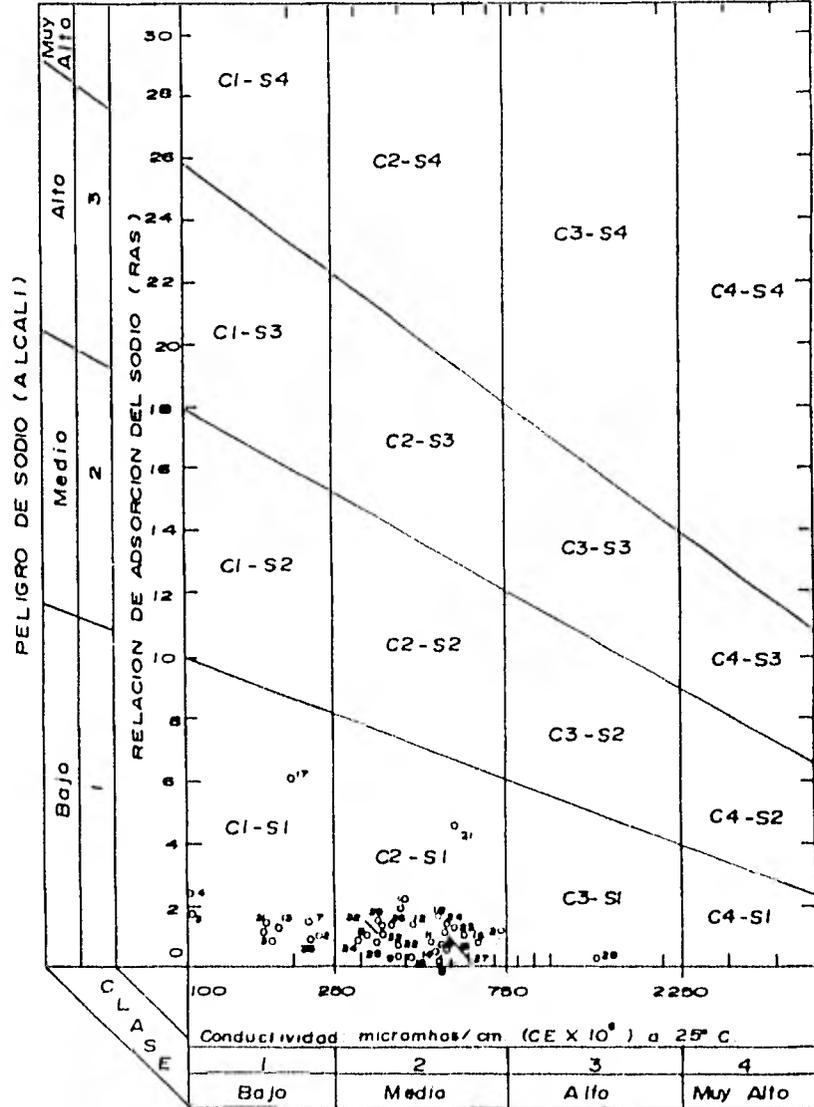
Al comparar los resultados con la norma, se deduce - que el agua de esta zona es de buena calidad y apropiada para utilizarse como potable.

Con el objeto de obtener la calidad del agua para riego se calculó la relación de absorción de sodio y se midió la conductividad eléctrica del agua, a partir de lo cual se obtuvo el tipo de agua para riego según la clasificación de Wilcox.

En la lámina No. 10 se muestra la gráfica de clasificación, observándose que la mayor parte de las muestras son de clase  $C_2-S_1$ , que corresponde a agua con medio contenido de sales y baja concentración de sodio utilizables en todo tipo de suelos sin peligro de salinización y sodificación.

**CLASIFICACION DE AGUAS PARA RIEGO  
SEGUN WILCOX**

Conductividad: 100                      300   500                      1000                      5000



**PELIGRO DE SALINIDAD  
PORCION SURESTE, EDO. DE CHIAPAS**

## VIII.- FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLOGICO

Dado que la superficie estudiada ocupa la parte superior de un anticlinorio, constituido por formaciones dolomíticas y calcáreas permeables, el agua subterránea drena tanto hacia la cuenca del Río Grijalva, como la del Usumacinta.

De acuerdo con el análisis de las elevaciones de los niveles estáticos, se deduce que existe un flujo proveniente del NW, que atravieza el área hasta el extremo SE a la altura de los Lagos de Montebello. Existe otro flujo de agua subterránea proveniente del Suroeste, que se une con el mencionado anteriormente a la altura de El Porvenir, para continuar en dirección Sureste rumbo al Río Usumacinta y una tercera que va de Comitán a Tzimol (Plano No. 4).

El flujo subterráneo en el área queda alimentado por la desaparición de corrientes superficiales en las dolinas secas y por la aparición de manantiales como el de Tzimol, o corrientes subterráneas como el de "Tioticho", cerca de Comitán.

## IX.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se recomienda algunas zonas para la explotación de aguas subterráneas (plano No. 4), que a continuación se mencionan:

El borde Norte del Valle de Comitán, Trinitaria y los Lagos de Montebello, se encuentra sobre las calizas de la Formación Sierra Madre, en sus miembros Cantelá y Cintalapa, ambos -- con posibilidades acuíferas y de los cuales únicamente el Miembro Cintalapa es el que se está aprovechando en la zona de Comitán con muy buenos resultados.

Se recomienda perforar en el Miembro Cantelá en las áreas circunvecinas a los Lagos de Montebello, ya que se tiene el nivel estático promedio a 12 m, las rocas poseen una gran porosidad y permeabilidad tanto por el fracturamiento como por la disolución de las calizas provocada por el agua, por lo tanto se tienen muchas posibilidades de alumbramiento de aguas subterráneas.

En el borde Sur del área se correría el riesgo de caer en estructuras drenadas hacia el Río Grijalva o de perforar en la Formación Angostura que ofrece menos posibilidades de producción debido a su contenido arcilloso.

En el valle de las Margaritas, hacia el NW es posible la explotación del agua subterránea aprovechando los afloramientos de la Formación Cintalapa.

Se recomienda para definir mejor la estructura del subsuelo, la distribución de las zonas permeables del aluvión, --

del relleno terciario y de las áreas donde las capas de materiales arcillosos es de espesor delgado, se hicieran exploraciones de -- resistividad eléctrica.

