

D. L.
012.
T(511)
C. 3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION DE LAS CONDICIONES EDAFICAS E HIDRICAS DEL VALLE
DEL RIO MICHATOYA



TESIS

Presentada a la Honorable
Junta Directiva de la
Facultad de Agronomía de la
Universidad de San Carlos de Guatemala

por:

LUIS FERNANDO HERRERA AQUINO

En el acto de su investidura como:

INGENIERO AGRONOMO

En el grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, noviembre de 1,963

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. EDUARDO MEYER M.

JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano:	Ing. Agr. César A. Castañeda S.
Vocal Primero:	Ing. Agr. Oscar René Leiva S.
Vocal Segundo:	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez G.
Vocal Tercero:	Ing. Agr. Rolando Lara A.
Vocal Cuarto:	Prof. Heber Arana H.
Vocal Quinto:	Prof. Francisco Muñoz N.
Secretario:	Ing. Agr. Rodolfo Albizúrez P.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

Decano:	Dr. Antonio A. Sandoval S.
Examinador:	Ing. Agr. Guillermo Peláez
Examinador:	Ing. Agr. Salvador Castillo
Examinador:	Ing. Agr. Gustavo Méndez G.
Secretario:	Ing. Agr. Carlos N. Salcedo Z.



Referencia
Asunto

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apertura Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Guatemala, 9 de noviembre de 1983.

Ingeniero Agrónomo
César A. Castañeda.
Decano de la
Facultad de Agronomía.
USAC.
Presente.

Señor Decano:

En atención al nombramiento recibido de esa decanatura, me permito manifestar que he asesorado y revisado el trabajo de tesis titulado: "EVALUACION DE LAS CONDICIONES EDAPICAS E HIDRICAS DEL VALLE DEL RIO MICHATOYA", desarrollado por el estudiante Luis Fernando Herrera Aquino.

Considerando que dicho trabajo de investigación cumple con los requisitos para ser presentado como tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo, y constituye además un valioso aporte al conocimiento de los recursos que posee Guatemala.

Atentamente.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. Víctor R. Aragón Castillo.

Guatemala,
9 de octubre de 1983

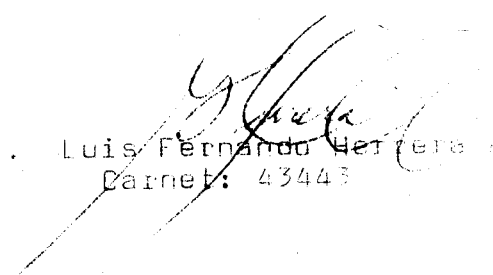
Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador.

De conformidad a las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el gusto de presentar a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

"EVALUACION DE LAS CONDICIONES EDAFICAS E HIDRICAS DEL VALLE DEL RIO MICHATOYA"

Presentandolo como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado Académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente:


P.A. Luis Fernando Herrera
Carnet: 43443

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A mi Madre:

Vitalina Aquino

A mi esposa:

Erika Lucía Molina de Herrera

A mis hijos:

Juan Luis Fernando,
Manuel Antonio y
José Pablo

A mis hermanos:

Lila Blandina,
Edith Elizabeth y Freddy,
Ana Floridalma y
Alba Leticia

A mis abuelitas:

Zoila Aquino y
Nicolasa Aquino †

A mis familiares y
amigos, especialmente a:

Familia Mancur Milián
Familia Solares Sacú
Familia Sacú Vásquez
Mena de Molina
Chala de Mejía
Familia Rodríguez Molina
Familia Martínez Molina
P.A. Juan Manuel Herrera C.
y a mi sobrinito Freddy Fernando

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Ing. Agr. Víctor Rolando Aragón Castillo por su valiosa asesoría en la elaboración del presente trabajo.

Al Ing. Agr. Alan R. González F. y a los técnicos José Manuel Sánchez y Edgar Lam por su aporte científico.

Al Instituto Nacional de Electrificación, especialmente al Ing. Carlos Tobar, por su colaboración.

A la familia Solís Mejía y a la señora Silvia de Rodríguez.

CONTENIDO	Página
RESUMEN	
I. INTRODUCCION	1
I.1 Plantenamiento del problema	2
I.2 Descripción del área.	3
II. OBJETIVOS	
III. MATERIALES Y METODOS	7
III.1 Estudios preliminares y obtención de datos.	7
III.2 Trabajo de Gabinete Fase I	7
III.3 Trabajo de Campo.	7
III.4 Trabajo de Laboratorio	8
III.5 Trabajo de Gabinete Fase II.	9
IV. RESULTADOS, ANALISIS Y DISCUSION	11
IV.1 Respecto al agua	11
IV.2 Respecto al suelo	24
IV.2.1. Clasificación Taxonómica	26
IV.2.2. Uso potencial y Clasificación por Capacidad de uso.	52
IV.3. Discusión General	56
V. CONCLUSIONES	58
VI. RECOMENDACIONES	60
VII. BIBLIOGRAFIA	62
VIII. ANEXOS	64.
A. Resúmenes:	
1. Régimen de Humedad del Suelo.	
2. Sistema de Clasificación por Capacidad de Uso.	
3. Uso Actual del Agua.	
B. Mapas:	
1. Geología General.	
2. Clasificación Taxonómica de Suelos.	
3. Capacidad de Uso de los Suelos.	
4. Isolneas de Conductividad Eléctrica del Agua Subsuperficial.	
5. Isolneas de Temperatura de la Capa freática.	

(ii)

6. Profundidad del Nivel Freático.
 7. Nivel Piezométrico.
 8. Representación Gráfica de Concentraciones mediante Diagramas de Stiff.
 9. Representación Gráfica de Concentraciones mediante Diagramas de Shoeller y Berkaloff.
- C. Otros:
1. Perfil Hidrogeológico del Valle del Río Michatoya
 2. Análisis Físico-Químico de las aguas subterráneas del valle del río Michatoya.

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en el valle del río Michatoya, tomando el área desde la planicie de Amatitlán hasta el poblado de Palín, específicamente hasta la estación hidrométrica ubicada sobre el río Michatoya en este último municipio. Se tomó la cuenca total del río Michatoya que tiene influencia hidrológica sobre el valle, abarcando un área total de 63.53 Kms.²

Utilizando como referencia para delimitar el valle el límite de suelos que tiene origen aluvial, según el mapa Geológico presentado por el Instituto Geográfico Nacional; dicha área coincide con la que topográficamente se considera como plana, además de ser la más poblada y poseer explotaciones de diferente índole a quienes puede interesarles un estudio de esta naturaleza.

Se procedió a dividir el estudio en varias fases; primeramente se revisó referencias bibliográficas de estudios preliminares que se tenían sobre los recursos agua y suelo del valle; así como fotografía aérea con el propósito de tener mapas guías, empezar a conocer el valle y planificar el trabajo de campo. Este consistió en el control de pozos y manantiales pilotos, previamente ubicados, durante dos meses y chequeos cada ocho días; el muestreo del agua que provee así como el suelo que los rodea. El muestreo de suelos se hizo de los diferentes horizontes que presentaron las calicatas abiertas, con ésto se determinaron ocho unidades de mapeo de las cuales se considera

ron diferencias físicas observables inicialmente para de-
limitarlas.

Con los datos tomados de referencias bibliográficas y los de campo se procesaron en gabinete, tabulando, ma-
peando y discutiéndolos ordenados como sigue:

Los datos sobre aguas se tomaron primero los de origen -
pluvial, resultando el balance hidrológico de la cuenca;
las de origen subterráneo que se estudiaron en su carác-
ter químico y físico analizando los resultados de acuer-
do a los diferentes usos que pueda dárseles; resultando
de esto el supuesto origen de las aguas y su nominación -
por medio del Diagrama de Piper y el Diagrama de Clasifi-
cación de Aguas para Riego usado por el USDA; mapifican-
do también los datos para presentar la caracterización -
química de las aguas por el método de Diagramas de Stiff
y por el de Shoeller y Berkloff. Con los datos del aná-
lisis de suelos se procedió a realizar la clasificación
taxonómica de éstos por el método de USDA presentando pa-
ra el caso un mapa de la distribución de los diferentes
subgrupos de suelos a nivel semidetallado, en escala 1:
50,000; con estas mismas características físico-químicas
se presenta un mapa de la distribución de las unidades y
su capacidad de uso, dando el uso potencial de cada una -
de ellas, así como el uso potencial de las distintas a--
guas estudiadas. Con el estudio de aguas y suelos se --
discutió la influencia que puede tener el agua subsuper-
ficial sobre la productividad de los suelos del lugar.

I. INTRODUCCION

El manejo adecuado de áreas que pueden presentar problemas limitantes para la producción sería la solución para incorporar mucho terreno al renglón productivo del país, el cual tiene que ir desarrollando tecnológicamente - en la medida que crece su población, utilizando también areas improductivas que están bajo sistemas comunes y tradicionales de manejo.

Siendo el valle del río Michatoya, un área que por sus características geográficas e infraestructurales, se puede catalogar como potencialmente de gran valor, y que actualmente se encuentra poco trabajada, es necesario involucrar la dentro de la investigación, ya que presenta condiciones muy especiales que naturalmente limitan el uso tradicional del lugar. La contaminación natural y artificial que lleva a cabo en esa área ha llegado a ser uno de los factores que limitan la utilización de los recursos agua y suelo,-- en agricultura y ganadería intensivas.

En el presente estudio, se permitirá ver las condiciones actuales que poseen los recursos suelo y agua en el valle del río Michatoya, hasta el poblado de Palín, así mismo los valores potenciales con que se cuentan, con el propósito de encauzar investigaciones más profundas y específicas, según se planifique, dando también algunas referencias y parámetros que bien pueden utilizarse en otras zonas con problemas similares.

I.1. Planteamiento del problema.

El agua para ser utilizada, ya sea para riego, industria y principalmente potable para uso doméstico o pecuario, debe llenar ciertas condiciones químicas, físicas y bacteriológicas, respectivamente.

En el valle del río Michatoya se encuentran muchos afloramientos termales, pozos excavados de poca profundidad y yacimientos naturales, así como el río Michatoya, que hacen que sea un área de abundancia de agua, pero con muchas limitaciones para su uso; ya que viene contaminada naturalmente en su condición físico-química y artificialmente en su condición bacteriológica, principalmente el agua del río; consecuencia de esta contaminación es que el suelo tiene que ir adquiriendo características similares al agua, además existe una recirculación del agua que con el tiempo ha venido depositando materiales indeseables, que limitan la explotación, principalmente agrícola. Ahora bien, las características de las aguas y de los suelos del valle, tiene distintas características químicas y físicas habiendo seguramente áreas donde el problema de contaminación es mayor y requiere de tratamientos especiales para poder utilizarlas, así como hay áreas donde la contaminación no ha constituido problema aún, pudiéndose utilizar en la actualidad sin ningún tratamiento especial. Existe también una diversidad de materiales aflorantes, que hacen que la contaminación sea heterogénea en cuanto a composición, derivando de esto que es necesario dar una diversidad de tratamientos, manejos y técnicas de uso a los recursos que posee el valle. Lo ante-

rior nos encamina a conocer específicamente cada fuente de agua así como a conocer en detalle el suelo, para poder en el futuro utilizarlos intensivamente, ya que por tener condiciones apropiadas de vida en cuanto a ecología, geografía y sociología, no podrá detenerse el crecimiento poblacional en esa área.

I.2 Descripción del área

I.2.1 Localización:

El valle del río Michatoya se encuentra dentro de la cuenca del río Michatoya, que es una sub-cuenca del río - María Linda, parte de la vertiente sur de Guatemala. La cuenca del río Michatoya se encuentra enmarcada por las - formaciones montañosas de Carmona, el complejo volcánico de Pacaya y el volcán de Agua. El valle del río Michatoya comienza en lo que se conoce como desague del Lago de Amatitlán y termina en el poblado de Palín en el departamento de Escuintla.

Está dentro de las latitudes 14.40 a 14.51 y longitudes 90.70 a 90.62, lo corta longitudinalmente la autopista al Pacífico (CA-9) entre los kilómetros 28 y 35.

Extensiones:

Cuenca del río María Linda:	2772.51	Kms. ²
Sub-cuenca río Michatoya:	63.53	Kms. ²
Valle del río Michatoya:	20.18	Kms. ²

I.2.2 Topografía:

El valle se puede catalogar como plano, ya que tiene un desnivel promedio de 2.85 mts./kms. y una diferencia de altura entre la parte norte y la parte sur de 33 metros.

Tiene una altitud promedio de 1,123 metros sobre el nivel del mar.

I.2.3 División Política:

Los municipios comprendidos dentro del área de influencia o sub-cuenca del río Michatoya son:

1. Departamento de Sacatepéquez:

Antigua Guatemala, Magdalena Milpas Altas,
Santa María de Jesús.

2. Departamento de Guatemala:

Amatitlán

3. Departamento de Escuintla:

Palín, San Vicente Pacaya

Los Municipios comprendidos dentro del área del valle del río Michatoya son Amatitlán y Palín.

I.2.4 Vías de Comunicación:

El valle del río Michatoya cuenta con una buena red de carreteras, que comunican el 100 % de su área total, - la de mayor importancia es la autopista al Pacífico. --- (CA-9), y cuenta con comunicación férrea, la cual atravieza el valle de norte a sur, comunicando por este medio a casi todo el valle.

I.2.5 Hidrografía:

Esta disciplina lo cubre principalmente lo que es - el lago de Amatitlán y el río Michatoya, que son las mayores fuentes de agua, contando además con las siguientes quebradas y manantiales.

Zanjón Malena o Zanjón El Cable

Río Mico

Agua de las Minas

Zanjón Santa María

Quebrada el Barretal

Manantial la Gallina

Manantial las Hamacas

Los anteriores forman las principales entradas y salidas de agua del área de influencia hidrológica del valle, habiendo otras quebradas y manantiales que por carecer de nombre no se mencionan, pero que son de mucha importancia por lo que fueron tomados en cuenta en el presente trabajo, ya que reportan caudales significativos tales como:

Manantial la Gallina con caudal mínimo de 24 ltrs/seg.

Manantial las Joyas de 10 ltrs/seg. y temperaturas de 50 y 70°C.

Manatial la Unión con caudal mínimo de 4 ltrs/seg. y temperaturas de 52 a 60°C (ver mapa N°4)

II. OBJETIVOS

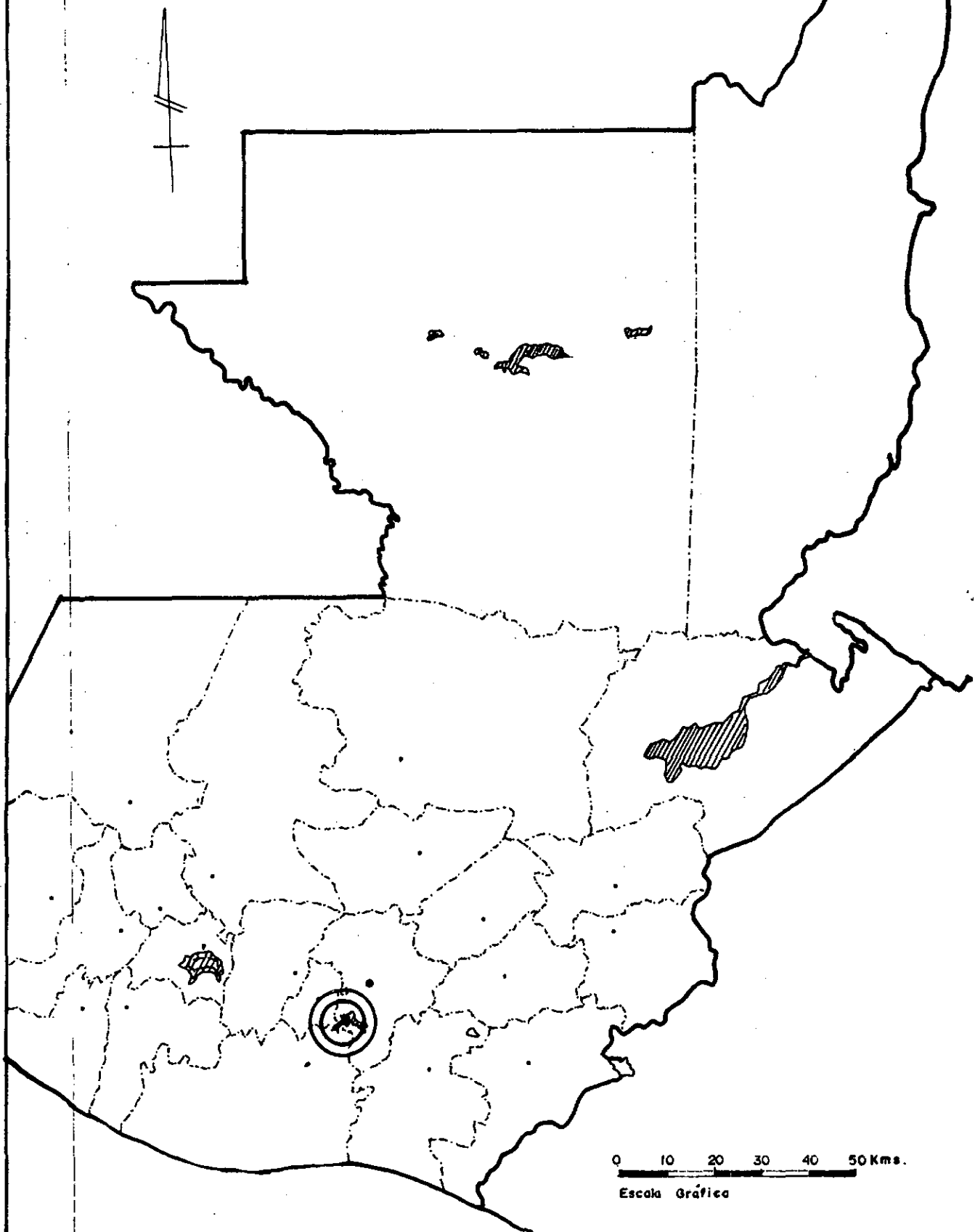
II.1 Generales:

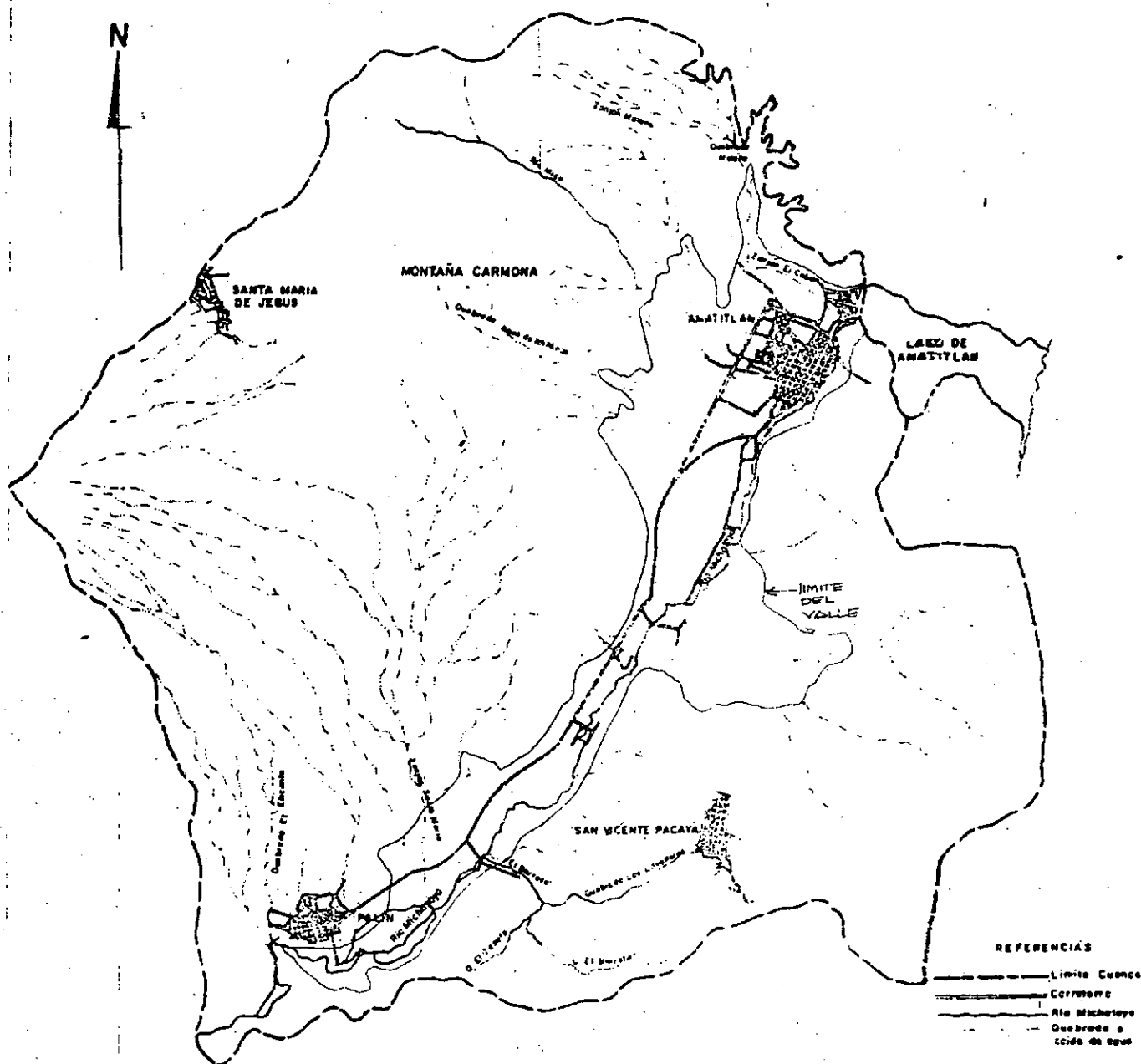
- Determinación de las características físicas y químicas del suelo y del agua del valle, con el fin de poder hacer un uso adecuado de dichos recursos.

II.2 Específicos:

- Elaboración de la clasificación taxonómica de los suelos del valle a nivel semi-detallado.
- Delimitar el área afectada y el grado de contaminación alcanzado.
- Evaluación cualitativa y cuantitativa de las áreas afectadas y ubicar las fuentes de contaminación.
- Obtener parámetros de correlación que pudieran ser utilizados en el manejo de otras zonas con problemas similares.
- Situación del nivel freático del agua y su calidad química.
- Planificación de un uso potencial de los suelos y el agua para fines agrícolas.

• Localizacion del Valle del rio Michatoya
en la republica de Guatemala





CUENCA DEL RIO MICHA TOYA HASTA ESTACION PALIN

ESCALA 1:50,000

JULIO 1963

PAULIN LUIS HERRERA

III. MATERIALES Y METODOS

III.1 Estudios preliminares y obtención de datos:

- a. Consulta de archivo del departamento Geotérmico del Instituto Nacional de Electrificación - (INDE), sobre pozos y manantiales del área.
- b. Consulta de archivos del departamento de Aguas Subterráneas del Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), sobre pozos y manantiales, mapas cartográficos, mapas de uso actual y uso potencial del agua y fotografía aérea.
- c. Consulta del mapa de suelos de Simons y otras tesis relacionadas.

III.2 Trabajo de Gabinete Fase I:

- a. Utilización de mapa cartográfico 1:50,000 y fotografías aéreas 1:30,000 del área, con el objeto de delimitar el valle aluvial del río Michatoya, y el área de influencia hidrológica o cuenca del mismo río.
- b. Elaboración de fotomosaico para determinar:
 - b.1 Unidades de Mapeo.
 - b.2 Puntos de Muestreo.
 - b.3 Localización de pozos y manantiales reportados en las consultas preliminares.

III.3 Trabajo de campo:

- a. Localización de pozos y manantiales
- b. Aforo de manantiales y medición de profundidad

de pozos localizados y muestreo de pozos no a
nalizados.

- c. Localización de puntos de muestreo de suelos.
- d. Toma de muestras de suelo.
- e. Hechura de calicatas, toma de muestras de los horizontes encontrados, lectura e interpretación de los perfiles y toma de datos.
- f. Control de pozos tipo: Control periódico durante 2 meses, de datos sobre:
 - Temperatura.
 - Conductividad eléctrica.
 - Nivel de capa freática.

III.4. Trabajo de Laboratorio:

a. Análisis de aguas:

De los pozos y manantiales que no se tengan -
datos se efectuó análisis químico de lo si---
guiente:

- Conductividad eléctrica.
- Boro.
- Sólidos disueltos.
- pH.
- Ca, Mg. Na y K.
- Barbonatos y bicarbonatos.
- Sulfatos, cloruros y nitratos.

b. Análisis de Suelos

- En el laboratorio de la Asociación Nacional del Café (ANACAFE) sobre:
Mg, Ca, K, Na y Fe: con espectrofotómetro

de absorción atómica.

NO₃: Por método de ácido Fenol Disulfónico.

SO₄: Por el método turbidimétrico propuesto por el proyecto internacional de Evaluación y mejoramiento de la Fertilidad del suelo.

Cl: Por el método de titulación con Nitrato de Plata.

CO₃ y CO₃H: Por titulación con ácido Sulfónico 0.05 y usando como indicador Fenolftaleína y Anaranjado de Metilo.

- En el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola ICTA, en su laboratorio de Suelos.
pH

P, K, Ca, y Mg.

Materia orgánica.

III.5. Trabajo de Gabinete fase II.

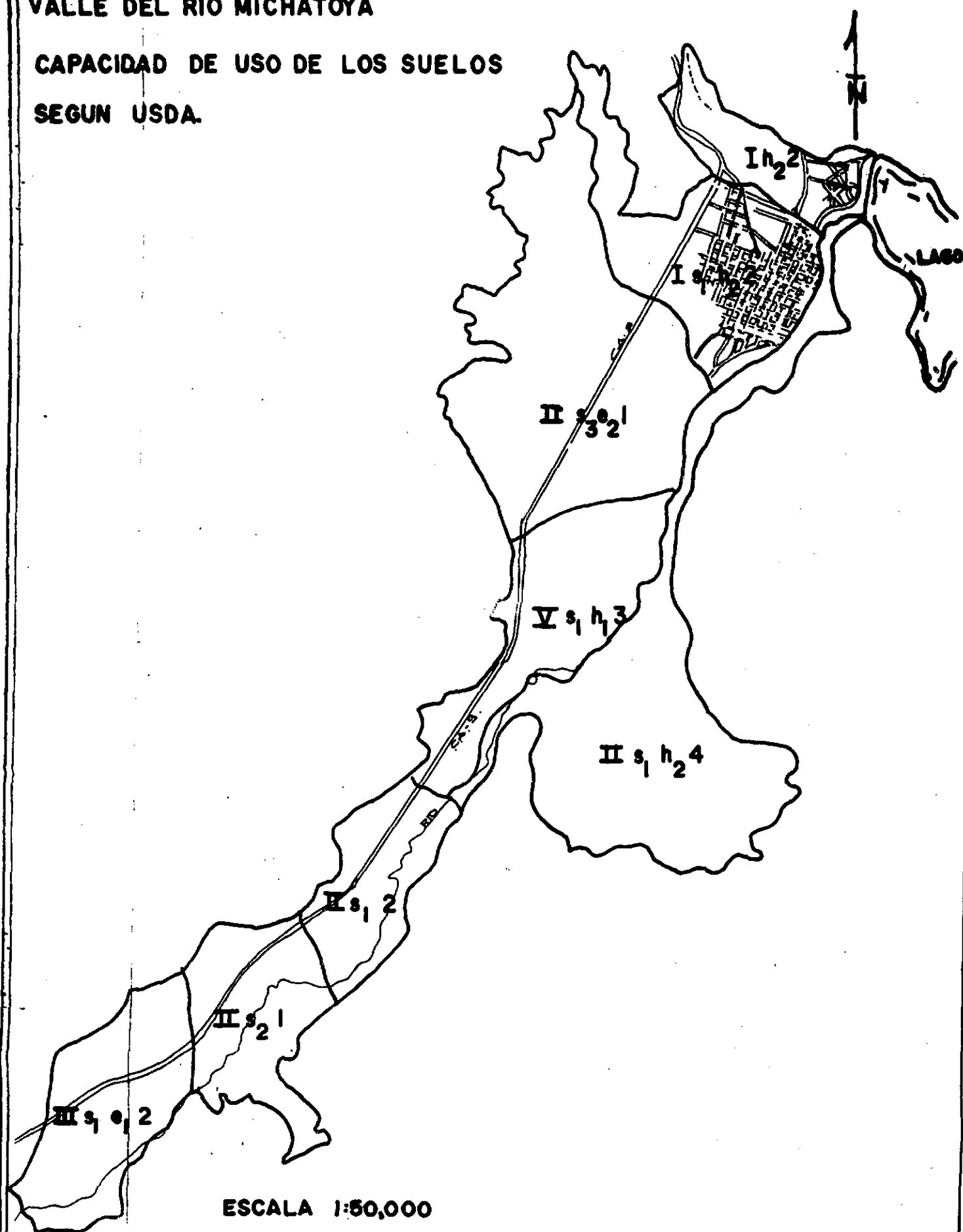
a. Tabulación e interpretación de los datos obtenidos en:

1. Estudios preliminares, recopilación bibliográfica de trabajos realizados en el área--por instituciones nacionales o compañías--privadas.
2. Resultados de laboratorio de análisis de -aguas y suelos.
3. Estudio hídrico del área de influencia pluvial o cuenca del río Michatoya.

- b. Elaboración e interpretación de el uso actual del suelo y agua.
- c. Elaboración del uso potencial del suelo y del agua, de acuerdo a los resultados del análisis químico, interpretación de datos y bibliografía consultada, dando énfasis en el uso agrícola y pecuario.
- d. Clasificación Taxonómica de los Suelos, según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica (USDA).
- e. Elaboración de Mapas y gráficas complementarias del estudio.

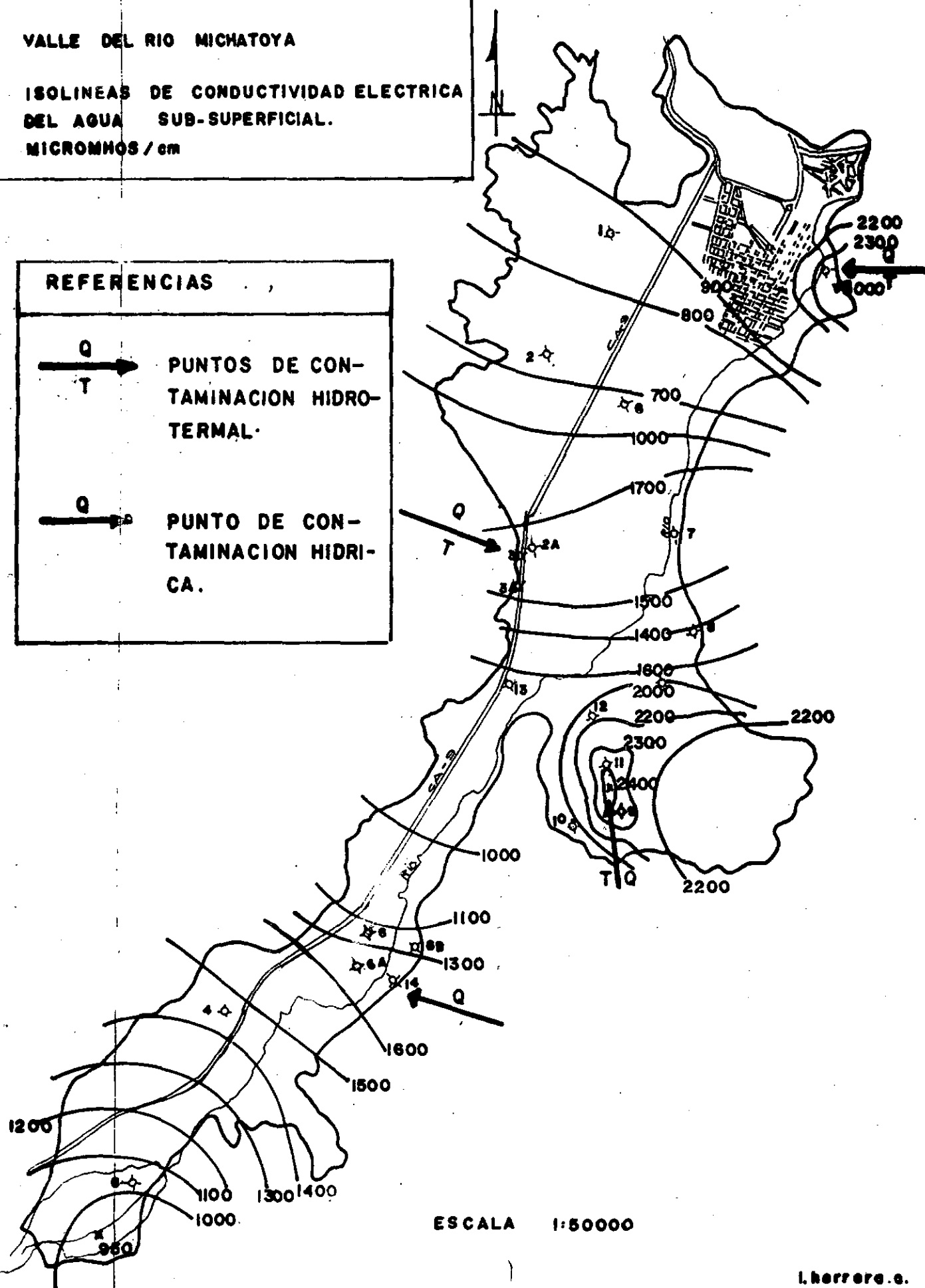
VALLE DEL RIO MICHATOYA

CAPACIDAD DE USO DE LOS SUELOS
SEGUN USDA.



VALLE DEL RIO MICHATOYA
**ISOLINEAS DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA
DEL AGUA SUB-SUPERFICIAL.
MICROMHOS / cm**
REFERENCIAS

**PUNTOS DE CON-
TAMINACION HIDRO-
TERMAL.**

**PUNTO DE CON-
TAMINACION HIDRI-
CA.**

ESCALA 1:50000
I. Herrera e.

IV. RESULTADOS, ANALISIS Y DISCUSION

IV.1 Respecto al agua:

IV.1.1 Calidad física y química para los diferentes usos:

a. Agua para uso agrícola:

Específicamente el uso que se dará es para riego; pueden utilizarse ciertas áreas del valle, según su clasificación dentro de lo estipulado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica (USDA).

Para el presente caso se tomó en cuenta 14 fuentes principales consideradas como representativas del área y uniformemente distribuidas dentro de la misma, de aproximadamente 70 que se encuentran en todo el valle de estudio (ver mapa y gráfico de salinidad).

El pozo No. 1 = C_2S_1 = Agua de salinidad media y sodificación baja. Puede utilizarse sin peligro de sodificación y usarse en cultivos de buena tolerancia a las sales y bajo condiciones ópticas de drenaje. Se debe controlar la acumulación de sales mediante análisis y manejo adecuado.

El pozo No. 2 = C_3S_3 = Agua de salinidad alta y sodificación alta. Puede usarse en cultivos con buena tolerancia a las sales y bajo condiciones de óptimo drenaje, pero puede producir niveles tóxicos de sodio intercambiable en la mayoría de los suelos; necesariamente se deben tener prácticas especiales de manejo, si no es bajo estas condiciones es prefe-

rible no usarla. Se recomienda la adición de materia orgánica, aplicaciones de lámina de lavado, etc.

El pozo No. 3 = C_2S_1 = Salinidad media y sodificación baja tales como adiciones de materia orgánica, aplicación de lámina de lavado, etc.

El pozo No. 4 = C_2S_1 = Agua con salinidad media y baja en sodio. Puede usarse para riego normal, - algunos frutales y otras plantas sensibles al sodio pueden acumularlo en cantidades tóxicas, puede usarse en cultivos de moderada tolerancia a - las sales suministrando un ligero exceso para lavado y en buenas condiciones de drenaje.

El pozo No. 5 = C_2S_1 = Agua con salinidad media y baja en sodio. Puede usarse para riego normal, algunos frutales no son recomendables si son sensibles al sodio, en cuanto a salinidad puede usarse para cultivos de moderada tolerancia, suministrando ligero exceso para lavado y en buenas condiciones de drenaje.

El pozo No. 6 = C_2S_1 = Agua con salinidad media y baja en sodio. Puede usarse para riego, con un pequeño exceso para lavado y en buenas condiciones de drenaje, en cultivos con moderada tolerancia a sales.

El pozo No. 7 = C_3S_1 = Salinidad alta y baja en sodio. Puede usarse en cultivos de buena tolerancia a las sales y bajo condiciones óptimas de - drenaje. Se debe controlar la acumulación de sales

no teniendo problema con el sodio pueden verse afectadas plantas muy sensibles, poco recomendable para riego.

El pozo No. 8 = C_3S_2 = Salinidad alta y sodio medio. Agua con limitado uso para riego, sólo en cultivos muy tolerantes a salinidad y sodio, o usando condiciones óptimas de drenaje y exceso de lámina de lavado y otras prácticas especiales como adición de materia orgánica.

El pozo No. 9 = C_3S_2 = Salinidad alta y sodio medio. Agua con limitaciones de uso de riego, puede usarse en cultivos muy tolerantes a la salinidad, tolerantes a la salinidad y tolerantes a sodio, bajo condiciones de buen drenaje y lámina de lavado, aún agregando materia orgánica al suelo.

El pozo No. 10 = C_3S_2 = Salinidad alta y sodio medio. Agua con limitaciones de uso de riego, puede usarse en cultivos muy tolerantes a la salinidad y con tolerancia también al sodio, bajo condiciones óptimas y lámina de lavado, aún agregando materia orgánica al suelo.

El pozo No. 11 = C_3S_1 = Salinidad alta y sodio bajo. Puede usarse en cultivos de buena tolerancia a las sales y bajo condiciones óptimas de drenaje y lavado. Se debe controlar la acumulación de sales en el suelo mediante análisis y manejo adecuado; en cuanto a sodio puede usarse para riego normal sin peligro de sodificación.

El pozo No. 12 = C_3S_2 = Salinidad alta y sodio medio. Agua con limitaciones para uso en riego, puede usarse en cultivos muy tolerantes a la salinidad y con tolerancia también al sodio y bajo condiciones óptimas de drenaje, agregar materia orgánica al suelo, controlar la acumulación de sales mediante análisis constante del suelo.

Manantial No. 13 = C_2S_3 = Salinidad media y -sodio alto. Puede producir niveles tóxicos de sodio intercambiable en la mayor parte de los suelos, por lo que necesitará lavado y adiciones de materia orgánica, utilizar cultivos muy tolerantes a sodio y a sales. En general es restringido su uso para fines agrícolas, ya que posee condiciones físicas no apropiadas como lo es la temperatura.