B I B L I O G R A F I A

- |                     |      |  |
|---------------------|------|--|
| MULLERIED F.K.G.    | 1957 | LA GEOLOGIA DE CHIAPAS -<br>EDICION DEL GOBIERNO DEL<br>ESTADO.  |
| F. J. PETTIJHON     | 1963 | ROCAS SEDIMENTARIAS ED. -<br>EUDEBA.   |
| MARLAN P. BILLINGS  | 1963 | GEOLOGIA ESTRUCTURAL ED. -<br>EUDEBA.  |
| G. CASTANY          | 1971 | TRATADO PRACTICO DE AGUAS<br>SUBTERRANEAS ED. OMEGA.   |
| BRIAN MASON         | 1962 | PRINCIPIOS DE GEOQUIMICA<br>ED. OMEGA.   |
| GONZALO F. CHIRINOS | 1966 | AREA: COMITAN - TRINITARIA,<br>CHIS. INEDITO (PEMEX) Z.S.  |
| SANCHEZ M. DE O.R.  | 1973 | PROYECTO MESOZOICO ARRECI-<br>FAL DE LA SIERRA DE CHIAPAS.<br>INEDITO ( PEMEX ) Z.S.   |
| GUTIERREZ G.R.      | 1956 | GEOLOGIA DEL MESOZOICO Y<br>ESTRATIGRAFIA PERMICA DEL<br>ESTADO DE CHIAPAS. CONGRESO<br>GEOLOGICO INTERNACIONAL -<br>C - 15, MEXICO. |

SANCHEZ M. DE O.	1978	GEOLOGIA PETROLERA DE LA - SIERRA DE CHIAPAS. INEDITO- ( PEMEX ) Z.S.
ROMEO MORALES P.R.	1976	ESTUDIO GEOLOGICO PETROLERO DEL ANTICLINAL BONAMPAK, <u>ESTA</u> DO DE CHIAPAS, TESIS PROFECIO NAL, FACULTAD DE INGENIERIA- UNAM.
ESTUDIOS GEOLOGICOS Y OBRAS CIVILES S.A. (EGEOCISA)	1976	LEVANTAMIENTOS GEOLOGICOS - HIDROLOGICOS EN AREAS DEL - ESTADO DE CHIAPAS, S.R.H. -- CONTRATO EIGZA-76-4
NOEL LLOPIS LLADO	1970	FUNDAMENTOS DE HIDROGEOLOGIA CARSTICA. ED. BLUME
MAURICE MATTAUER	1976	LAS DEFORMACIONES DE LOS - MATERIALES DE LA CORTEZA -- TERRESTRE. ED. OMEGA.
J.AUBOVIN. R.BROUSSE, J.LEHMAN	1980	TRATADO DE GEOLOGIA TOMO <u>III</u> , (TECTONICA-TECTONOFISICA-MOR FOLOGIA). ED. OMEGA.

E. LOPEZ RAMOS.	1979	GEOLOGIA DE MEXICO TOMO III, EDICION ESCOLAR.
EDUARDO JIMENEZ FERNANDEZ	1979	ESTUDIO GEOLOGICO DEL PROYECTO HIDROELECTRICO ITZANTUN, RIO -- TACOTALPA, ESTADO DE CHIAPAS, - TESIS PROFECIONAL. FACULTAD DE INGENIERIA. UNAM.
NATALIA PETROVNA KOSTENKO	1975	GEOMORFOLOGIA ESTRUCTURAL, -- INSTITUTO DE GEOGRAFIA UNAM.
S. N. DAVIS, R. DEWIEST	1971	HIDROGEOLOGIA ED. ARIEL
M. DERRUAU	1981	GEOMORFOLOGIA ED. ARIEL (3a. - EDICION).