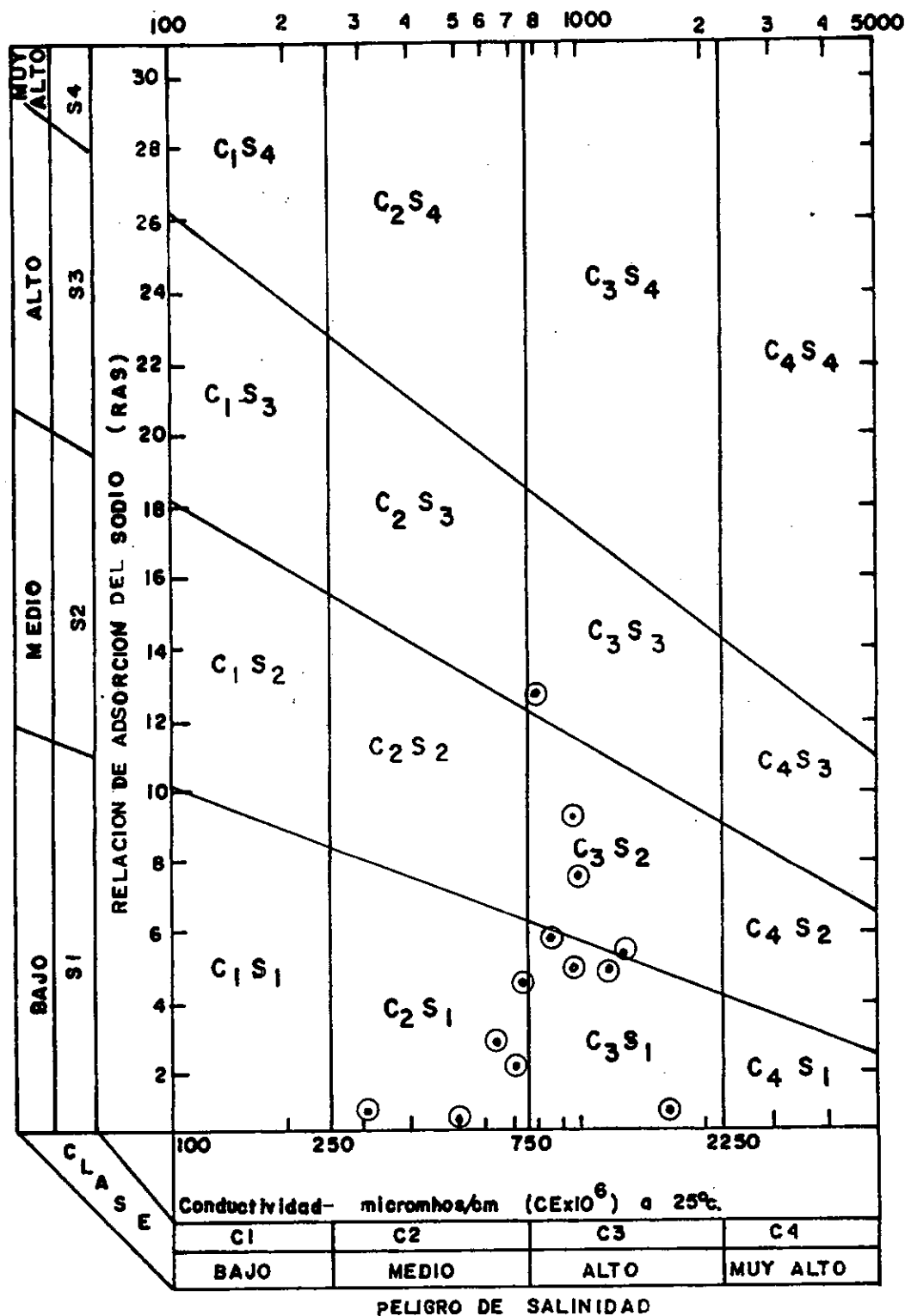
Manantial No. 14 = C_2S_1 = Salinidad media y sodificación baja. Puede usarse en cultivos de moderada tolerancia a sales suministrando ligero exceso de lámina para lavado y en buenas condiciones de --drenaje, puede haber respuesta al sodio en algunos frutales susceptibles, debe usarse controlando la acumulación de sales mediante análisis periódicos de suelos.

b. Agua para uso industrial:

En algunos procesos industriales, la alcalinidad es inconveniente, especialmente aquellos que involucran la producción de alimentos y de bebidas.

Es rechazable sobre todo en la producción de bebidas carbonatadas y bebidas de frutas ácidas, ya

CLASIFICACION DE AGUAS PARA RIEGO



que neutralizaría el sabor natural y haría la bebida más susceptible a la acción de las bacterias.

Para procesos industriales de agroquímicos u otro tipo de químicos es necesario hacer un estudio específico de acuerdo a los requerimientos, ya que su contenido mineral puede tener alguna influencia negativa.

Se ha obtenido éxito en la utilización de industria pétrea, industrias de concreto, así como materiales de construcción, tales como grava lavada.

c. Agua para uso turístico:

Se pueden utilizar con buenos resultados las aguas termales principalmente, ya que tienen gran demanda para el llenado de piscinas y baños termales, para tal caso se tienen buenas condiciones en los mantiales de la zona de las Hamacas, la Joya y contiguo al cerro la Mariposa, ya que se tienen temperaturas hasta de 80°C y con niveles no tóxicos de salinidad y sodificación, así como sulfatación ni elementos que pueden ser tóxicos tales como el Flúor.

d. Agua para uso doméstico y pecuario:

Químicamente el agua posee sales y algunos otros solutos que no impiden su uso como agua potable, según comparación con el cuadro de Normas de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y no posee cantidades o ninguna cantidad de sustancias tóxicas, pero tiene el inconveniente de ser contaminada artificialmente en el momento de su extracción, descuido o fal

ta de mantenimiento de los pozos o en el caso del río contaminada por adición de residuos industriales, desechos domésticos, paso de ganado, etc. que le confieren características de agua no recomendada para uso potable, tanto por su caracter químico como físico y bacteriológico.

El agua extraída de pozos al ser usada como solvente de jabones, presenta el inconveniente de poseer poco poder, ya que su contenido de solutos le impide disolver jabones comunes para lavado de ropa y/o detergentes para limpieza de grasa, por lo que no tiene esta agua mucha aceptabilidad por las amas de casa para usarla en el lavado de ropa.

El agua de algunos pozos se puede usar con gran éxito en el lavado a presión de establos, porquerizas y otros albergues pecuarios ya que su caracter químico no impide este uso, por el contrario, sus características físicas de temperatura alta, la hace más aceptable. La utilización de agua de los pozos para uso pecuario, no tiene ningún inconveniente, media vez sea aceptada por los animales.

IV.1.2 Condiciones hidrológicas:

IV.1.2.1 Flujo: La circulación del agua en el valle, está dada por la circulación del agua en toda la cuenca del río, por lo que hay que tomar - en cuenta factores de toda esa área. Los factores a considerar son:

a. Precipitación pluvial: En la cuenca se tiene - una precipitación pluvial promedio de 924.5 mm al año, cantidad que se considera poca, clasificando la zona en general como medianamente seca, según la estación Mil Flores (6.2.3) del INSIVUMEH, el agua -- tiene una distribución uniforme en la cuenca, ha--- biendo un alza de lluvia en la parte sur, acercándo se a la boca costa, que de por sí tiene caracterís- ticas de zona lluviosa, según se demuestra en el mapa de isoyetas de la cuenca (ver mapa No. 3).

Las características hidrológicas de la cuenca del río Michatoya, como las del resto de la vertien te del Pacífico, están controladas en general, por una marcada influencia de factores climáticos combi nados originados en los océanos Atlántico y Pacífi- co. Presentan un régimen orográfico-convectivo mo- dificado ocasionalmente hacia el final de la esta-- ción de lluvia por los ciclones que pasan o se acer can a la región. (1)

b. Evapotranspiración potencial: Se considera la cantidad que es evaporada por el suelo y las plantas del área por efecto de la energía solar, para el caso se consideró la reportada por el Departamento de Climatología del INSIVUMEH, calculada por la fórmu

la de Hargreavez, en la estación Mil Flores y se consideró y calculó los valores por medio de la fórmula de Thornthwaite, con los valores de temperatura del año de 1980, proporcionados también por el INSIVUMEH.

La expresión empleada es:

$$ETP = 1.6 (10 T/I)^a$$

$$a = 6.75 \times 10^{-7} I^3 - 7.71 \times 10^{-5} I^2 + 1.79 \times 10^{-2} I + 4.92 \times 10^{-1}$$

I = sumatoria de los valores de i de los doce meses del año.

$$i = (T/5)^{1.514}$$

Donde:

i = índice de calor mensual

I = índice de calor anual

T = temperatura media anual

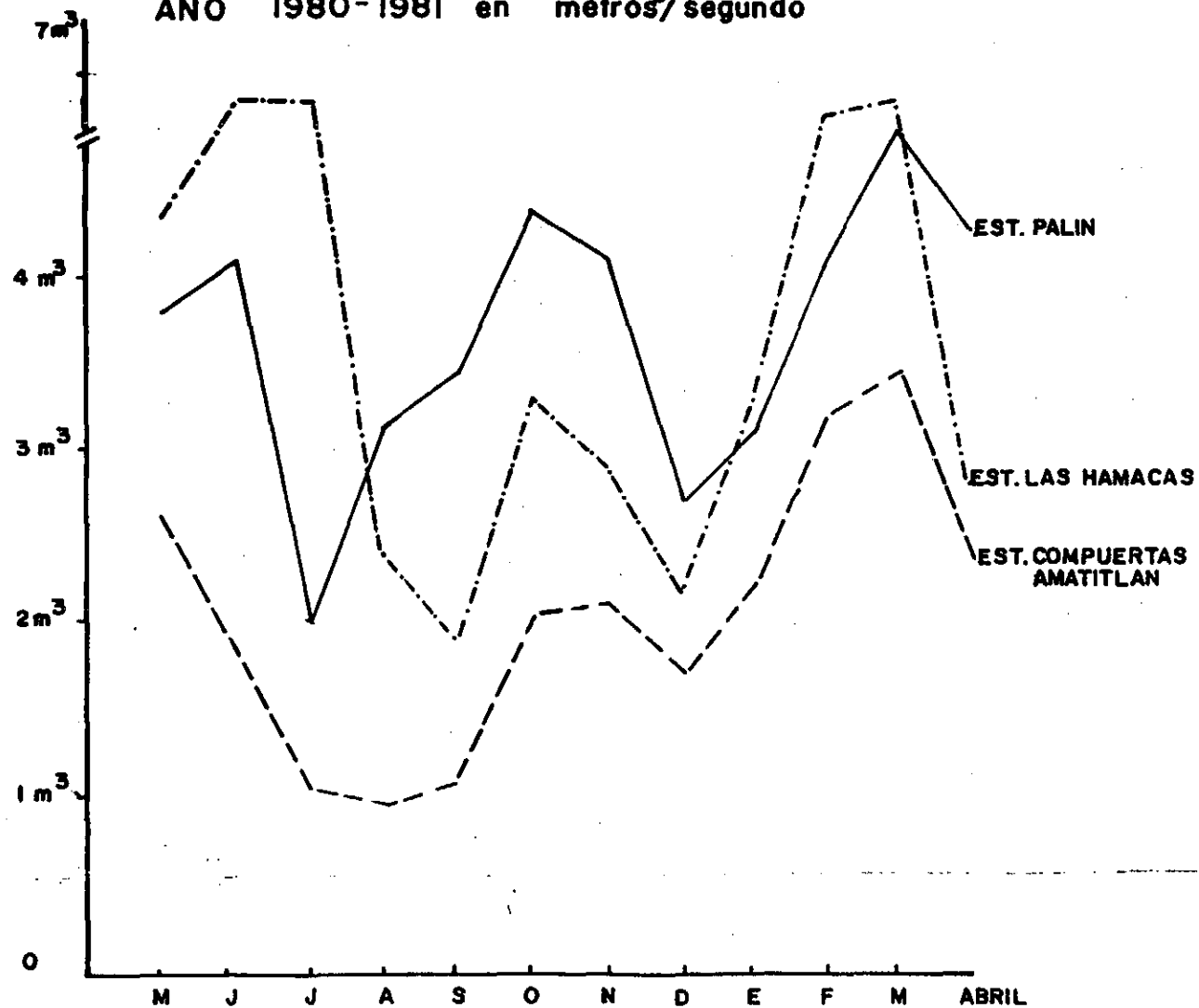
VALORES DE EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL SEGUN HARGREAVES Y THORNTHWAITE Y VALORES DE PRECIPITACION PLUVIAL EN LA ESTACION MIL FLORES, AMATITLAN

MES	ETP mm HARGREAVES Década 70	PRECIPITACION PLUVIAL mm Década 70	ETP mm THORNTHWAITE Año 1980
Enero	116.1	3.0	66.3
Febrero	121.0	0.9	69.4
Marzo	143.5	4.6	77.7
Abril	149.1	23.1	84.7
Mayo	146.3	90.0	85.6
Junio	135.7	191.6	85.6
Julio	147.3	132.5	83.8
Agosto	144.7	189.8	74.3
Septiembre	126.0	209.0	64.7
Octubre	127.2	61.3	82.9
Noviembre	117.6	15.7	85.6
Diciembre	98.7	3.0	75.1
Anual	1573.2 mm	924.5 mm	936.7 mm

c. Desague del lago de Amatitlán: Esto lo constituye el río Michatoya, el cual varía su caudal según sufre recargas o descargas por efecto de los manantiales y escorrentías, riegos, filtraciones o corrientes subterráneas, respectivamente. Los valores tomados para el balance hidrológico de la cuenca son los de la estación Compuertas de Amatitlán, tomadas como carga de agua a la cuenca y la descarga de agua tomada de lo que sale en la estación Palín, habiendo una estación intermedia en las Hamacas, cuyos valores nos sirven como referencia en el caso de recarga por manantiales y aún más nos indica valores de almacenamiento de agua en la parte sur del valle. (ver Gráfica N° 2)

GRAFICA DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES RIO MICHATOYA
AÑO 1980-1981 en metros³/segundo

Caudal
en mts³/seg.

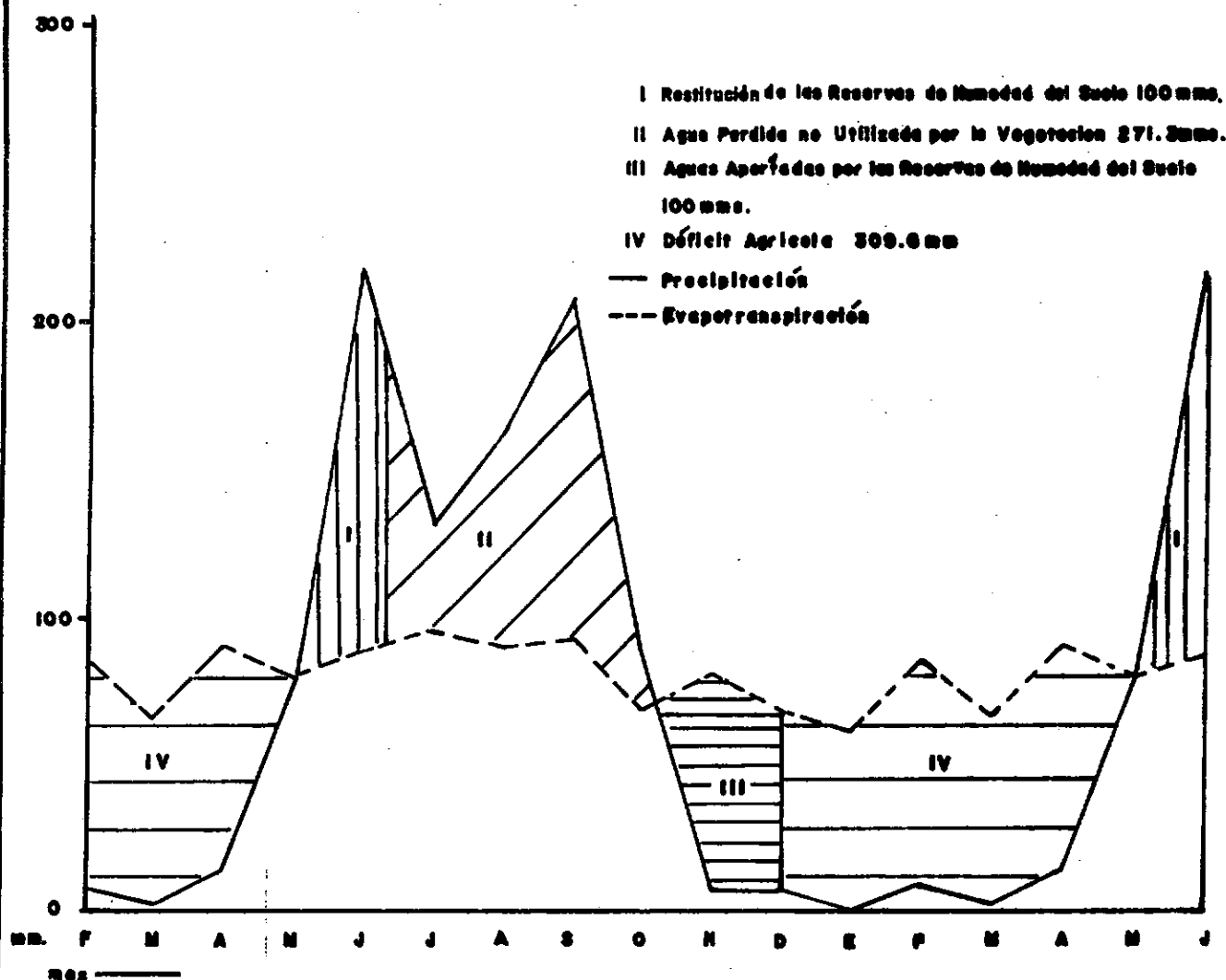


BALANCE HIDROLÓGICO ANUAL

Promedio de la Década 1960-69

Estación 6.2.3 VALLE DEL RÍO

MICHATOYA



	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	ANUAL
PRECIPITACIÓN	75.6	217.5	128.6	162.6	207.6	88.6	7.7	6.9	0.0	8.1	2.6	14.3						920.7
EVAPT. POT. (Thornthwaite)	80.3	87.7	85.9	89.6	91.0	89.6	78.0	67.4	60.3	64.2	56.7	68.1						959.0
P-Ep	-4.5	129.8	32.6	73.0	116.6	19.1	-70.3	-60.5	-60.3	-76.1	-64.1	-73.8						-38.3
EVAPT. REAL	-75.6	87.7	85.9	89.6	91.0	89.6	78.0	36.6		8.1	2.6	14.3						649.4
VARIACIÓN DE LAS RESER- VAS DE AGUA EN EL SUELO		100.0						-70.3	29.7									
RESERVAS DE AGUA ÚTL (SATURACION 100 mm)		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	29.7											
EXEDENTE DE AGUA (NO USADO)		129.8	32.6	73.0	116.6	19.1												271.3
DÉFICIT AGRICOLA	-4.5							30.8	60.3	76.1	64.1	73.8						309.6
EVAPT. REAL (Turc)																		769.6

FUENTE: Reconocimiento Hidrológico del Valle de Guatemala (12)

CAUDALES MENSUALES DEL RIO MICHATOYA AÑO 1980-81 (mts³/seg.)

MES	ESTACION COMPUERTAS	ESTACION LAS HAMACAS	ESTACION PALIN
Mayo	2.61	4.65	3.74
Junio	1.93	7.66	4.08
Julio	1.12	7.90	2.06
Agosto	1.00	2.45	3.12
Septiembre	1.16	1.96	3.42
Octubre	2.04	3.28	4.38
Noviembre	2.14	2.98	4.13
Diciembre	1.76	2.21	2.79
Enero	2.23	3.50	3.11
Febrero	3.39	4.91	4.01
Marzo	3.44	5.88	5.17
Abril	3.01	2.85	4.26
Promedio anual	2.15	4.17	3.69

Fuente: Instituto Nacional de Electrificación (INDE)

(Ver gráfica No. 2)

Nota: Los datos de la estación las Hamacas no han sido chequeados por la unidad de Estudios Básicos del INDE.

El flujo de agua superficial se mantiene normal en los meses húmedos de septiembre a enero, y hay un desbalan

ce en el flujo en los meses de febrero a agosto, o sea en verano. Se presume que hay recargas en los niveles freáticos y según se demuestra es en la parte sur del valle, ya que la estación las Hamacas, a mitad del valle, tiene en esta época valores mayores que la estación Compuertas y la estación Palín.

IV.1.2.2 Almacenamiento: El almacenamiento que ocurre en el valle, puede notarse en las variaciones del nivel freático, éste tiene una variación inversa a su recarga, ya que sube en los meses secos y baja en los meses húmedos, aunque se tienen niveles freáticos relativamente a baja profundidad; el control de pozos y manantiales que se efectuó en el valle demuestra profundidades desde menos de 1 metro hasta cerca de 50 metros.

Se presenta también un balance hidrológico con valores de precipitación y de evapotranspiración potencial, con el propósito de conocer los valores de evapotranspiración real y valores de déficit agrícola que son de mucha utilidad (ver gráficas No. 3 y 4).

IV.1.3 Características hidrogeoquímicas:

El análisis de agua y el proceso de los datos - por el método de Piper nos indica la proveniencia de las aguas, de tal manera que según normas preestablecidas, por este método se estima la nominación que puede darse al agua y de dónde y cómo es el medio de origen (ver gráficas de clasificación No. 5, 6, 7).

RESUMEN DEL PROCESO DE PIPER DE LAS AGUAS DEL VALLE DEL RIO
MICHATOYA

Pozo # 1:	Bicarbonato-calcio-magnesio-sódica:	1-3-5
Pozo # 2:	Bicarbonato-cloro-sulfo-sódica:	2-4-7
Pozo # 3:	Bicarbonato-cloro-sódica:	2-3-9
Pozo # 4:	Bicarbonato-calcio-magnesio-sódica:	1-3-5
Pozo # 5:	Bicarbonato-cloro-calcio-sódica:	2-4-7
Pozo # 6:	Bicarbonato-sódica:	2-3-9
Pozo # 7:	Bicarbonato-cloro-sódica:	2-4-7
Pozo # 8:	Bicarbonato-cloro-sódica:	2-4-7
Pozo # 9:	Bicarbonato-sódica:	2-3-9
Pozo # 10:	Bicarbonato-cloro-sódica:	2-3-9
Pozo # 11:	Bicarbonato-calcio-magnesio-sódica:	1-3-5
Pozo # 12:	Bicarbonato-sódica:	2-3-9
Manantial # 13:	Bicarbonato-cloro-sódica:	2-3-9
Manantial #14:	Bicarbonato-calcio-magnésica:	1-3-5

ANALISIS PORCENTUAL DE LAS AGUAS DE LOS MANANTIALES 13
Y 14, PARA SU PROCESO POR EL METODO PIPER. (ejemplo)

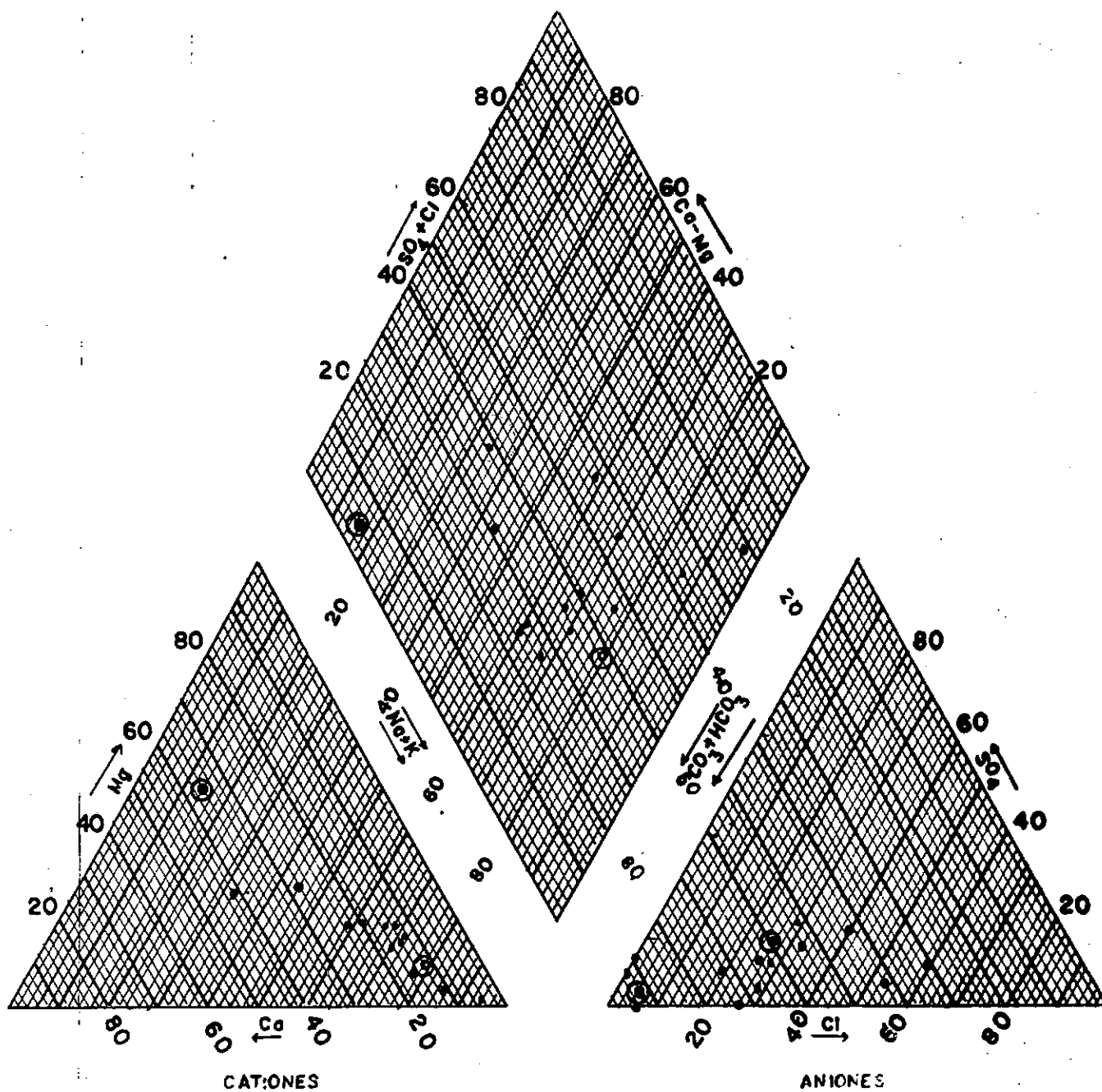
MANANTIAL # 13

Sumatoria de cationes	13.37 meq/lt
% de Ca^{++}	11.22
% de Mg^{++}	10.85
% de Na^+	70.38
% de K^+	7.55
Sumatoria de aniones	15.33 meq/lt
% de $\text{CO}_3^{=}$	19.11
% de HCO_3^-	40.38
% de Cl^-	25.77
% de $\text{SO}_4^{=}$	14.74

MANANTIAL # 14

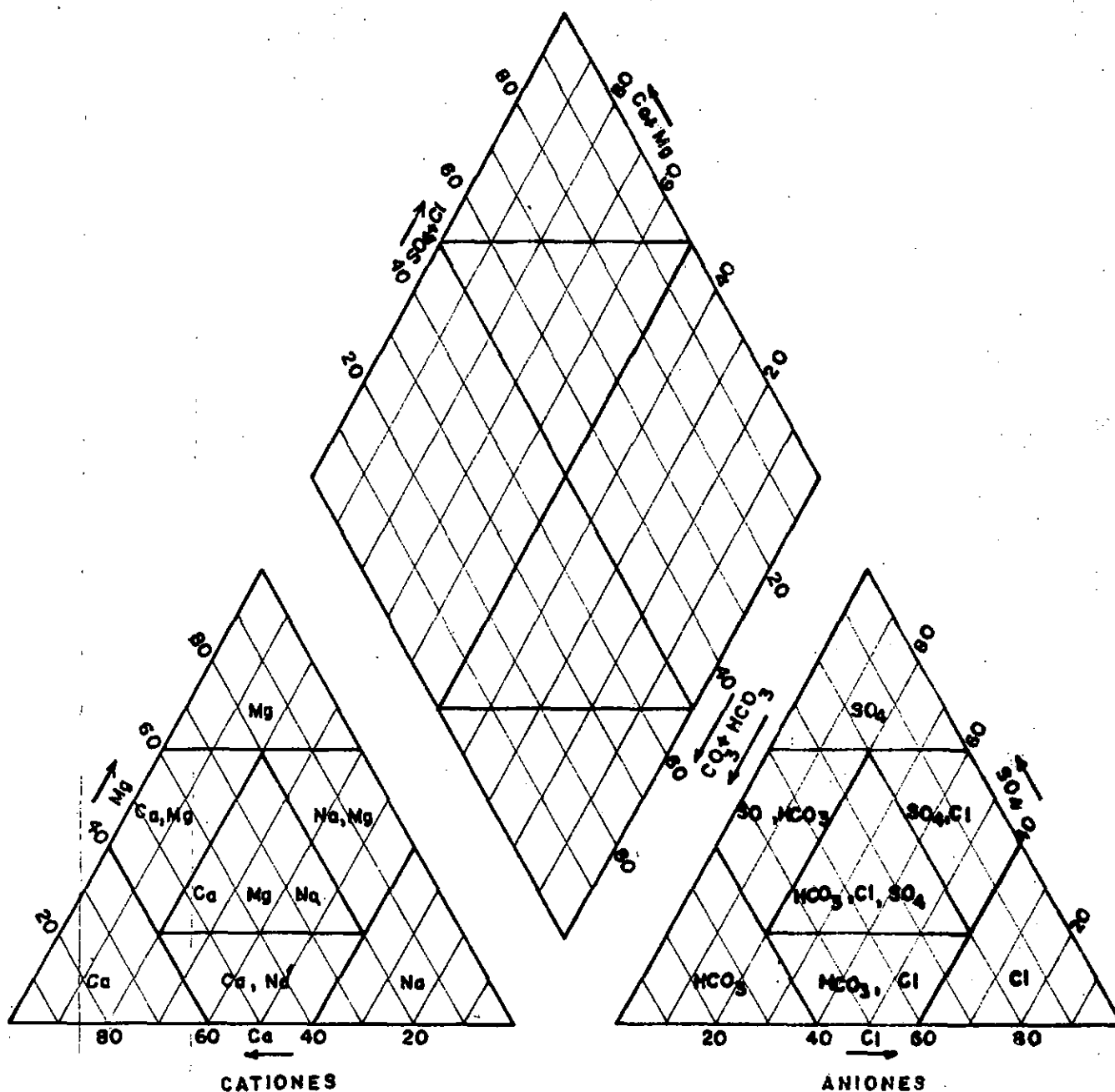
Sumatoria de cationes	8.78 meq/lt
% de Ca^{++}	37.81
% de Mg^{++}	46.81
% de Na^+	12.64
% de K^+	2.73
Sumatoria de aniones	8.52 meq/lt
% de $\text{CO}_3^{=}$	0.00
% de HCO_3^-	92.61
% de Cl^-	4.23
% de $\text{SO}_4^{=}$	3.17

DIAGRAMA DE PIPER



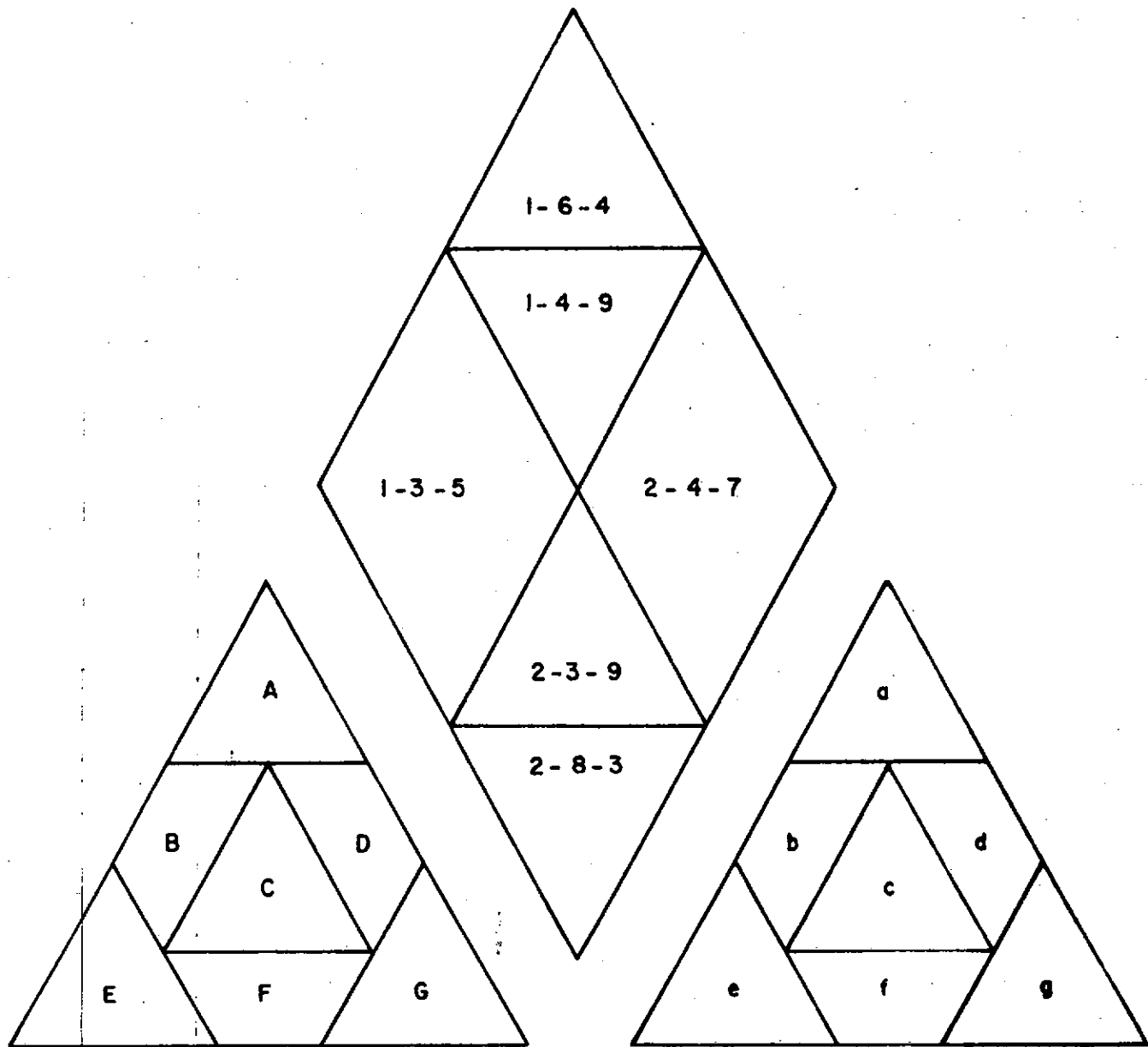
NOMENCLATURA DEL AGUA DE ACUERDO
A SU CARACTER QUIMICO
DIAGRAMA DE PIPER

6. 6



CLASIFICACION Y NOMENCLATURA DE LA CALIDAD
DEL AGUA SEGUN SU CARACTER QUIMICO
DIAGRAMA DE PIPER

6.7



RESUMEN DEL DIAGRAMA DE PIPER

<u>Nomenclatura</u>	<u>Descripción</u>
1-6-4	La alcalinidad del medio (el suelo) excede a la alcalinidad del agua circulante; puede decirse que el lugar donde se tomó la muestra es un punto de alcalinización. <u>La dureza de los no carbonatos</u> , (Salinidad secundaria) excede el 50% de la dureza total, predominan los ácidos fuertes.
1-4-9	La alcalinidad del medio (el suelo) excede a la alcalinidad del agua circulante. (Puede decirse que en el lugar donde se tomó la muestra, es un punto de alcalinización). Predominan los ácidos fuertes ningún catión par excede el 50% del total de cationes (quiere decir que no predominan ningún catión de Ca, ó Mg).
1-3-5	La alcalinidad del medio (el suelo) excede a la alcalinidad del agua circulante, predominan ácidos débiles - <u>La dureza del carbonato</u> (alcalinidad secundaria) excede el 50% de la dureza total. Lo que indica que la calidad del agua está dominada por la alcalinidad del medio y los ácidos debiles.
2-4-7	La alcalinidad del agua excede la alcalinidad del medio donde circula, indica que el agua proviene de una zona alcalina. Predominan los ácidos fuertes. Ningún catión o anión par excede el 50%. (No predomina ningún catión o anión par). La alcalinidad de los no carbonatos (salinidad primaria), ex

cede el 50% de la alcalinidad total.

2-3-9 La alcalinidad del agua excede la alcalinidad del medio, indica que el agua proviene de una zona alcalina. Ningún catión o anión par excede el 50%.

2-8-3 La alcalinidad del agua excede la alcalinidad del medio donde circula, indica que el agua proviene de una zona alcalina, la alcalinidad carbonatada (alcalinidad primaria) excede el 50%, aquí se encuentran las aguas que -- siempre son suaves en proporción al contenido de sólidos disueltos, los ácidos débiles exceden los ácidos fuertes.

IV.2 Respecto al suelo:

Estos suelos están desarrollados sobre cenizas volcánicas, derivados de deposiciones aluviales de escorrentías de las formaciones montañosas que rodean el valle. Según Simons et. al. están asociados a suelos de las siguientes series:

Serie: Alotenango (Al) que son suelos profundos, bien drenados, desarrollados sobre cenizas volcánicas recientes, sueltos y de color oscuro, de pendientes inclinadas y elevaciones de 750 a 1800 m. snm. de textura franco arenosa, con pH de 6.5.

Serie: Palín (Pl) que son suelos profundos y bien drenados, desarrollados sobre material volcánico, pomáceo y máfico mezclados en un clima húmedo-seco, ocupan relieves muy inclinados a altitudes medianas en la parte sur central de Guatemala, de textura franco-arenosa-pedregosa y pH de 6.5.

Serie: Morán (Mr), son suelos profundos, bien drenados, desarrollados sobre cenizas volcánicas pomáceas en un clima húmedo seco, ocupa relieves ondulados y tienen una textura franco-arcillosa y un pH de 6.5.

Serie: Cauqué (Ce), son suelos profundos, bien drenados, desarrollados en un clima húmedo-seco, sobre ceniza volcánica pomácea firme y gruesa, relieves ondulados e inclinados, con altitudes de 1500 m.s.n.m. de textura franca o franco-arcillo-arenosa, con pH de 6.0.

Las características de los suelos que rodean el valle del río Michatoya, es indudable que influyen en las características físico-químicas del suelo, constantemente ocurren deposiciones de suelos en el área a causa de erosión en las tierras altas de las montañas.