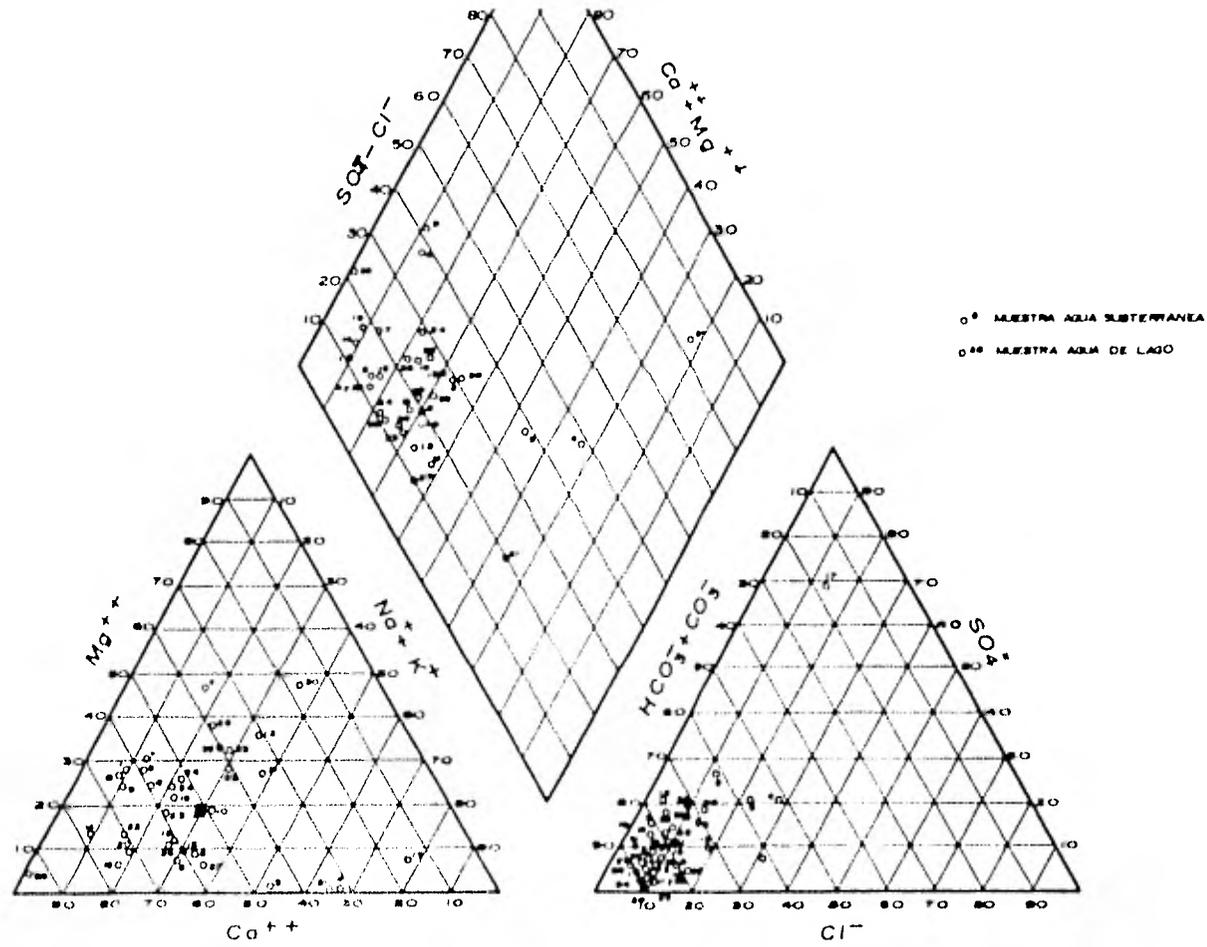
---

## APENDICE DE PLANOS Y LAMINAS

Lámina No. 1	Localización Del Area
Lámina No. 2	Estaciones Climatológicas
Lámina No. 3	Isoyetas Medias Anuales
Lámina No. 4	Isotermas Medias Anuales
Lámina No. 5	Provincias Fisiográficas
Lámina No. 6	Pozo Cash
Lámina No. 7	Pozo Comitán
Lámina No. 8	Pozo El Cedro
Lámina No. 9	Diagrama Triangular de Familias de Agua
Lámina No. 10	Clasificación de Aguas Para Riego
Lámina No. 11	Cuencas Hidrológicas En El Estado De Chiapas.

## A N E X O S

Plano No.1	Localización De Aprovechamientos Censados- -Familias De Agua Y Solidos Totales Disueltos
Plano No. 2	Fotogeológico Del Area
Plano No. 2A	Secciones Fotogeológicas
Plano No. 3	Presentación Gráfica De Los Análisis Químicos
Plano No. 4	Zonas Recomendables Para Perforar
Plano No. 5	Hidrografía del Area
Tabla No. III. 1	Censo De Aprovechamientos Hidráulicos
Tabla No. III. 2	Análisis Químicos De Muestras De Agua.
Tabla No. IV. 1	Pozos Construidos Por BANCRIISA, Area Comitán, Estado De Chiapas.



U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA	
	TESIS PROFESIONAL	
	DIAGRAMA TRIANGULAR DE FAMILIAS DE AGUA	
	ALDEMAR I. EBOLI MORALES	
	Lam. Nº 9	Oct/80

## CENSO DE MANANTIALES, NORIAS, LAGOS Y POZOS DEL AREA DE ESTUDIO

No	Tipo de Aprovechamiento	Localización	Coordenadas Geográficas (Latitud)	Reservas a 2000	Flujo	Uso del Agua	Medida del Agua	Temp. Ambiente (°C)	Temperatura Agua (°C)	Altura de Nivel (m s.n.m.)	Nivel Freatico	Características de Descarga	Costo Aproximado
1	Noria	Ejido San Francisco	Releño	40.5	6.0	Doméstico		24.5	24.0	1,200	0.00	Cubeta	
2	Noria	Quinta Carmelita	Releño	27.4	6.0	Doméstico	Varde clavo	23.0	23.0	1,665	0.00	A cárcamo	
3	Tajo	Col. San Rafael	Releño		6.0	Doméstico	Tubo	23.0	23.0	1,441	1.00	San descarga	
4	Noria	Col. Chiriquitos	Releño	52.0	6.0	Doméstico	Varde clavo	26.1	26.5	1,815	0.50	Cubeta	
5	Manantial	Comitán	Calzadas	18.0	6.4	Doméstico		24.5	24.5	1,603	15.00	A red	60.0
6	Manantial	Tzamal	Calzadas	14.0	7.4	Reg. doméstico	Cristalino	20.5	18.5	1,409	0.00	A río y canales	200.0
7	Pozo	Col. Cach	Ensenada	20.0	7.0	Doméstico	Cristalino	20.0	20.0	1,577	30.00	A red	80.0
8	Noria	Francisco	Releño	61.2	6.4	Doméstico		24.0	24.0	1,530	0.50	A red	9.0
9	Manantial	Finca Chiriquito	Releño	26.6	6.0	Doméstico		23.0	23.0	1,506	0.50	Cubeta	
10	Pozo	Tuxtla	Releño	19.5	6.4	Doméstico	Plástico	23.0	23.0	1,553	1.20	A red	3.0
11	Noria	Cochayán	Tuxtla	20.7	6.0	Doméstico		23.0	23.0	1,500	1.00	A red	
12	Tajo	Col. Buenavista	Releño	7.5	6.4	Agricultor	Tubo	23.0	23.0	1,600	0.00	Cubeta	
13	Tajo	Col. Calvario	Releño	48.1	6.4	Doméstico	Tubo	23.0	23.0	1,500	0.00	Cubeta	
14	Pozo	Veracruz (Carretera)	Releño	46.4	6.0	Doméstico	Tubo	23.0	23.0	1,455	1.00	A pipa	10.0
15	Noria	Col. La Piedad	Releño	22.5	6.4	Doméstico	Tubo	23.0	23.0	1,492	6.00	A pipa	7.0
16	Noria	Col. Emiliano Zapata	Releño	18.0	6.4	Doméstico	Tubo	23.0	23.0	1,842	0.00	Bomba manual	
17	Noria	Col. Emiliano Zapata	Releño	41.7	6.0	Doméstico	Tubo	23.0	23.0	1,400	2.00	Noria	
18	Noria	Barra San José	Releño	4.8	7.4	Doméstico		23.0	23.0	1,550	0.00		
19	Noria	Col. Santa Fe	Releño	20.8	6.4	Doméstico	Varde clavo	23.0	23.0	1,510	0.00	Cubeta	
20	Manantial	Col. San Diego	Calzadas	7.5	6.4	Doméstico	Tubo	23.0	23.0	1,600	0.00	A red	
21	Manantial	Col. San Diego	Calzadas	20.2	6.4	Doméstico	Tubo	23.0	23.0	1,580	0.00	A red	50.0
22	Pozo												
23	Pozo	Finca Chiriquito	Releño	1.0	6.0	Doméstico	Tubo	23.0	23.0	1,470	0.00	Cubeta	
24	Pozo	El Tzamal	Releño	6.0	6.4	Doméstico	Tubo	23.0	23.0	1,470	0.00	A pipa	10.0
25	Noria	El Tzamal	Releño	1.0	6.0	Doméstico	Tubo	23.0	23.0	1,470	0.00	Cubeta	
26	Lago	San Juan (Carretera)	Releño	1.0	6.0	Doméstico	Tubo	23.0	23.0	1,500	0.00	A pipa	
27	Manantial	Col. Calvario	Releño	7.5	6.4	Doméstico	Tubo	23.0	23.0	1,500	0.00	A pipa	
28	Tajo	Col. Calvario	Releño	7.5	6.4	Doméstico	Tubo	23.0	23.0	1,500	0.00	San descarga	
29	Lago	Ensenada	Releño	7.5	6.4	Doméstico	Tubo	23.0	23.0	1,500	0.00	San descarga	
30	Lago	Ensenada	Releño	7.5	6.4	Doméstico	Tubo	23.0	23.0	1,500	0.00	San descarga	
31	Lago	Manantial	Releño	1.0	6.4	Doméstico	Tubo	23.0	23.0	1,480	0.00	San descarga	
32	Lago	Tuxtla	Releño	1.0	6.4	Doméstico	Tubo	23.0	23.0	1,470	0.00	San descarga	
33	Lago	Manantial	Releño	1.0	6.4	Doméstico	Tubo	23.0	23.0	1,470	0.00	San descarga	
34	Lago	Col. Emiliano Zapata	Releño	1.0	6.4	Doméstico	Tubo	23.0	23.0	1,470	0.00	San descarga	
35	Lago	Col. Calvario	Releño	1.0	6.4	Doméstico	Tubo	23.0	23.0	1,470	0.00	San descarga	