Según Simons y colaboradores los suelos del valle, forman parte de un grupo de suelos que clasifica como serie de suelos aluviales no diferenciados, de textura arenosa y bien drenados, de reacción neutra a alcalina y que son sólo moderadamente oscuros, pero que algunas ocasiones son pobremente drenados, son pesados y son oscuros.

De acuerdo a la geología de la cuenca, encontramos que el valle está formado por deposiciones aluviales cuaternarias del período cenozoico y el resto de

la cuenca está formado por lavas basálticas, dací-
ticas y riodacítica en la parte oeste o Volcán de
Agua; y lava basáltica, andecítica y reolítica en
la montaña Carmona, así mismo pero en menor canti-
dad al este de la cuenca, volcán Pacaya, habiendo
en ambos lados zonas incrustadas de materiales pro-
cedentes de sedimentos eólicos, fundamentalmente -
cenizas (ver mapa geología general).

El límite que presente el aluvión, que al mis-
mo tiempo coincide con el límite que topográfica-
mente se considera como planicie, es el área más -
densamente poblada y que fue tomada como lo enmar-
ca el Estudio de Aguas Subterráneas y Taxonomía de
Suelos, del presente estudio.

IV.2.1 Clasificación taxonómica:

Para una mejor apreciación de las condiciones
del suelo del valle, se presenta un estudio semide-
tallado de suelos, con el propósito de dar una base
fisicoquímica y como un medio de poder analizar la
incidencia de aguas químicamente contaminadas que e-
videntemente están presentes en el valle.

El sistema utilizado es el usado por el Depar-
tamento de Agricultura de los Estados Unidos de Nor-
teamérica (USDA), tanto en clasificación taxonómica
como en clasificación por capacidad de uso.

RESUMEN DE LA CLASIFICACION TAXONOMICA
DE LOS SUELOS IDENTIFICADOS DENTRO DEL
VALLE DEL RIO MICHATOYA.

SIMBOLO FISIOGRAFICO	UNIDAD DE MAPEO	SUPERFICIE EN has.	% DEL AREA TOTAL	CLASIFICACION TAXONOMICA
P-1	Palín 1	210.28	10.42	CUMULIC HAPLUMBREPTS
P-2	Palín 2	188.88	9.36	TYPIC USTIPSAMENTS
P-3	Palín 3	140.86	6.98	TYPIC USTOCHREPTS
A-4	Alberada 4	210.87	10.41	TYPIC TROPAQUEPTS
A-5	Amatitlan 5	475.04	23.54	TYPIC USTOCHEPTS
A-6	Las Minas 6	249.42	12.36	TYPIC USTORTMENTS
A-7	Rincón 7	431.04	21.36	AQUIS USTIFLUVETS
A-8	El Cable 8	106.75	5.29	TYPIC USTROPEPTS

VER mapa N° 2. (anexo)

Para la clasificación se procede a dividir el valle en unidades de mapeo, de las cuales ca da una se muestreó, analizó y se discute por se parado; de la siguiente manera:

IV.2.1.1 Unidad Palín I:

Se encuentra en un área de pie de monte, cu bre así mismo, áreas planas en los alrededores - del poblado de Palín, son suelos profundos, con menos del 50% de saturación de bases y un CTI a decuado, con reacción neutra, grado de erosión le ve laminar ya que se encuentra cubierto de pas- tos que lo protegen y el área plana no se encuen tra afectada; en general la fertilidad que posee es buena y no tiene problemas de drenaje, están desarrollados sobre un clima húmedo y un régimen de humedad ústico (ver nota de Nomenclatura de - Regímenes de Humedad).

- Descripción del perfil representativo:

- | | |
|---------------|--|
| 0-11
cms. | Textura franco-arenoso; estructura granu |
| Mólico | lar mediana, débilmente desarrollada; -- |
| A | consistencia suave, friable, ligeramente |
| | adhesiva y ligeramente plástica; color <u>ca</u> |
| | fé rojizo oscuro (5 YR 2/2) en húmedo y - |
| | café oscuro (10 YR 3/3) en seco; pH de 6.5, |
| | límite claro y abrupto. |
| 11-60
cms. | Textura arcillo-arenoso, estructura bloques |
| Cámbico | subangulares medianamente desarrollados; - |
| B1 | |

consistencia suave, friable, ligeramente ad
hesiva y ligeramente plástica; color café -
rojizo oscuro (5 YR 2/2) en húmedo y café -
(10 YR 4/3) en seco; pH 7.0; límite claro y
abrupto.

60-100
cms.

B2

Textura arcillo-arenoso; estructura bloques
subangulares medianamente desarrollados; con
sistencia suave, friable, ligeramente adhe-
siva y ligeramente plástica; color café os-
curo (7.5 YR 3/2) en húmedo y café (10 YR
4/3) en seco; pH 7.0

ANALISIS FISICO-QUIMICO DEL PERFIL

REPRESENTATIVO:

	HORIZONTE A	HORIZONTE B1	HORIZONTE B2
Profundidad (cms.)	0-11	11-60	60-100
pH	6.5	7.0	7.0
E Asimilables:			
P ppm	+56.48	17.46	17.46
K ppm	+200	+200	+200
Ca meq/100 grs.	9.49	8.26	8.26
Mg meq/100 grs.	2.46	2.46	2.46
Materia Orgánica (%)	7.75	1.72	1.72
Cat intercambiables:			
Ca meq/ 100 grs.	5.65	4.65	4.00
Mg meq/ 100 grs.	4.60	4.22	4.00
K meq/ 100 grs.	1.98	1.68	1.50
Na meq/ 100 grs.	0.97	1.87	2.00
CTI meq/ 100 grs.	30.24	33.12	33.12
% Sat. de bases	43.65	37.50	37.50

- Clasificación Taxonómica:

Orden: Inceptisol
 Suborden: Umbrepts
 Gran grupo: Haplumbrepts
 Sub grupo: Cumulic Haplumbrepts
 Familia: Arcillo-arenoso

IV.2.1.2 Unidad Palín 2:

Los suelos de esta unidad se encuentran en áreas planas afectadas por erosión grado moderado laminar, la conformación del paisaje es de lotes baldíos, en alguna época del año se establecen cultivos anuales, como maíz, frijol y algunas hortalizas como tomate, encontrándose áreas con pastos naturales.

Son suelos profundos, arenosos, sueltos, con un porcentaje de saturación de bases menor de 50% y un CTI moderadamente alto con un regimen de humedad Ustico desarrollado en un ambiente seco.

- Descripción del perfil representativo:

- | | |
|--------------------------------|--|
| 0-12
cms.
Ocrico
All | Textura franco arenoso; sin estructura; consistencia suelta en cualquier estado de humedad; color café rojizo oscuro (5 YR 2/2) en húmedo y café amarillo (10 YR 5/4) en seco; pH de 7.5 y límite claro y plano. |
| 12-35
cms.
Cámbico
Ab | Textura arcillo lino; estructura en bloques subangular; medianamente desarrollados; consistencia dura, firme, adhesiva y plástica; color café muy oscuro (10 YR 2/2) en húmedo y café oscuro (10 YR 4/3) en seco; pH de 6.2; límite claro y plano. |

- 35-48
cms.
B21 Textura arena-franca; sin estructura;
consistencia suelta, no adhesiva y no
plástica; color café oscuro (10 YR 3/3)
en húmedo y café amarillento (10 YR -
5/4) en seco; pH de 7.6 y límite cla-
ro y plano.
- 48-58
cms.
B22 Textura arena-franca; sin estructura;
consistencia suelta, no adhesiva y no
plástica; color café oscuro (10 YR --
4/3) en seco; pH de 6.5 y límite cla-
ro y plano.
- 58-100
cms.
C Textura franco-arenoso; sin estructu-
ra; consistencia no plástica y no adhe-
siva; color café amarillento oscuro -
(10 YR 5/3) en húmedo y café (10 YR -
5/3) en seco; pH de 8.5.

ANALISIS FISICO-QUIMICO DEL PERFIL

REPRESENTATIVO:

	HOR.A	HOR.2	HOR.B1	HOR.B2	HOR.C
Profundidad (cms.)	0-12	12-35	35-48	48-58	58-100
pH	6.5	6.65	6.70	6.95	6.90
E Asimilables:					
P ppm	10.99	10.50	7.24	37.64	11.99
K ppm	200	200	155.30	177.10	186.80
Ca meq/100 grs.	8.26	9.26	9.71	5.37	7.94
Mg meq/100 grs.	1.86	2.09	2.26	1.30	1.86
Materia Orgánica (%)	3.59	3.00	3.00	1.56	1.67
Cat intercambiables:					
Ca meq/100 grs.	5.00	4.65	5.00	2.08	4.65
Mg meq/100 grs.	2.03	2.26	2.38	1.00	2.14
K meq/100 grs.	1.32	1.41	0.71	0.53	0.79
Na meq/100 grs.	0.38	0.36	0.44	0.31	0.39
CTI meq/100 grs.	61.92	25.92	33.12	8.64	25.92
% Sat. de bases	23.46	33.48	25.75	45.37	30.75

- Clasificación Taxonómica:

Orden: Entisol
 Suborden: Psamments
 Gran grupo: Ustipsamments
 Sub grupo: Typic Ustipsamments
 Familia: Arena franca limosa

IV.2.1.3 Unidad Palín 3:

Es un área semi-urbana de relieve plano, con cultivos anuales tales como maíz, frijol y hortalizas; se dá uso pecuario bien tecnificado, con suelos poco profundos con problemas de nivel freático a poca profundidad, están, - están desarrollados sobre un ambiente semi-seco, con un regimen Ustico de humedad, el porcentaje de saturación de bases es menor que - 50% y el CTI es adecuado, aún teniendo el problema de aguas pesadas con el nivel freático.

- Descripción del perfil representativo:

0-24 cms. Umbrico	Textura franco-arcillosa; estructura granular mediana; consistencia suave, friable, ligeramente adhesiva y ligeramente plástica; color negro (10 YR 2/1) en húmedo y café -- grisáceo oscuro (10 YR 4/2) en seco; pH de 7.0; límite difuso.
24-79 cms. Cámbico B21	Textura franco arcillo-arenosa; estructura en bloques subangulares, - débilmente desarrollados; consistencia ligeramente dura, firme, ligeramente adhesiva y ligeramente plástica; color café muy oscuro (10 YR 2/2) en húmedo, café (10 YR 2/2) en húmedo y café (10 YR 5/3) en seco; pH de 7.6 y límite difuso.

79-100
cms.
B22

Textura arcillo-arenosa; bloques -
subangulares medianos débiles; con
sistencia ligeramente dura, firme,
ligeramente adhesiva y ligeramente
plástica; color café rojizo oscuro
(5 YR 2/2) en húmedo y café (10 YR
4/3) en seco.

ANALISIS FISICO-QUIMICO DEL PERFIL
REPRESENTATIVO

	HORIZONTE A	HORIZONTE B1	HORIZONTE B2
Profundidad (cms.)	0-24	24.79	79-100
pH	7.0	7.6	8.10
E Asimilables:			
P ppm	16.30	13.03	9.54
K ppm	+200.00	+200.00	+200.00
Ca meq/100 grs.	9.71	9.15	6.96
Mg meq/100 grs.	2.46	2.46	2.46
Materia Orgánica (%)	2.83	2.89	1.89
Cat intercambiables:			
Ca meq/100 grs.	6.65	5.32	3.00
Mg meq/100 grs.	6.14	6.93	4.30
K meq/100 grs.	1.56	1.91	1.68
Na meq/100 grs.	1.41	1.94	1.56
CTI meq/100 grs.	30.24	30.24	24.48
% Sat. de bases	48.81	53.24	44.20

- Clasificación Taxonómica:

Orden: Inceptisol
Suborden: Achrepts
Gran grupo: Ustochrepts
Sub grupo: Typic Ustochrepts
Familia: Franco-arcillo-arenoso

IV.2.1.4. Unidad Alborada 4:

Los suelos de esta unidad son profundos, con problemas de avegamiento y nivel freático a poca profundidad, con topografía plana y poco escrescimiento vertical y horizontal. Están desarrollados sobre un ambiente semi-seco y con un régimen Aquico de humedad, existen en ellos vegetación propia de zonas pantanosas, se encuentran rodeados de yacimientos de aguas termales, la fertilidad del suelo es relativamente buena, el CTI es alto y el % de saturación de bases es mayor de 50% dado probablemente por la presencia de aguas.

- Descripción del perfil representativo:

0-37 Textura arcillosa; estructura en prismas
cms. grandes y fuertes; consistencia dura y firme, plástica y adhesiva; color café rojizo oscuro (5 YR 2/2) en húmedo y café (10 YR 5/3) en seco.

37-70 Textura arcillo-arenosa; estructura pris-
cms. mas medianamente modificados; consisten-
B-21 cia medianamente dura, firme, plástica y adhesiva; color café grisáceo muy oscuro en húmedo (10 YR 3/2) y café pálido (10 YR 6/3) en seco. Nivel freático.

ANALISIS FISICO-QUIMICO DEL PERFIL

REPRESENTATIVO:

	HORIZONTE A	HORIZONTE B
Profundidad (cms.)	0-37	37-100
pH	8.45	8.05
E Asimilables		
P ppm	20.55	+56.48
K ppm	+200.00	+200.00
Ca meq/100 grs.	+9.71	+8.59
Mg meq/100 grs.	+2.46	+2.48
Materia Orgánica (%)	4.35	1.28
Cat intercambiables:		
Ca meq/100 grs.	16.60	5.32
Mg meq/100 grs.	10.38	9.19
K meq/100 grs.	2.05	2.05
Na meq/100 grs.	5.13	3.75
CTI meq/100 grs.	44.64	51.84
% Sat. de bases	76.48	39.18

- Clasificación Taxonómica:

Orden: Inceptisol
 Sub orden: Aquepts
 Gran grupo: Tropaquepts
 Sub grupo: Typic Tropaquepts
 Familia: Arcillo-arenosa

IV.2.1.5 Unidad Amatitlán_5:

Son suelos formados por deposiciones recientes de escorrentía, son profundos pedregosos, - con una inclinación promedio de 3.5%, con problemas de erosión de tipo laminar hasta pequeños - surcos, se presentan cultivos anuales, existiendo algunas explotaciones pecuarias, específicamente avícolas; el CTI se encuentra de medianamente bajo a adecuado; el % de saturación de bases es menor de 50%.

- Descripción del perfil representativo:

0-26 Textura franco-arcillo-arenosa; estructura cms.

Ocríco ra en bloques sub-angulares medianamente Ap modificados; consistencia ligeramente dura y firme, ligeramente adhesiva y ligeramente plástica; color negro (10 YR 2/1) en húmedo y café oscuro (10 YR 3/3) en seco; pH 6.9; límite claro y plano, existe pedregosidad.

26-51 Textura franco-arcillo-arenosa; estructura cms.

Cambi ra bloques angulares modificados; consistencia ligeramente dura y firme, ligeramente adhesiva y ligeramente plástica; color café grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) y café (10 YR 5/3) en húmedo; pH de 6.5; límite claro y plano, existe rocosidad.

B₁

51-100 Textura franco-arcillo-arenosa; estruc-
cms tura en bloques subangulares modificados;
consistencia ligeramente dura y firme, li-
geramente adhesiva y ligeramente plástica;
color café muy oscuro (10 YR 2/2) en húme-
do y café (10 YR 4/3) en seco; pH de 6.5;
límite claro y plano, hay rocosidad

ANALISIS FISICO-QUIMICO DEL PERFIL

REPRESENTATIVO:

	HORIZONTE A	HORIZONTE B1	HORIZONTE B2
Profundidad (cms.)	0-26	26-51	51-100
pH	6.9	6.5	7.0
E Asimilables:			
P ppm	56.48	18.67	19.28
K ppm	+200.00	94.7	89.8
Ca meq/100 grs.	8.04	9.71	9.71
Mg meq/100 grs.	1.89	+2.46	+2.46
Materia Orgánica (%)	1.72	1.56	2.39
Cat intercambiables:			
Ca meq/100 grs.	6.02	3.79	5.00
Mg meq/100 grs.	2.26	2.74	3.72
K meq/100 grs.	1.35	0.41	0.48
Na meq/100 grs.	0.25	0.54	0.57
CTI meq/100 grs.	18.72	21.6	23.04
% Sat. de bases	52.48	35.46	42.40

- Clasificación Taxonómica:

Orden: Inceptisol
 Sub orden: Ochrepts
 Gran grupo: Ustochrepts
 Sub grupo: Typic Ustochrepts
 Familia: Franco-arcillo-arenosa

IV.2.1.6. Unidad Las Minas 6:

Los suelos de esta unidad son profundos, bien drenados, de relieve plano a moderadamente ondulado, está desarrollado en un ambiente semi seco y un régimen de humedad Ustico; hay pedregosidad y rocosidad a poca profundidad; se encuentra cultivada de maíz, frijol y tabaco, etc., encontrándose también explotaciones pecuarias bien tecnificadas; su CTI va de adecuado a moderadamente bajo y su porcentaje de saturación de bases es menor que 50%, su fertilidad es buena.

- Descripción del perfil representativo:

- | | |
|--------------------------------|---|
| 0-18
cms.
Ocrico
Ap | Textura franco-arcillo-arenosa; estruc-
tura en bloques sub-angulares mediana-
mente modificados; consistencia dura y
firme, ligeramente adhesiva y ligeramen
te plástica; color negro (10 YR 2/1) en
húmedo y café oscuro (10 YR 3/3) en se-
co; pH de 7.5, límite difuso. |
| 18-40
cms.
Cambico
Bl | Textura arcillo-arenosa; estructura en
bloques sub-angulares débiles; consisten
cia dura, firme, plástica y adhesiva; co
lor café muy oscuro (10 YR 2/2) en húme-
do y café (10 YR 5/3) en seco; pH de 7.0;
límite claro y ondulado; rocosidad exce-
siva. |

40-100 Textura franco-arenosa; estructura en
cms.
B2 bloques subangulares grandes débiles;
consistencia ligeramente dura y ligeramente
mente firme; ligeramente adhesiva y ligera
geramente plástica; color café grisá-
ceo muy oscuro (1) YR 3/2) en húmedo y
café (10 YR 5/3) en seco; pH de 7.5, ro
cosidad excesiva.

ANALISIS FISICO-QUIMICO DEL PEREIL

REPRESENTATIVO:

	HORIZONTE A	HORIZONTE B1	HORIZONTE B2
Profundidad (cms.)	0-18	18-40	40-100
pH	7.5	7.0	7.2
E Asimilables			
P ppm	+56.48	+56.48	+56.48
K ppm	+200.00	+183.50	+200.00
Ca meq/100 grs.	+9.71	+9.71	+9.71
Mg meq/100 grs.	1.33	2.46	2.46
Materia Organica(%)	1.95	1.84	1.67
Cat intercambiables:			
Ca meq/100 grs.	6.02	6.70	6.35
Mg meq/100 grs.	3.11	3.23	2.98
K meq/100 grs.	0.99	0.81	0.85
Na meq/100 grs.	0.36	0.29	0.31
CTI meq/100 grs.	33.12	17.28	25.92
% Sat. de bases	31.64	63.83	40.47

- Clasificación Taxonómica:

Orden: Entisol
 Sub orden: Orthens
 Gran grupo: Ustorthents
 Sub grupo: Typic Ustorthents
 Familia: Franco-arcillo-arenosa

IV.2.1.7 Unidad Rincón 7:

Los suelos de esta unidad se encuentran en la zona deposicional del Cerro La Mariposa y el complejo volcánico Pacaya; son suelos profundos, jóvenes y cubren áreas planas; poseen a poca profundidad agua pesada; se desarrollan en un ambiente semi-seco y régimen de humedad Ustico; el CTI se encuentra moderadamente bajo y el % de saturación de bases es menor que 50% en los primeros horizontes y es mayor que 50% en los horizontes en contacto con el nivel freático; se encuentra cultivado en su totalidad con hortalizas y pastos de corte y pastoreo, en algunas áreas cultivan café y cítricos.