TABLA III

\* Lectura tomada con altímetro

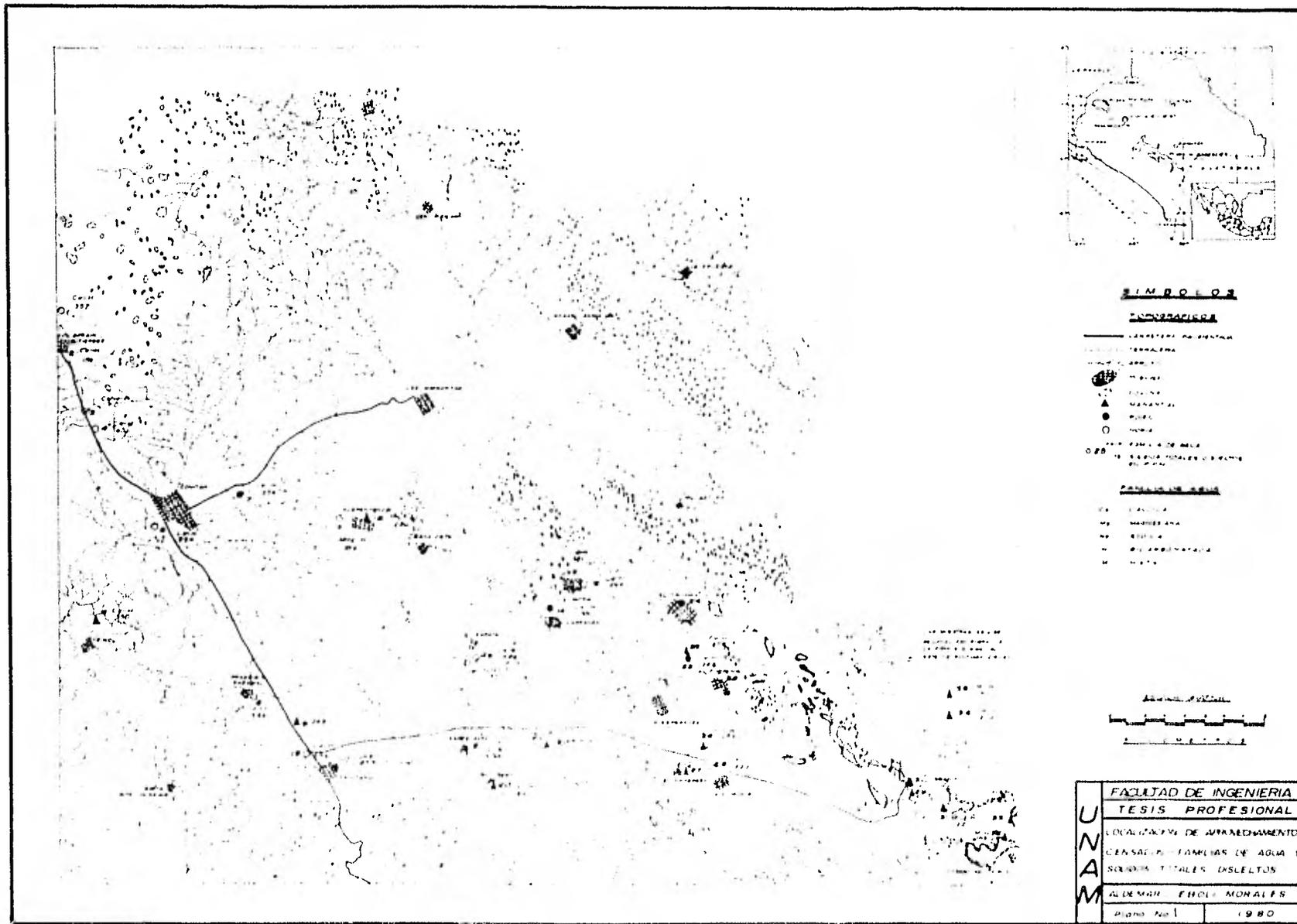
RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICOS DE MUESTRAS DE AGUA  
 LAS MARGARITAS — COMITAN  
 ZONA INDEPENDENCIA — TRINITARIA

MUESTRA No	CONDUC-TIVIDAD	ALCALI-NIDAD	DUREZA TOTAL	DUREZA DE CALCIO	DUREZA DE MAGNESIO	SOLIDOS TOTALES	CATIONES						ANIONES						RAS	CLASIFI-CACION DE WILCOX
							Ca	Mg	Na+K	Fe	Al	Si	Cl	NO3	SO4	CO3	HCO3	PO4		
1	220	120	120	103	17	180	41	204	8	0.41	28	117	167	287	20	0.88	24	0.40	108	C1-S1
2	100	69	69	69	0	70	27	134	0	0	30	180	109	170	8	0.22	43	0.60	220	C1-S1
3	58	58	34	34	0	40	14	0.69	0	0	34	138	63	108	16	0.42	27	0.60	229	C1-S1
4	320	170	171	188	16	224	32	2.90	4	0.32	29	130	208	340	8	0.26	27	0.60	107	C1-S1
5	310	341	308	205	108	367	82	4.00	20	2.00	40	174	47	883	8	0.22	28	0.60	144	C1-S1
6	60	314	317	223	94	387	89	4.44	23	1.89	16	0.89	384	620	11	0.31	20	0.41	0.36	C1-S1
7	468	329	148	48	0	818	88	2.94	0	0	121	5.28	402	688	38	0.92	32	0.56	438	C1-S1
8	498	232	320	220	100	348	82	4.38	28	2.08	23	1.02	283	483	70	1.97	83	0.88	0.86	C1-S1
9	360	127	200	144	56	256	56	2.79	13	1.07	8	0.54	155	254	30	0.98	41	0.96	0.37	C1-S1
10	500	300	291	205	86	300	82	4.09	21	1.72	25	1.13	385	898	19	0.53	21	0.43	0.66	C1-S1
11	465	307	291	128	163	338	81	2.54	40	3.29	27	1.18	278	614	11	0.31	27	0.58	0.69	C1-S1
12	318	222	171	77	94	220	31	1.54	23	1.89	39	1.72	271	444	8	0.22	24	0.49	1.31	C1-S1
13	188	123	120	103	18	131	41	2.04	4	0.32	23	1.02	180	248	11	0.31	30	0.62	0.93	C1-S1
14	800	290	308	267	81	360	103	5.13	12	0.98	14	0.68	264	820	18	0.42	29	0.64	0.87	C1-S1
15	426	286	223	189	36	298	78	3.74	8	0.74	38	1.69	318	813	11	0.31	29	0.60	1.04	C1-S1
16	636	324	318	291	24	444	118	8.78	8	0.48	31	1.35	298	849	19	0.63	29	0.60	0.78	C1-S1
17	218	89	123	80	43	180	32	1.59	10	0.82	192	8.83	100	179	124	7.00	68	1.36	8.0	C1-S1
18	488	273	308	200	108	338	80	3.99	19	1.88	30	1.88	333	848	83	1.49	16	0.28	0.80	C1-S1
19	438	214	223	171	82	304	88	3.39	17	1.39	8	0.41	261	427	19	0.63	19	0.39	0.26	C1-S1
20	710	341	308	274	34	497	110	5.48	8	0.88	34	1.80	448	888	8	0.22	29	0.60	0.88	C1-S1
21	390	300	248	180	68	273	72	3.89	16	1.31	88	2.40	368	899	38	0.98	16	0.33	1.83	C1-S1
22	308	212	206	171	34	288	68	3.39	8	0.88	18	0.80	288	424	7	0.19	20	0.41	8.88	C1-S1
23	840	384	308	240	68	378	98	4.70	17	1.39	43	1.91	438	717	8	0.22	34	0.70	1.08	C1-S1
24	1280	273	808	770	38	898	308	10.30	9	0.74	0	0	334	847	18	0.42	43	0.89	0	C1-S1
25	338	208	181	180	1	234	72	3.59	24	1.97	18	0.82	312	811	28	0.98	14	0.29	0.49	C1-S1
27	636	379	281	287	34	378	103	8.13	0	0.88	76	3.34	438	791	18	0.62	17	0.35	1.98	C1-S1
28	342	238	200	170	30	238	60	3.39	7	0.67	33	1.48	289	473	13	0.36	18	0.33	1.04	C1-S1
29	318	194	200	102	98	272	40	1.99	23	1.89	16	1.14	237	389	29	0.73	20	0.41	0.82	C1-S1
30	328	224	200	148	88	227	88	2.89	13	1.08	38	1.61	274	449	28	0.73	19	0.33	1.14	C1-S1
31	178	128	180	30	90	122	12	0.59	21	1.72	28	1.20	168	280	26	0.73	23	0.47	1.18	C1-S1
32	218	181	168	90	78	180	36	1.79	18	1.48	20	1.18	167	382	28	0.73	23	0.47	0.88	C1-S1
33	78	314	18	34	81	182	26	1.24	12	0.60	30	1.34	284	829	29	0.73	12	0.24	1.48	C1-S1
34	370	282	200	108	92	227	43	2.14	22	1.80	28	1.61	288	488	13	0.36	14	0.29	1.11	C1-S1
35	293	779	200	185	83	208	94	2.89	16	1.20	24	1.09	210	388	38	0.98	23	0.47	0.77	C1-S1

TABLA III 2

POZOS CONSTRUIDOS POR BANCRISA  
AREA DE COMITAN, CHIAPAS.

No.	P O Z O	MUNICIPIO	CARACTERISTICAS				Reg. Elev.	TUBERIA				MATERIALES		A F O R O			F E C H A		OBSVS.		
			EXPLORACION		AMPLIACION			L I S A		RAMBRADA		TOTAL		GRAY. DISF.		N. E.	N. D.	Q.		INIC.	TERM.
			(p#)	Prof. m	(p#)	Prof. m		(p#)	mts.	(p#)	mts.			M.	Lts.						
1	MARGARITAS	MARGARITAS	12 1/4	150.00	22	150.00	sl	14	18.00	14	112.50	150.50	14	150	---	---	---	11-5-79	8-79	seco	
2	MARGARITAS	MARGARITAS	"	100.00	22	100.00	sl	14	18.00	14	82.50	100.50	14	100	5.83	72.0	71.0	13-8-79	11-79		
3	MARGARITAS	MARGARITAS	"	52.00	--	----	--	--	----	--	----	----	--	----	---	---	---	10-X-79	9-X-79	Inconc.	
4	MARGARITAS	MARGARITAS	"	102.00	22	102.00	sl	14	1.00	14	98.50	102.50	14	100	---	---	---	2-11-79	6-2-80	sin af.	
1	QUISTAJITO	INDEPEND.	"	100.00	22	100.00	sl	14	18.00	14	82.50	100.50	14	100	---	55.0	97.0	20-X-79	5-11-79		
2	QUISTAJITO	INDEPEND.	"	120.00	22	120.00	sl	14	18.00	14	102.50	120.50	14	100	---	---	---	7-11-79	5-2-79	sin af.	
1	GALEANA	INDEPEND.	"	100.00	22	100.00	sl	14	18.00	14	82.50	100.50	14	100	---	---	---	5-12-79	2-2-80	sin af.	
1	LA PATRIA	INDEPEND.	"	100.00	--	----	--	--	----	--	----	----	--	----	---	---	---	25-11-79	18-2-80	seco	
2	LA PATRIA	INDEPEND.	"	65.00	--	----	--	--	----	--	----	----	--	----	---	---	---	15-12-79	26-2-80	seco	
1	INDEPEND.	INDEPEND.	"	100.00	22	100.00	sl	14	24.00	14	76.45	100.45	14	100	2.64	71.0	65.0	20-8-79	8-9-79		
2	INDEPEND.	INDEPEND.	"	100.00	22	100.00	sl	14	18.00	14	82.50	108.50	15	100	13.00	78.3	58.5	31-8-79	24-11-79		
3	INDEPEND.	INDEPEND.	"	114.00	22	114.00	sl	14	24.00	24	90.50	114.50	15	100	---	---	---	21-11-79	12-2-79	sin af.	