- Descripción del perfil representativo:

0-20 cms. Umbrico AP	Textura franco-arenosa; sin estructura; de consistencia suelta; color café (10 YR 5/3) en húmedo y café oscuro (10 YR 4/3) en seco, pH de 7.0, límite difuso.
20-55 cms. Al	Textura franco-arenosa; sin estructura; de consistencia suelta; color café muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo y café (10 YR 5/3) en seco, pH 7.0, límite difuso.
55-100 cms. B	Textura franco-arenosa; sin estructura; de consistencia suelta; color café muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo y café

(10 YR 5/3) en seco; pH de 7.1;
tiene contacto con el nivel freáti-
co.

ANALISIS FISICO-QUIMICO DEL PERFIL

REPRESENTATIVO:

	HORIZONTE A	HORIZONTE A1	HORIZONTE B
Profundidad (cms.)	0-20	20-55	55-100
pH	7.0	7.0	7.1
E Asimilables			
P ppm	14.08	10.50	15.19
K ppm	+200.00	+200.00	+200.00
Ca meq/100 grs.	7.39	8.59	7.28
Mg meq/100 grs.	2.22	+2.48	+2.46
Materia Orgánica (%)	2.89	2.45	1.56
Cat intercambiables:			
Ca meq/100 grs.	3.32	3.32	3.00
Mg meq/100 grs.	1.79	1.91	
K meq/100 grs.			
Na meq/100 grs.	0.27	0.29	0.49
CTI meq/100 grs.	14.4	15.64	11.52
% Sat. de bases	47.15	46.27	62.5

- Clasificación Taxonómica:

Orden: Entisol
 Sub orden: Fluvents
 Gran grupo: Ustifluvents
 Sub grupo: Aquis Ustifluvents
 Familia: Franco-arenosa

IV.2.1.8 Unidad El Cable 8:

Los suelos de esta unidad se encuentran en la zona deposicional del Zanjón Malena o Zanjón El Cable, poseen una textura arcillo-arenosa y su clima es templado, bajo un régimen Ustico de humedad. El suelo posee un porcentaje de saturación de bases aceptable en los primeros tres horizontes y bajo en el último; el CTI se encuentra ligeramente bajo (menor de 50%); estos suelos están utilizados principalmente para pastos, frijol, maíz y tabaco.

- Descripción del perfil representativo:

0-20 cms. Ocrico A1	Textura franco-arenosa; estructura granular pequeña, ligeramente dura, friable, ligeramente adhesiva y ligeramente plástica, color café (10 YR 5/3) en seco, pH 6.72 y límite claro y ondulado.
20-35 cms. Cambico A2	Textura franco-arenosa; estructura en bloques sub-angulares pequeños, débilmente desarrollados; consistencia débilmente dura, friable, ligeramente adhesiva y no plástica; color café (10 YR - 5/3); pH 6.69 y límite claro.
35-55 cms.	Textura franco-arenosa, estructura bloques pequeños débiles; consistencia dura débilmente, friable, ligeramente ad-

hesiva y no plástica; color café -
(10 YR 5/3); pH 6.69 y límite claro.

55-100
cms.

Textura franco-arenosa; sin estructu-
ra, consistencia friable; pH 7.14; co-
lor café (10 YR 5/3).

ANALISIS FISICO-QUIMICO DEL PERFIL

REPRESENTATIVO:

	HOR. A1	HOR. A2	HOR. B1	HOR. C
Profundidad (cms)	0-20	20-35	35-55	55-100
pH	6.72	6.69	6.69	7.14
E Asimilables:				
P ppm	28.17	22.33	15.83	32.92
K ppm	265	210	185	130
Ca meq/100 grs.	10.98	10.11	5.22	9.84
Mg meq/100 grs.	1.68	10.11	5.22	9.84
Materia Orgánica (%)	2.46	1.98	1.74	0.35
Cat intercambiables:				
Ca meq/100 grs.	10.72	10.23	9.03	4.04
Mg meq/100 grs.	1.68	1.57	1.57	0.94
K meq/100 grs.	0.94	0.75	0.60	0.38
Na meq/100 grs.	0.41	0.46	0.43	0.46
CTI meq/100 grs.	16.41	15.56	13.23	15.91
% Sat. de bases	85.17	83.59	87.89	36.56

- Clasificación Taxonómica:

Orden: Inceptisol
 Suborden: Tropopets
 Gran grupo: Ustropepts
 Sub grupo: Typic Ustropepts
 Familia: Arcillo arenosa

IV.2.2 Uso Potencial y Clasificación por Capacidad de Uso (Sistema USDA) de los Suelos del Valle del Río Michatoya:

Unidad Palín 1:

Unidad de capacidad de uso: III S₁ e 2₁

El uso potencial de estos suelos es para pastos de pastoreo y corte, cultivos semi-perennes bajo práctica comunes de conservación de suelos. Tiene mucha factibilidad para aplicación de riego, ya que posee manantiales con calidad de agua adecuada para el caso, se desarrolla bajo condiciones de humedad y temperatura adecuadas.

Unidad Palín 2:

Unidad de capacidad de uso: II S₂ 1

El uso potencial es para cultivos anuales bajo sistemas comunes de conservación de suelos, cultivos tropicales permanentes, tales como cítricos; hortalizas bajo sistemas técnicos de fertilización y análisis de suelos; posee limitaciones en cuanto a textura ya que hay capas arenosas hasta medianamente pedregosas, que hacen que sean los suelos muy susceptibles a erosión.

Unidad Palín 3:

Unidad de capacidad de uso: II S₁ 2

Uso recomendado para cultivos anuales, hor-

talizas, pastos, factible de regar con aguas superficiales, río o manantiales, posee limitaciones en cuanto a profundidad efectiva ya que la capa freática está muy superficial e impide la implantación de cultivos perennes de producción intensiva, es preferible el uso para explotaciones pecuarias.

Unidad Alborada 4:

Unidad de capacidad de uso: II S₁ h₁ 3

Uso potencial para turismo, industria o explotaciones pecuarias, con muchas limitaciones para uso agrícola, siendo factible únicamente bajo prácticas técnicas de drenaje, fertilidad, riego, con láminas de lavado, tratamientos con materia orgánica y cultivos altamente rentables y tolerantes a salinidad y con cultivos anuales con raíces a poca profundidad. La fertilidad que posee es buena por lo que pudiera utilizarse haciendo inversiones iniciales fuertes probablemente con éxito.

Unidad Amatitlán 5:

Unidad de capacidad de uso: II S₃ e₂ 1

Potencialmente utilizable para cultivos anuales con prácticas de conservación de suelos, preferible utilizar para pastos de cor

te y pastoreo, ya que en algunas áreas se dificulta la mecanización, aunque existen áreas, aproximadamente el 30%, que no tienen inconvenientes y es fácil el cultivo de granos básicos, tabaco u otros cultivos anuales intensivos.

Unidad Las Minas 6:

Unidad de capacidad de uso: I S₁ h₂ 2.

Es utilizable para cultivos anuales mecanizables, extensivos e intensivos, posee buena fertilidad, pero en algunas áreas hay limitaciones en la profundidad efectiva por presencia de rocas a poca profundidad, habiendo peligro de inundaciones de agua de las partes altas que bajan al valle, por lo que es necesario cuidar los cauces de las escorrentías y primordialmente la reforestación y otras prácticas especiales de conservación de suelos en la mencionada área de captación.

Unidad Rincón 7:

Unidad de capacidad de uso: II S₁ h₂ 4.

Utilizable para cultivos anuales mecanizables, hortalizas, pastos, bajo sistemas técnicos de fertilización y manejo. Es necesario cuidar las partes altas por las caídas de agua, en algunas partes hay problema de

nivel freático a poca profundidad y de agua muy pesada; posee texturas muy sueltas.

Unidad El Cable 8:

Unidad de capacidad de uso: I h₂ 2.

Las áreas que no están ocupadas por la urbe pueden utilizarse para cultivos anuales, extensivos e intensivos, con buenos resultados. Las limitaciones existentes son riesgos de inundaciones ya que no se tiene un control de la esorrentía que proviene del Zanjón Malena.

IV.3 Discusión General:

En general, los suelos del valle son buenos. pues los valores reportados por el laboratorio corresponden a suelos de buena fertilidad, en un 70%; quedando un porcentaje muy bajo de suelos que tienen problemas con nutrimentos para las plantas; en algunos casos las áreas tienen problemas con sales provenientes de las aguas subterráneas y en otros casos con escurrimientos pluviales provenientes de las montañas circundantes.

La unidad Alborada 4 que evidentemente es la de mayor problema, posee valores altos de fertilidad en cuanto a nutrimentos, pero tiene limitantes muy serias por sus características de humedad y sodificación; haciendo una comparación de los valores reportados del análisis físico-químico de ambos medios, suelo y agua, observamos que el valor de sodio es mayor en el suelo que en el agua, dando lugar a pensar en una acumulación progresiva de este elemento en el suelo, por el afloramiento constante de agua químicamente contaminada; el valor de la conductividad eléctrica y pH demuestran lo mismo, además de poseer más de 15% de sodio intercambiable.

La unidad Palín 3 se considera como problema en cuanto a acumulación de sales, por efecto del agua subterránea, pero posee características topográficas y texturales en el suelo más favorables que permi-

ten una evacuación de las aguas en su superficie, no permitiendo que las sales puedan acumularse tanto como en la unidad Alborada 4.

El agua subterránea en general se mantiene entre una clase C3 y C2, o sea, de salinidad media a alta y S1 y S2, de sodificación baja a media; lo que permite pensar que es factible utilizarla para riego, considerando el suelo sobre el cual se va a aplicar. Así mismo se consideran las aguas en general bicarbonato-cloruro-sódicas pues son las que predominan y provienen de una zona alcalina, pensándose que todas tienen un mismo origen, habiendo algunas fuentes que se separan del grupo, por ejemplo el manantial La Gallina y otros que son aguas bicarbonato-calcio-magnésicas, pensándose que proceden de otra parte.

VALORES COMPARATIVOS DE SODIO, CE Y pH ENTRE SUELO Y AGUA
EN LA UNIDAD ALBORADA 4

	SUELO	AGUA
Na (meq/lt)	16.31	9.41
CE (micromhos/cm)	1833	1079
pH	8.60	8.54

V. CONCLUSIONES

- 5.1 Las condiciones físico-químicas de un agua subterránea de niveles freáticos someros, definen en parte la capacidad productiva de un suelo. Por lo anterior el suelo del valle del río Michatoya está afectado en las unidades Alborada 4 y Palín 3, 35% de los 20.18 Kms² del área total.
- 5.2 La profundidad del nivel freático hace variar en forma proporcional la magnitud del problema de sodicidad y salinidad en los suelos del valle.
- 5.3 El agua del río Michatoya es utilizable en la agricultura únicamente con limitaciones, ya que la conductividad eléctrica creciente en la medida que avanza sobre el valle demuestra que es contaminada químicamente.
- 5.4 El valle del río Michatoya posee un flujo subsuperficial regido por los aportes superficiales, como lo es el desagüe del lago y la precipitación pluvial que cae sobre toda la cuenca, además aportes subterráneos que en parte provienen del lago y de los bordes del valle, dentro de estos últimos y otros aportes profundos se presentan aguas con características hidrotermales de tipo bicarbonato-cloruro-sódicas - que son las principales fuentes de contaminación hidrogeoquímica del agua que se encuentra bajo los suelos afectados.

- 5.5 La evapotranspiración que ocurre en el valle es mayor que la precipitación presentándose un déficit agrícola durante los meses comprendidos de Diciembre a Mayo. Tal déficit acentúa el fenómeno de acumulación de sales que son acarreadas por el agua que asciende por capilaridad desde los niveles freáticos someros hasta la superficie del terreno.
- 5.6 El uso actual del suelo y del agua es adecuado, únicamente se puede llegar a tener problemas en cuanto a salud humana, pues no se han tomado medidas para uso y manejo del recurso agua como potable.
- 5.7 Los puntos de emergencia de las aguas hidrotermales del valle, coinciden en gran parte con las zonas de fallamiento y los puntos de contacto entre los diferentes materiales litológicos.
- 5.8 Los suelos que conforman la unidad Alborada 4, pertenecen actualmente a una clase V dentro del sistema de clasificación de capacidad de uso debido a que los suelos son tipo sódico, lo cual representa una limitación especial para el uso del suelo.

VI. RECOMENDACIONES

- 6.1 Que las autoridades de Salud Pública y Municipales cuiden el uso del agua como potable, mediante el control de las condiciones de manejo de algunas prácticas específicas tales como, aplicación de medios físicos y químicos e instruir al medio rural sobre su uso.
- 6.2 Para utilizar el agua en agricultura para riego, poner atención a que las condiciones químicas no excedan la tolerancia específica de los cultivos; para uso pecuario que no sea dañino o afecte la salud de los animales y no presente decrecimiento en la productividad y para uso industrial según sean las especificaciones para lo cual se va a utilizar.
- 6.3 No se recomienda el uso del agua del río Michatoya, si no es para uso agrícola ya que es eminente la contaminación química y bacteriológica que este posee.
- 6.4 En áreas con problemas de erosión y que son aledañas al valle deben de reforestarse y llevar a cabo obras de conservación de suelos como podrían ser: barreras vivas, diques y acequias de ladera.
- 6.5 La utilización del valle en agricultura es factible en áreas donde no se tienen muchas restricciones, ya que se considera que puede utilizarse en otras disciplinas, pues existen condiciones adecuadas ta-

les como: vías de comunicación, mano de obra abundante, recursos naturales y otros, dando al mismo tiempo margen a considerar el valle como potencialmente muy productivo.

- 6.5 Tener presente para cualquier actividad el análisis periódico del agua y del suelo, pues se considera que pueden ocurrir variaciones físico químicas en ambos medios.
- 6.6 Para la utilización de la unidad Alborada 4, 35% del área total del valle (735 has. de terreno) - cualquier disciplina a implantar necesita de la utilización de prácticas de drenaje. Si la utilización que quiere dárseles es agricultura, hay que lavar el suelo, pues quedará con altas concentraciones sódicas que causarán problemas para la implantación de cultivos. Además de las ante riores prácticas es necesario el uso de enmiendas como yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), flor de azufre o cloruro de calcio, las cuales corrigen el exceso de sodio en el suelo, favoreciendo la formación de sulfato de sodio y desplazando el sodio intercambiable de la fracción fina que es lixiviado posteriormente con riego.

VII. BIBLIOGRAFIA

1. AGUILERA, V. Uso y aprovechamiento de los recursos hidráulicos de la cuenca del río María Linda. Tesis, Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, 1974. 103 p.
2. ARAGON, C. Aprovechamientos agrícolas potenciales de la cuenca del río Villa Lobos hasta la desembocadura en el lago de Amatitlán. Tesis, Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía/Instituto Geográfico Nacional, 1974. 136 p.
3. BUCKMAN, H. Y BRADY, O. Naturaleza y propiedades de los suelos. Barcelona, España, Montaner & Simón, 1970. 570 p.
4. BUOL, S., HOLE, F. Y MC. CRACKEN, R. Génesis y clasificación de los suelos. México, Trillas, 1981. 471 p.
5. CORTEZ, A. Taxonomía de los suelos. Bogotá, Colombia, Instituto Geográfico "Agustín Codazzi", 1976. 417 p.
6. CUSTODIO, E. Y LLAMAS, M. Hidrología subterránea. Madrid, España, Omega, 1976. V.1:482 p.
7. FASSBENDER, H. Química de suelos. San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1978. 212 p.
8. FORSYTHE, W. Física de suelos; manual de laboratorio. - San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1980. 212 p.
9. GAVANDE, S. Física de los suelos; principios y aplicaciones. México, Limusa, 1976. 351 p.
10. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. Fotografía aérea. Guatemala, 1964.
11. _____./ Mapa topográfico de la república de Guatemala. Guatemala, 1975. Escala 1:50,000.
12. _____./ Reconocimiento hidrológico del valle de Guatemala. Guatemala, 1978. 121 p.
13. _____. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Datos meteorológicos del año 1980. Guatemala, 1981. 223 p.

14. _____./ INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL Y ORGANIZA--
CION DE LAS NACIONES UNIDAS. Informe final, estu
dio de aguas subterráneas en el valle de la ciu--
dad de Guatemala. Guatemala, 1978. 303 p.
15. HOLDRIGE, L. Zonificación ecológica de America Cen--
tral. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interame--
ricano de Ciencias Agrícolas, 1956. 302 p.
16. NUÑEZ, S. Fundamentos de edafología. San José, Cos--
ta Rica, Universidad Estatal a Distancia, 1981. -
216 p.
17. RODRIGUEZ, P. Mapeo y clasificación a nivel de semi--
detalle de los suelos de la cuenca del zanjón Ma--
lena. Tesis, Ing. Agr. Guatemala, Universidad -
de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía,
1983. 68 p.
18. VARGAS, R. Parámetros de calidad de las aguas natura--
les de la república de Guatemala. Tesis, Ing. Cí--
vil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Gua--
temala, Facultad de Ingeniería, 1969. 47 p.



V. Go
Alp Ramirez S

VIII. ANEXOS

A. RESUMENES:

1. REGIMEN DE HUMEDAD DEL SUELO

Régimen	Características del Suelo
Aquico	Mal drenado, permanentemente saturado.
Udico	Permanecen secos 2 meses al año como máximo.
Ustico	Permanecen secos de 3 a 5 - meses al año.
Arídico	Permanecen secos la mayor - parte del año.

Fuente: Copias manuscritas de Luis F. Herrera del Curso de Fertilidad y - Conservación de Suelos en Turrialba, Costa Rica, 1980.

2. RESUMEN DEL SISTEMA DE CLASIFICACION POR CAPACIDAD DE USO
DEL DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE ESTADOS UNIDOS (USDA),

CATEGORIAS: Clase

Sub-clase

Unidad de capacidad

Clases: I. Areas excelentes

II. Areas buenas

III. Areas moderadas

IV. Areas restringidas

V. Areas con limitaciones especiales:
pedregosidad, salinidad, mal drena-
je, etc.

VI. Areas con limitaciones para pastos,
utilización en bosques productivos.

VII. Areas para uso en bosques de protec-
ción.

VIII. Areas para recreación; fauna y vida
silvestre.

Sub-clases: Según el tipo de limitación.

Sub-indices: S = limitaciones en la
zona radicular.

e = riesgo de erosión
(pendiente).

h = limitación en el drenaje.

c = limitación en el clima.

Sub-clases

específicas: S_1 = limitación por profundidad efectiva.

S_2 = Limitación por textura.

S_3 = Limitación por pedregosidad.

h_1 = limitación por condición de drenaje.

h_2 = riesgos por inundación.

e_1 = erosión potencial.

e_2 = erosión actual.

Unidades de Capacidad: Subdivisión de las Sub-clases en 1-2-3 ó 4.

1. Suelos de texturas permeables.
2. Suelos de texturas moderadamente permeables.
3. Suelos de texturas que inhiben el crecimiento de las plantas.
4. Suelos de texturas livianas muy permeables.