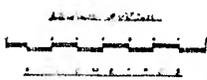


**SÍMBOLOS**

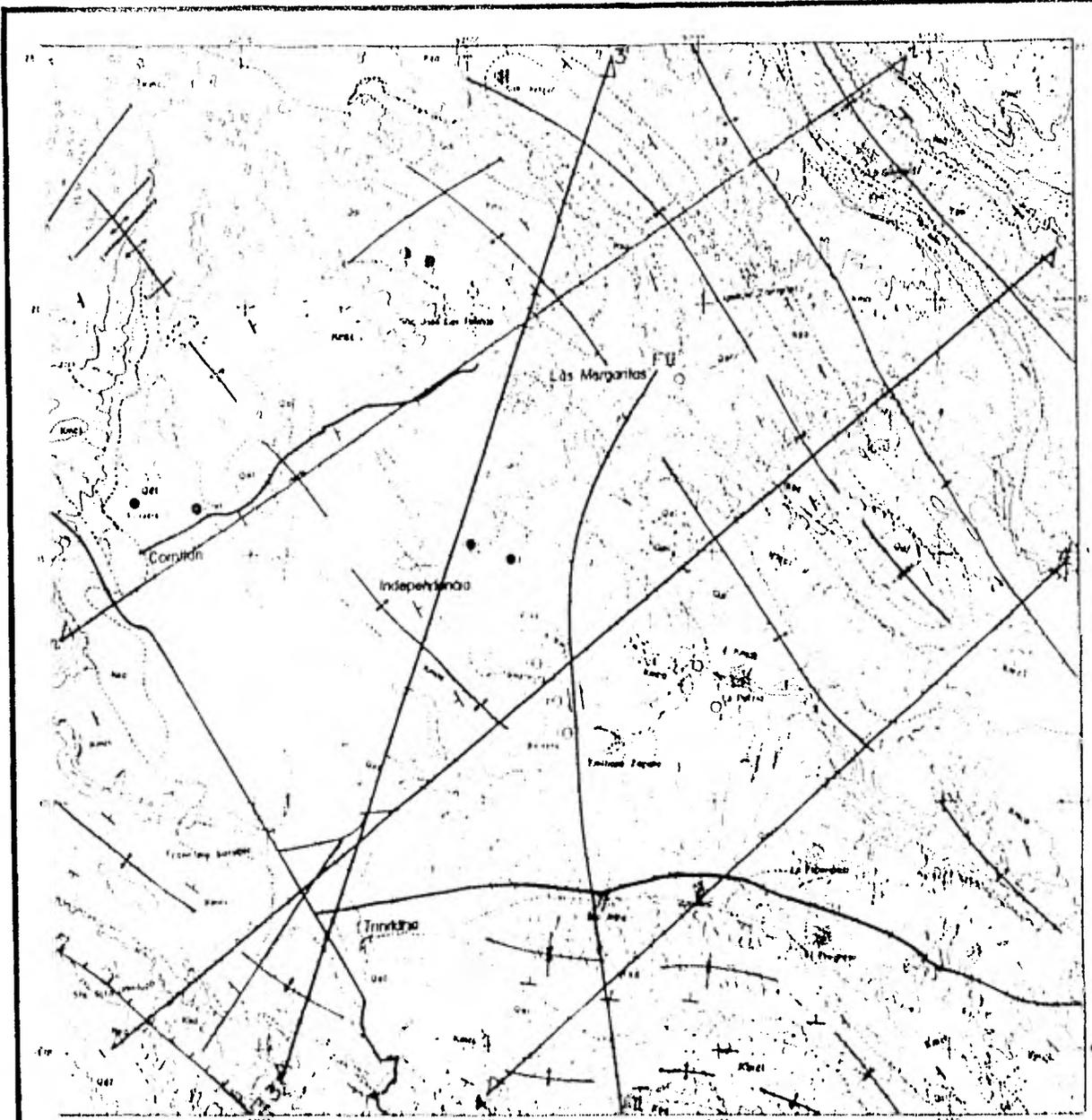
- CONSTRUCCIONES**
- CARRETERA FEDERAL
  - CARRETERA LOCAL
  - CASERIO
  - ▲ CASERIO
  - CASERIO
  - CASERIO
  - CASERIO
  - CASERIO
  - CASERIO

**POSICIONES DE AGUA**

- CANAL
- MADERAS
- ESTERCO
- RESIDUOS
- AGUA



<b>U N A M</b>	<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>	
	<b>TESIS PROFESIONAL</b>	
	LOCALIZACION DE ATRAQUEMIENTOS CENSAL DE FAMILIAS DE AGUA Y SUCIOS TOTALES DISLETS	
	ALDEMAR	FOLIO MONALES
	Hoja No. 1	1980



CUADRO		LITOESTRATIGRÁFICO	
del Sistema	Serie	Formación	Litología
MESOZOICA	TERCIARIO	Q	Depositos cuaternarios, arenales y otros sedimentos
		M	Pls. Terciarios
		P	Pls. Secundarios
		U	Pls. Terciarios
		T	Pls. Terciarios
		V	Pls. Terciarios
		W	Pls. Terciarios
		X	Pls. Terciarios
		Y	Pls. Terciarios
		Z	Pls. Terciarios

### SÍMBOLOS

- |                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| <b>TOPOGRÁFICOS</b> | <b>GEOLÓGICOS</b>  |
| APARECER NO BENTICA | CONTACTO GEOLÓGICO |
| TEMPERATURA         | ANTICLINAL         |
| ALTIMETRIA          | SINCLINAL          |
| ALTO. ABSOLUTO      | FALLA INVERSA      |
| PERFIL              | FALLA DE CORRIENTE |
| DEBIDA              | FRACURA            |
| INDIC. PROSPECTIVO  | HUERTO             |
| INDIC. PROSPECTIVO  |                    |
| INDIC. SIN ALTO     |                    |
| P.O. NO TEMPERATURA |                    |



INSTITUTO NACIONAL DE GEOLÓGIA Y MINERÍA  
 INSTITUTO NACIONAL DE GEOLÓGIA Y MINERÍA  
 PLANO POTOMORFOLOGICO DE LAS MARGARITAS DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS  
 FECHADO: 1972  
 ELABORADO POR: [Name]  
 P. 100/100

S E C C I O N 1—1'



S E C C I O N 2—2'



S E C C I O N 3—3'



S E C C I O N 4—4'

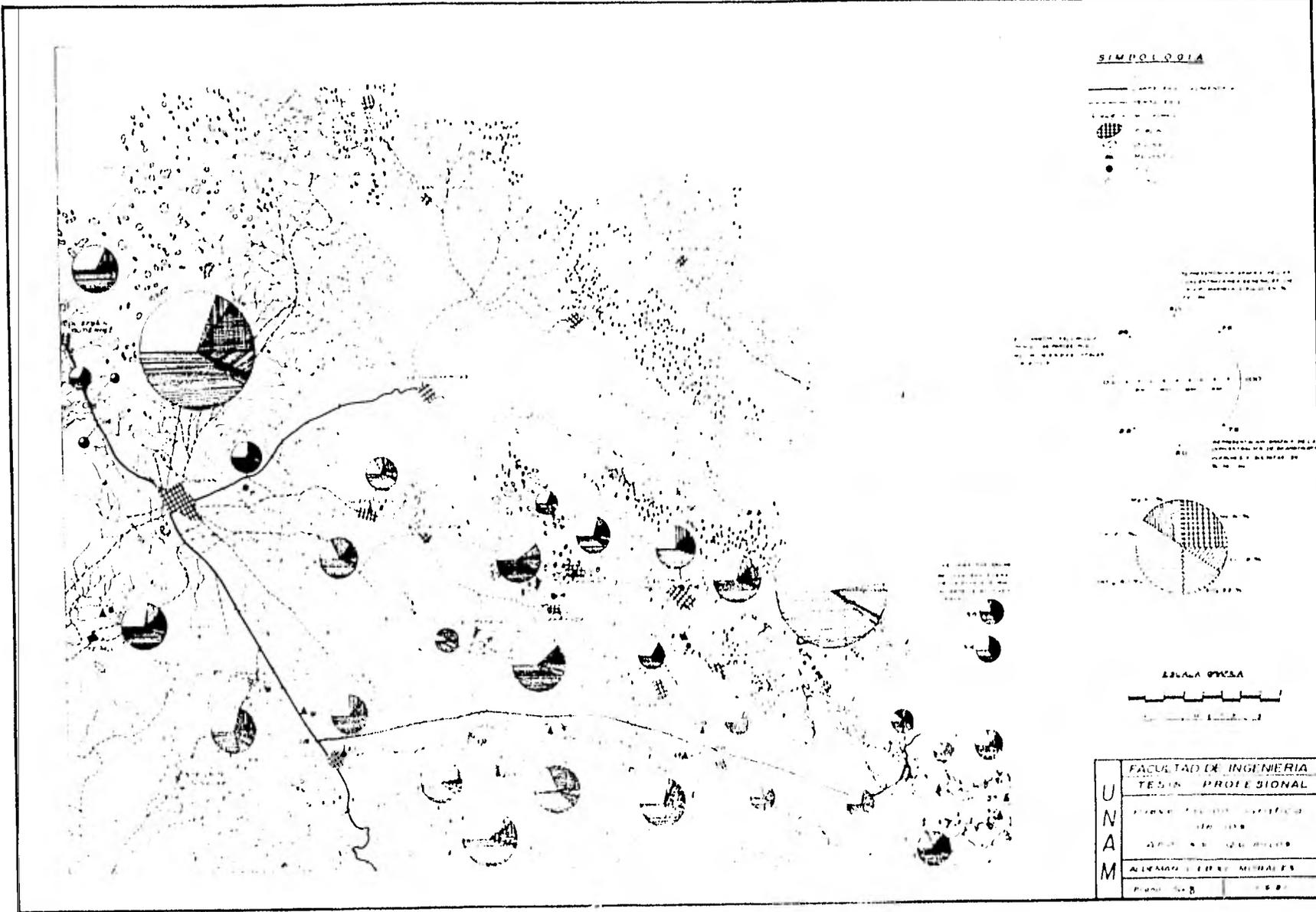


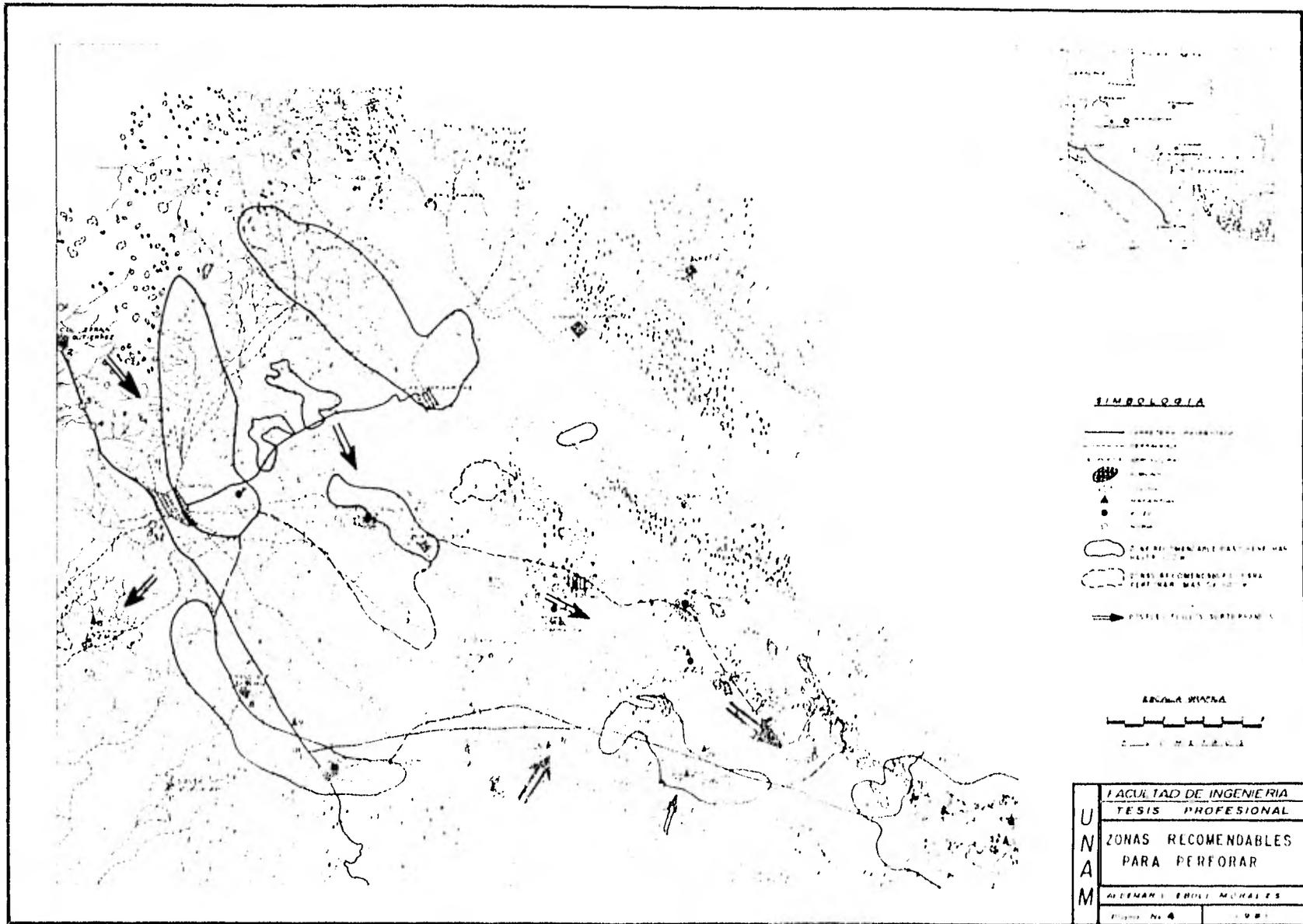
--LEYENDA GEOLOGICA--

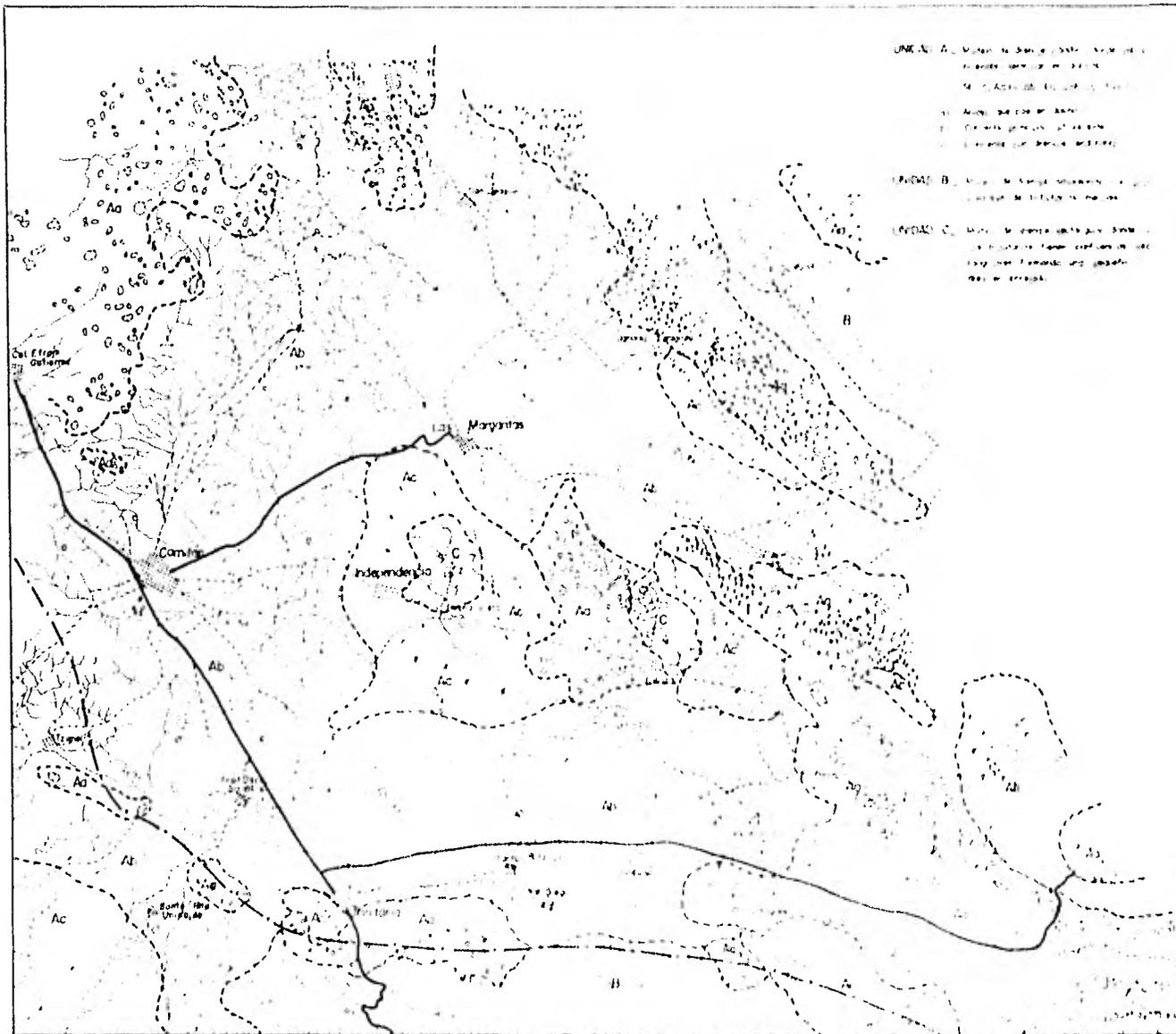
- Qa1** SEDIMENTOS CUATRIPLICES Y CUATRIPLICES
- Esa** CUATRIPLICES Y CUATRIPLICES
- Ebc** CUATRIPLICES Y CUATRIPLICES
- Eac** CUATRIPLICES Y CUATRIPLICES
- Ead** CUATRIPLICES Y CUATRIPLICES
- Eae** CUATRIPLICES

E S C A L A

<b>U N A M</b>		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TESIS PROFESIONAL		
SESIONES FOTOLOGICAS DEL AREA		
LAS MARGARITAS -- COMITAN		
INDEPENDENCIA -- TRINIDAD		
P. ANO. 7A	ALEXANDER IBARRA	20/11/82







UNIDAD A: Manto de arena y grava con arenas gruesas y arenas finas.  
 (Alrededor de 100 m de espesor).  
 UNIDAD B: Manto de arena y grava con arenas gruesas y arenas finas.  
 (Alrededor de 100 m de espesor).  
 UNIDAD C: Manto de arena y grava con arenas gruesas y arenas finas.  
 (Alrededor de 100 m de espesor).



**SÍMBOLOS**

- ANEPIPLUYA VENTILADA
- - - - - TERNACERA
- ▨ ARENOSA
- ▩ ARENOSA
- OCAINA
- — — — — LIMITE DE ZONAS

4  
N



ESCALA GRAFICA

<b>UNAM</b>	FACULTAD DE INGENIERIA
	TESTES PROFESIONALES
	HIDROLOGIA DEL AREA
	LAS MARGARITAS — COMITAN
	INDEPENDENCIA — TRINITARIA
FECHA: 11 MARZO 1986	
PLANO: NTA	