Fuente: Copias manuscritas de Luis F. Herrera del Curso de Fertilidad y Conservación de Suelos en Turrialba, Costa Rica, 1980.

3. USO ACTUAL DEL AGUA EN EL VALLE DEL RIO MICHATOYA

1. <u>USO INDUSTRIAL</u>	<u>ACTIVIDAD</u>	<u>FUENTE</u>	<u>TRATA- MIENTO</u>	<u>CANT.* APROX.</u>
1. Naviera Slowing	(embarcaciones)	Pozo	Ninguno	-----
2. Valcasa	(válvulas)	Pozo	Ninguno	-----
3. Quilubrisa	(lubricantes)	Pozo	-----	15,000
4. Metacril	(textiles)	Pozo	-----	15,000
5. Agroquímicas	(agroquímicos)	Pozo	-----	-----
6. Acerisa	(fundidora)	Pozo	-----	-----
7. Bayer	(agroquímicos)	Pozo	-----	-----
8. Induvisa	(textiles)	Pozo	-----	-----
9. Tappan	(cocinas)	Pozo	-----	-----
10. Fuller	(pinturas)	Pozo	-----	-----
11. Textiles S.A.		Pozo	-----	-----
12. Industria de Grava	(grava)	Pozo	Ninguno	15,000
13. Bloteca	(block)	Pozo	Ninguno	250,000
14. Duracreto	(grava)	Pozo	-----	-----
15. Fábrica de block y pilas		Pozo	Ninguno	250,000
16. La Paleta	(pinturas)	Pozo	-----	-----
2. <u>USO PECUARIO</u>				
1. La Primavera	(equinos)	Pozo	Ninguno	500
2. Las Minas	(cerdos)	Manantial	Ninguno	15,000
3. Tonito	(aves)	Pozo	Ninguno	16,000
4. La Joya	(aves)	Pozo	Enfria- miento	-----
5. Jacaranda	(aves)	Pozo	Ninguno	15,000
6. Toledo	(cerdos)	Pozo	Ninguno	15,000
7. Veneto	(cerdos)	Pozo	Ninguno	20,000
8. Villalobos	(aves)	Pozo	Ninguno	30,000
9. El Puente	(bovino)	Pozo	Ninguno	15,000
10. La Esmeralda	(aves)	Pozo	Ninguno	15,000
11. La Providencia	(bovinos)	Pozo	Ninguno	15,000
3. <u>USO TURISTICO</u>				
1. Casa Blanca	(piscinas)	Pozo	Cloro	30,000
2. El Cañón de Palín	(piscinas)	Manantial	Cloro	30,000
3. La Red	(piscinas)	Manantial	Cloro	30,000
4. Automariscos	(piscinas)	----	Cloro	60,000
5. Jomalín	(piscinas)	Pozo	Cloro	30,000
6. Las Hamacas	(piscinas)	Manantial	Cloro	30,000
4. <u>USO AGRICOLA</u>				
1. Beneficio El Trébol	(lavado)	Pozo	Ninguno	72,000
2. Beneficio Los Alam-- mos	(lavado)	Pozo	Ninguno	72,000
3. Almacigos de Café	(riego)	Manantial	Ninguno	30,000

* EN Lts/día.

4. Centro de Capacitación	(riego)	Pozo	Ninguno	-----
5. Jardín Mil Flores	(riego)	Pozo	Ninguno	-----
6. Riego Hortalizas		Pozo	Ninguno	500,000
5. <u>USO FAMILIAR</u>	(domésticos)	Pozos	Ninguno	112,800

NOTA:

Se calcula un uso global en todo el valle, de aproximadamente 4,632.40 metros cúbicos diarios (mts³/día), considerando valores estimados en algunas industrias donde no se pudo obtener información y que el valle cuenta con un número aproximado de 200 familias rurales y que cada una de ellas consumen 100 galones diarios; se excluyó el área urbana de Amatitlán la cual obtiene el agua de instalación municipal instalada en la quebrada El Barretal.

REFERENCIAS



LAVA BASALTICA ANDISITICA
Y RIOLITICA



SEDIMENTOS EOLICOS FUNDAMENTALMENTE CENIZAS



LAVA BASALTICA DACITICA Y
RIODACITICA



SEDIMENTOS EOLICOS, FLUJOS DE
CENIZA, SEDIMENTOS FLUVIALES



ALUVION



FALLA

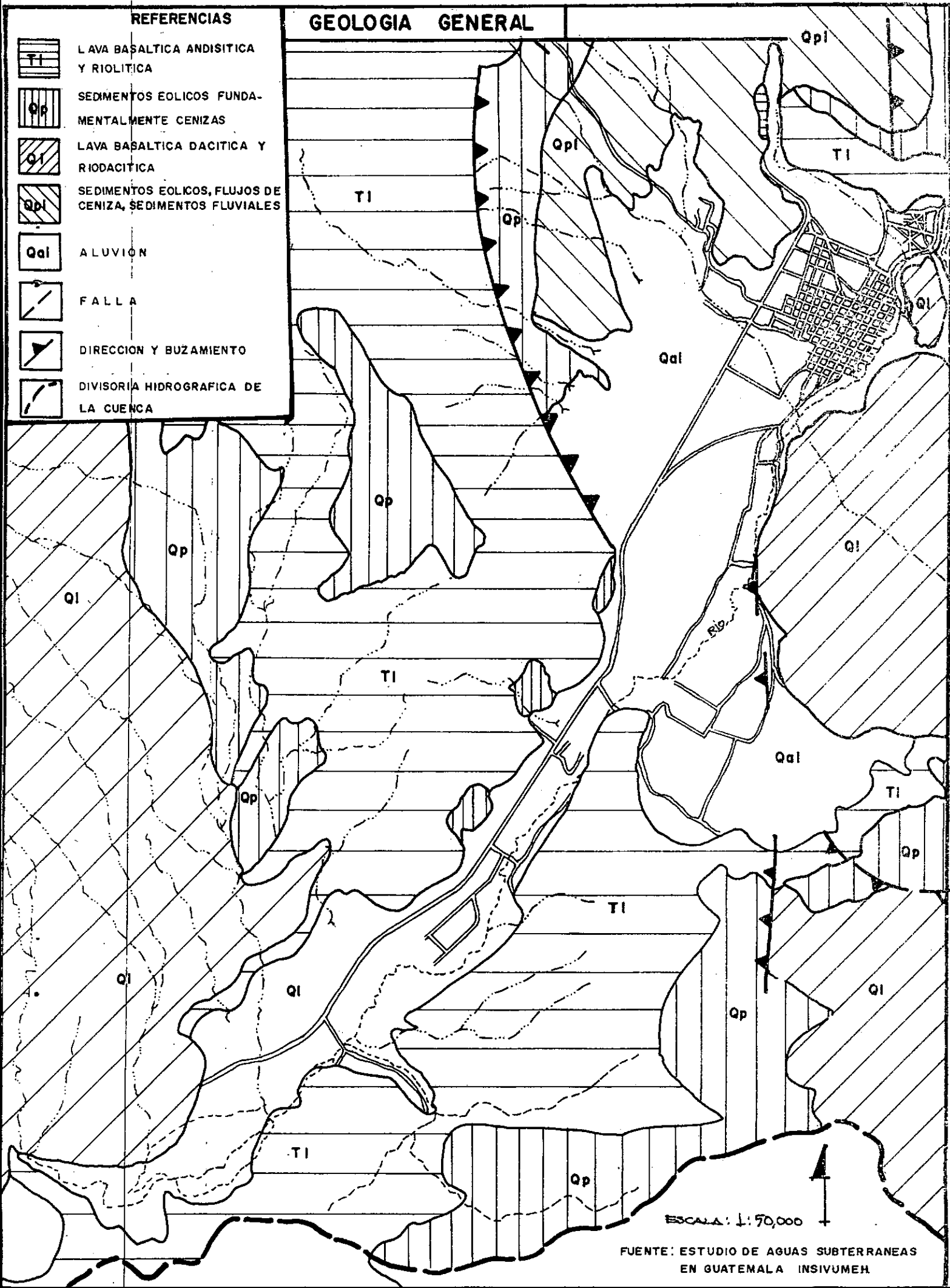


DIRECCION Y BUZAMIENTO



DIVISORIA HIDROGRAFICA DE
LA CUENCA

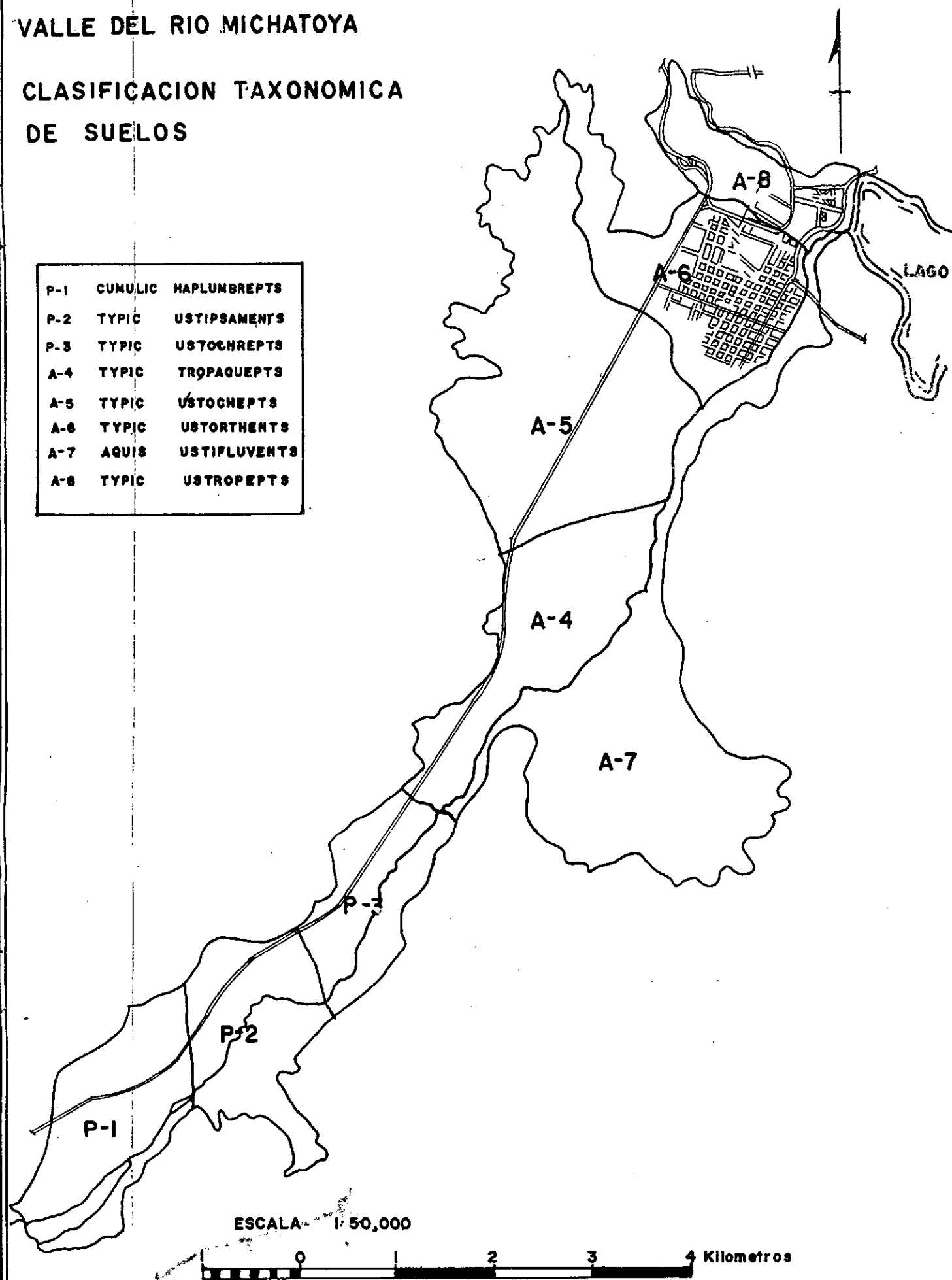
GEOLOGIA GENERAL

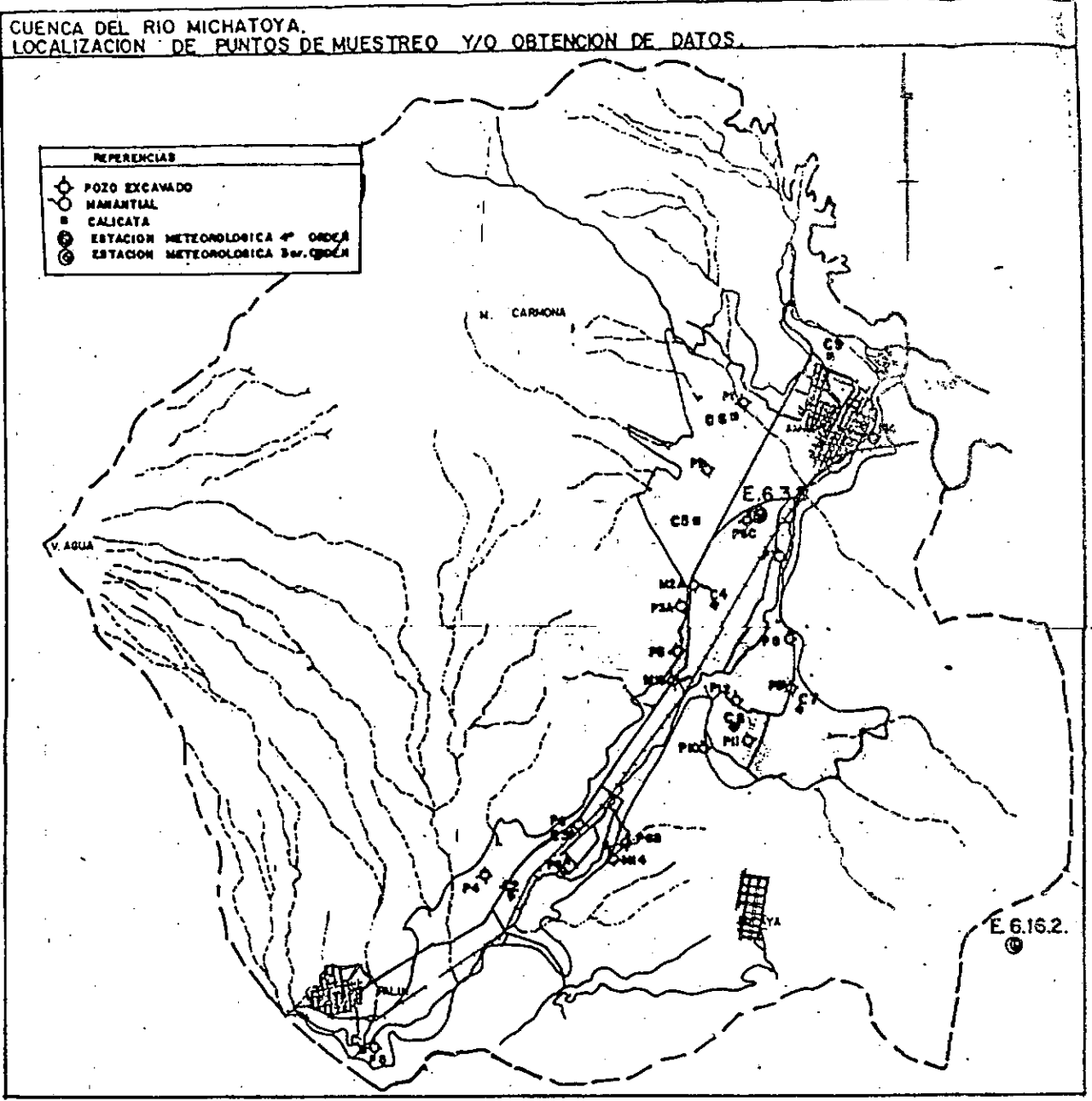


VALLE DEL RIO MICHATOYA

CLASIFICACION TAXONOMICA
DE SUELOS

P-1	CUMULIC	HAPLUMBREPTS
P-2	TYPIC	USTIPSAMENTS
P-3	TYPIC	USTOCHREPTS
A-4	TYPIC	TROPAQUEPTS
A-5	TYPIC	USTOCHEPTS
A-6	TYPIC	USTORTHEPTS
A-7	AQUIS	USTIFLUVENTS
A-8	TYPIC	USTROPEPTS



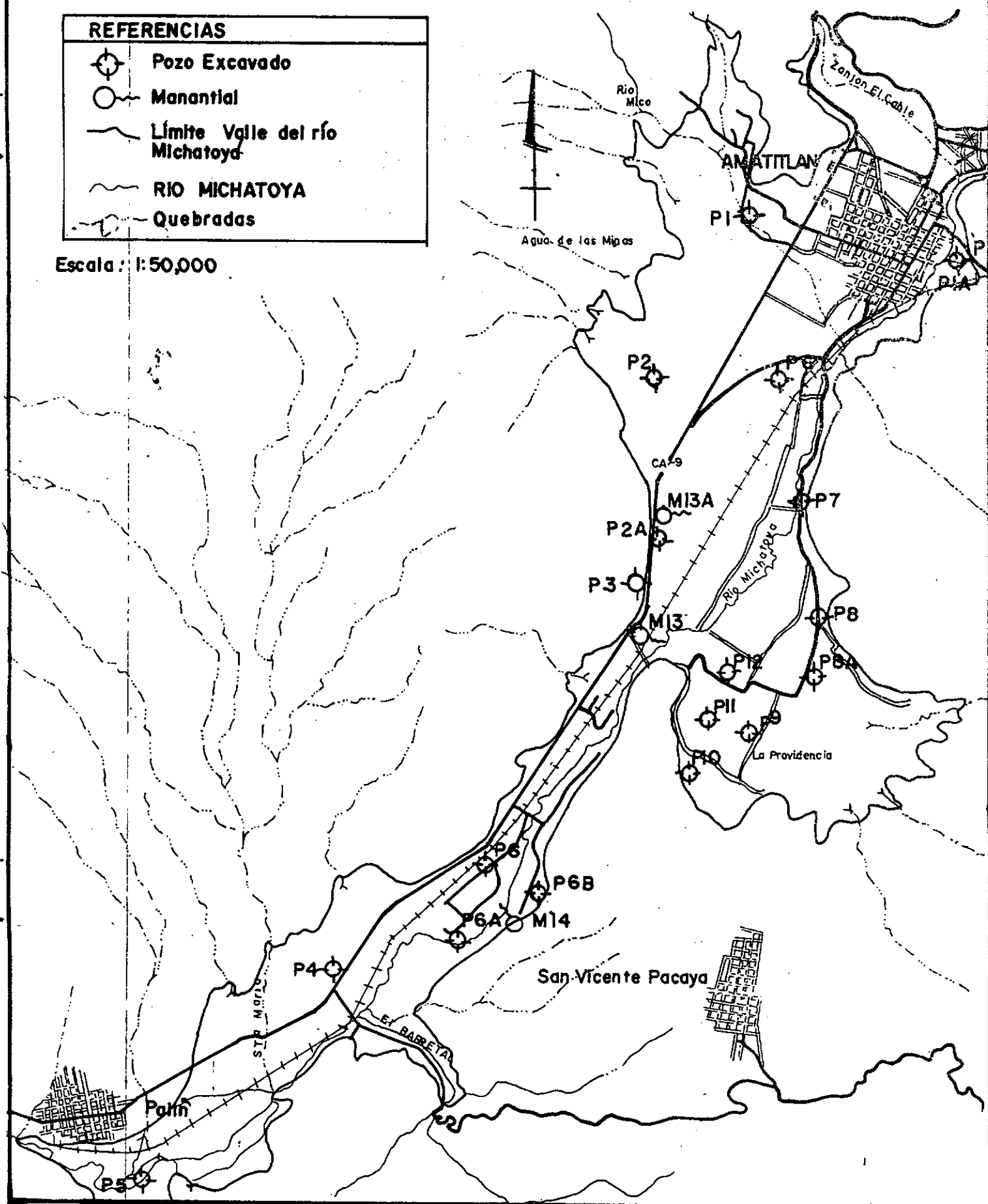


LOCALIZACION DE POZOS Y MANANTIALES EN EL VALLE DEL RIO MICHATOYA

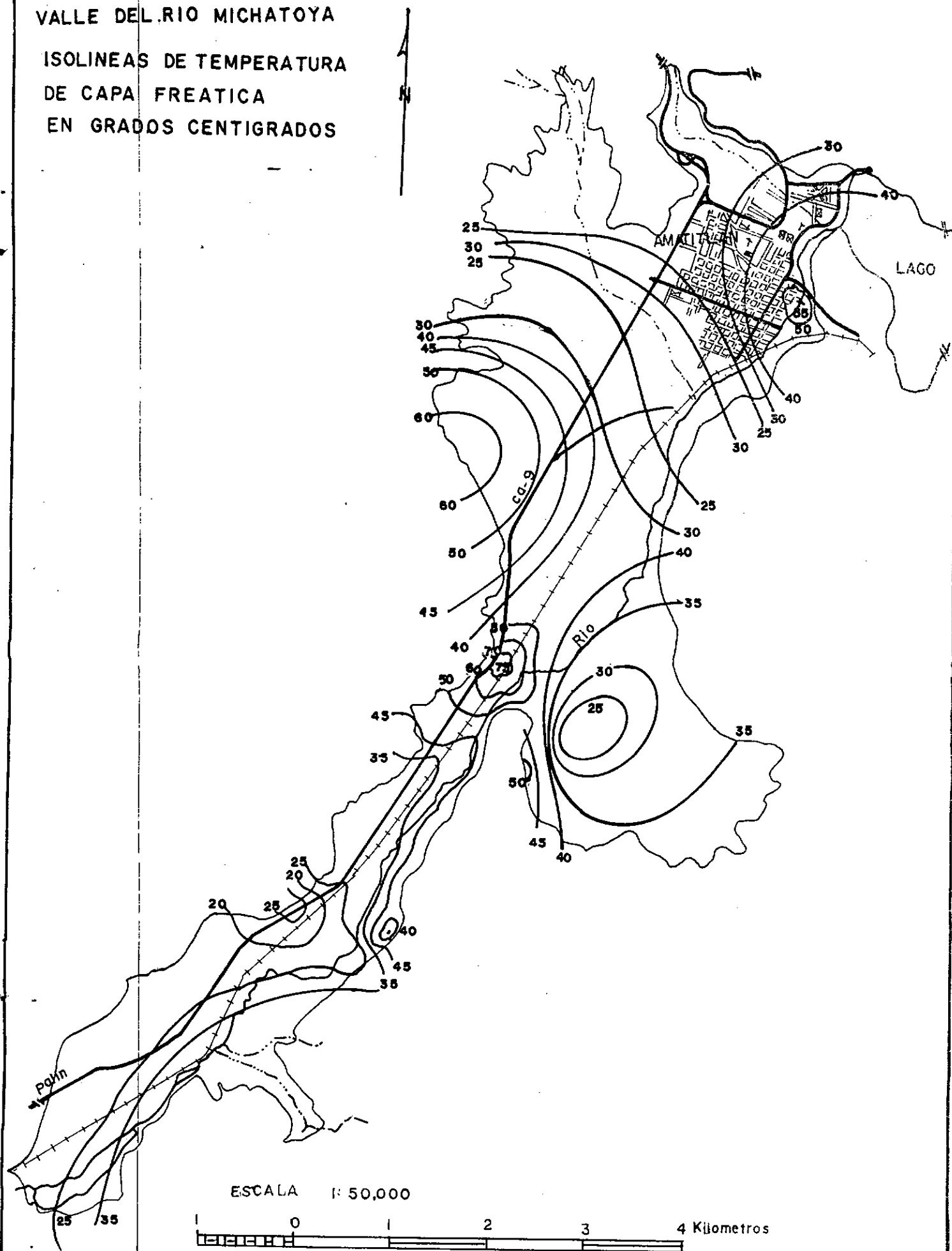
REFERENCIAS

-  Pozo Excavado
-  Manantial
-  Límite Valle del río Michatoya
-  RIO MICHATOYA
-  Quebradas

Escala : 1:50,000

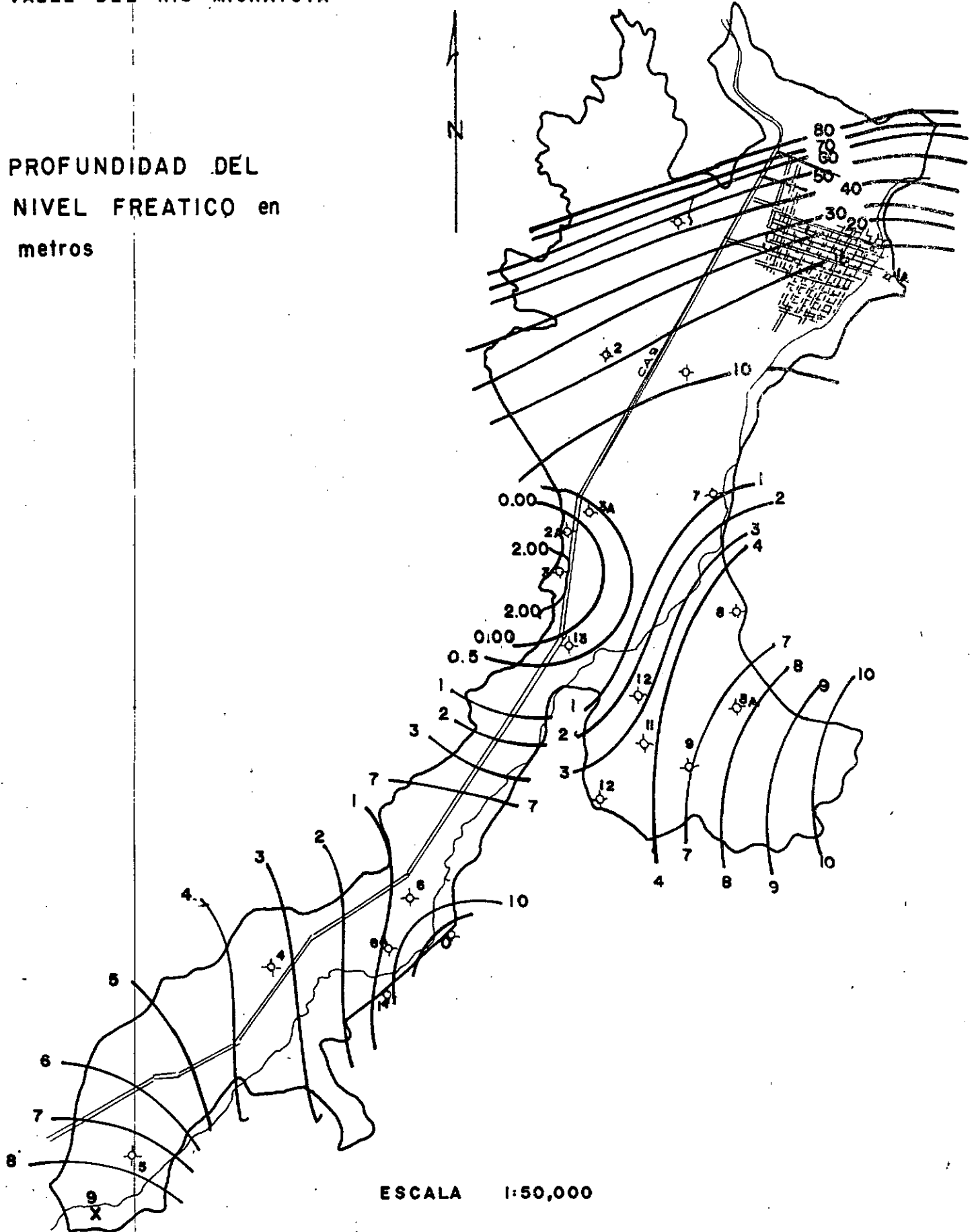


VALLE DEL RIO MICHATOYA
ISOLINEAS DE TEMPERATURA
DE CAPA FREATICA
EN GRADOS CENTIGRADOS



VALLE DEL RIO MICHATOYA

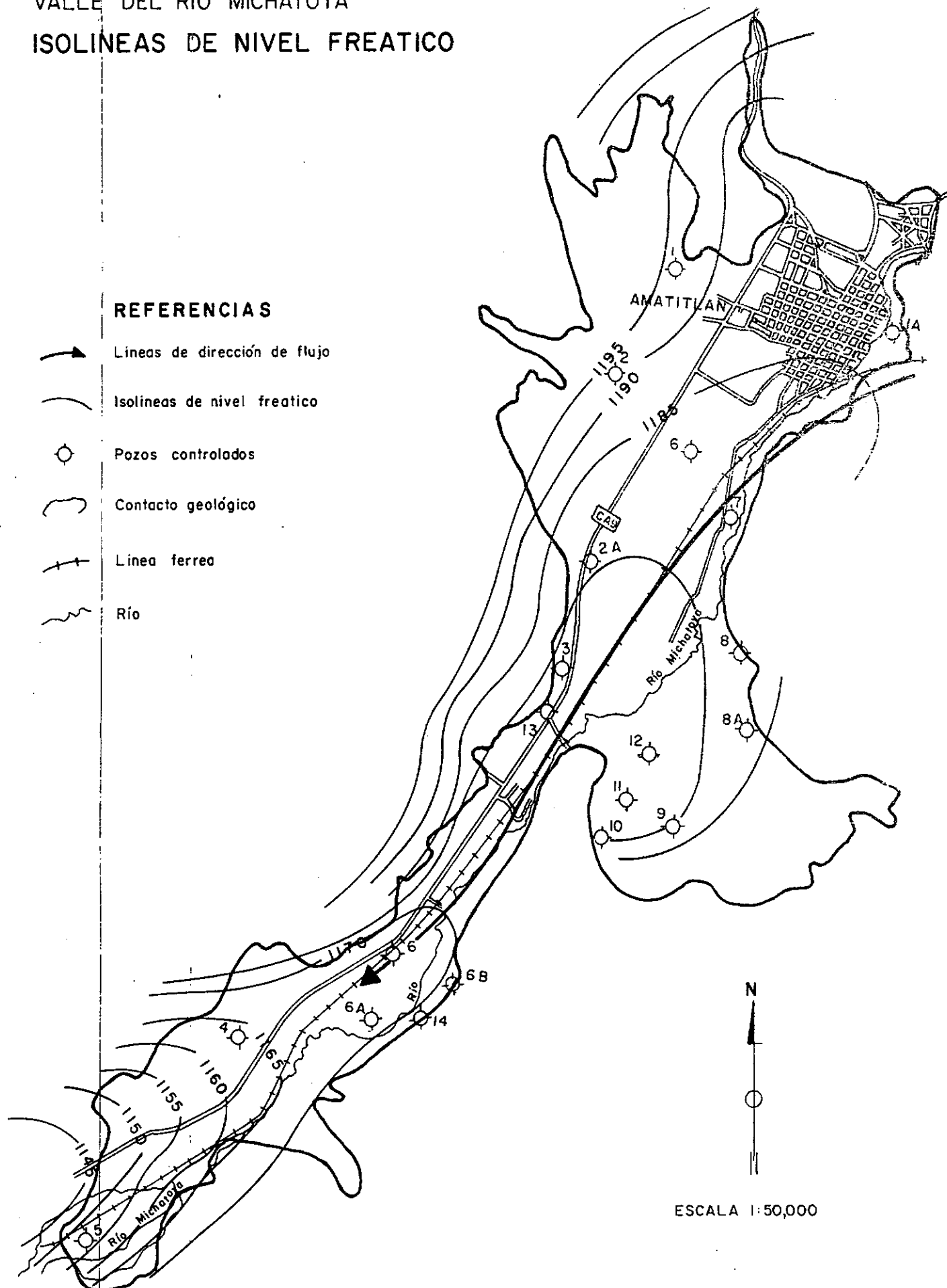
PROFUNDIDAD DEL
NIVEL FREATICO en
metros



VALLE DEL RIO MICHATOYA ISOLINEAS DE NIVEL FREATICO

REFERENCIAS

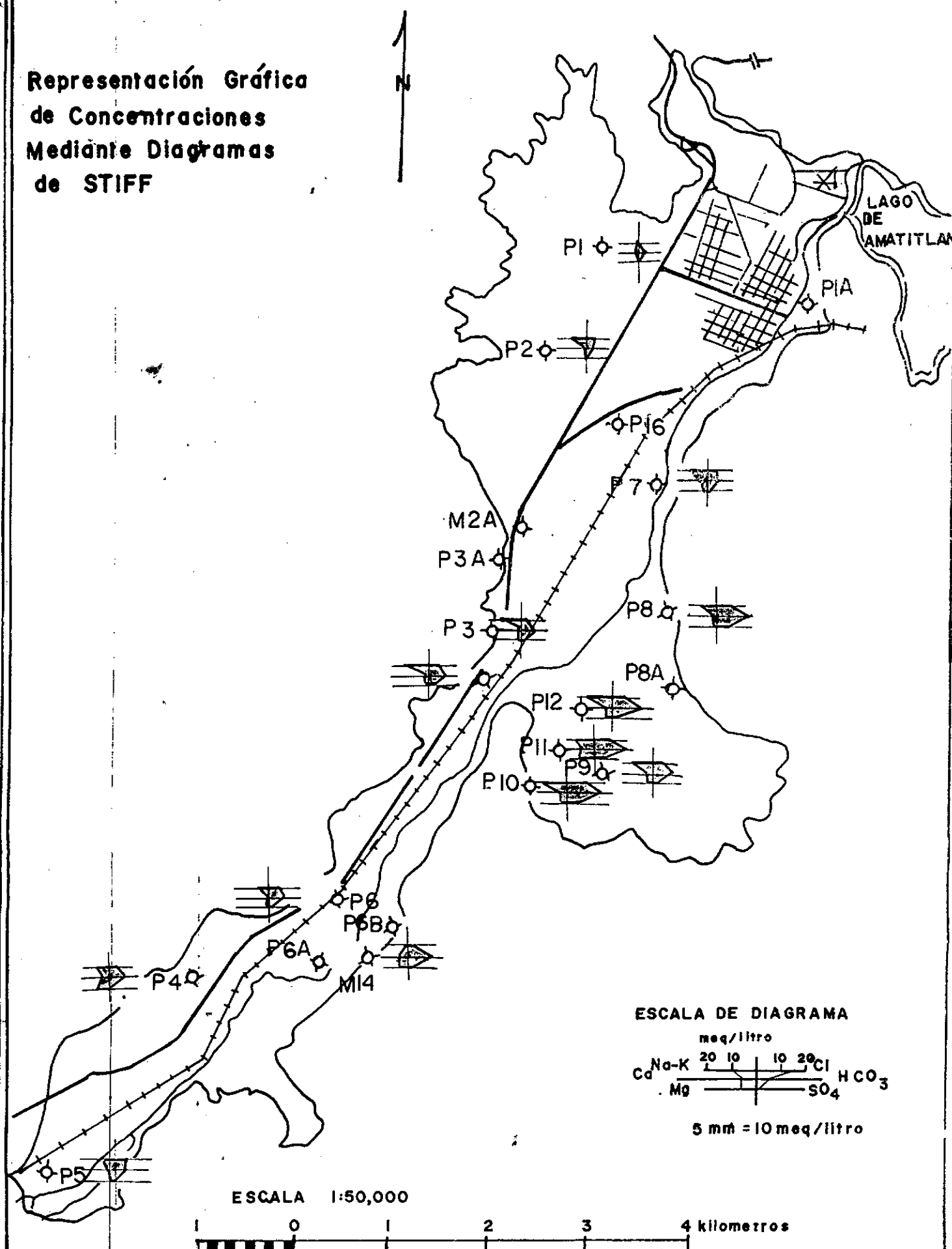
-  Líneas de dirección de flujo
-  Isolneas de nivel freático
-  Pozos controlados
-  Contacto geológico
-  Línea férrea
-  Río



ESCALA 1:50,000

VALLE DEL RIO MICHATOYA

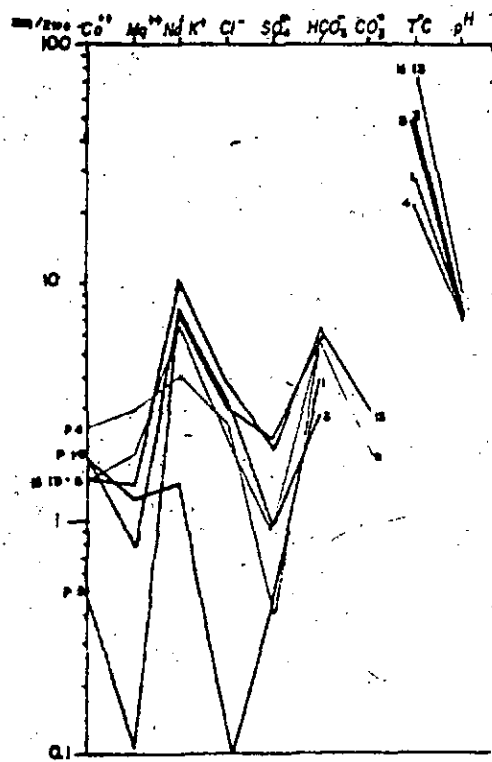
Representación Gráfica
de Concentraciones
Mediante Diagramas
de STIFF



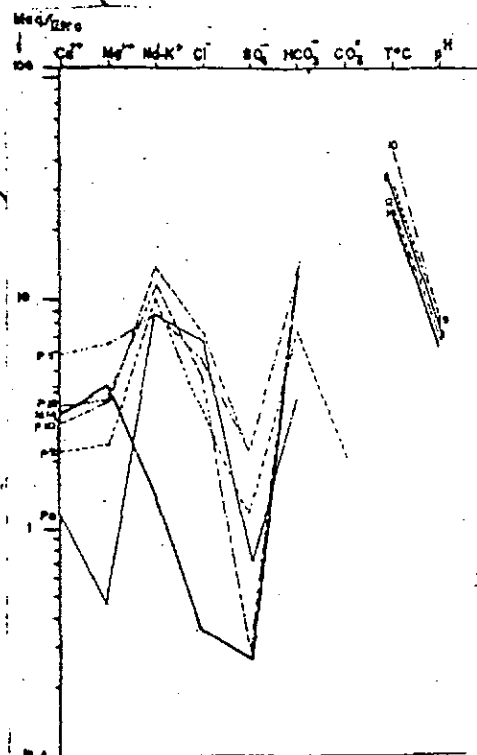
VALLE DEL RIO MICHATOYA

Distribuci
Localización de Pozos (P) y
Manantiales (M) en el valle.

Representacion de Concentraciones
Mediante Diagramas de SHOELLER Y
BERKALOFF.



Margen Derecho



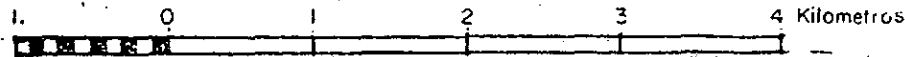
Margen Izquierdo

Pozo Muestreado

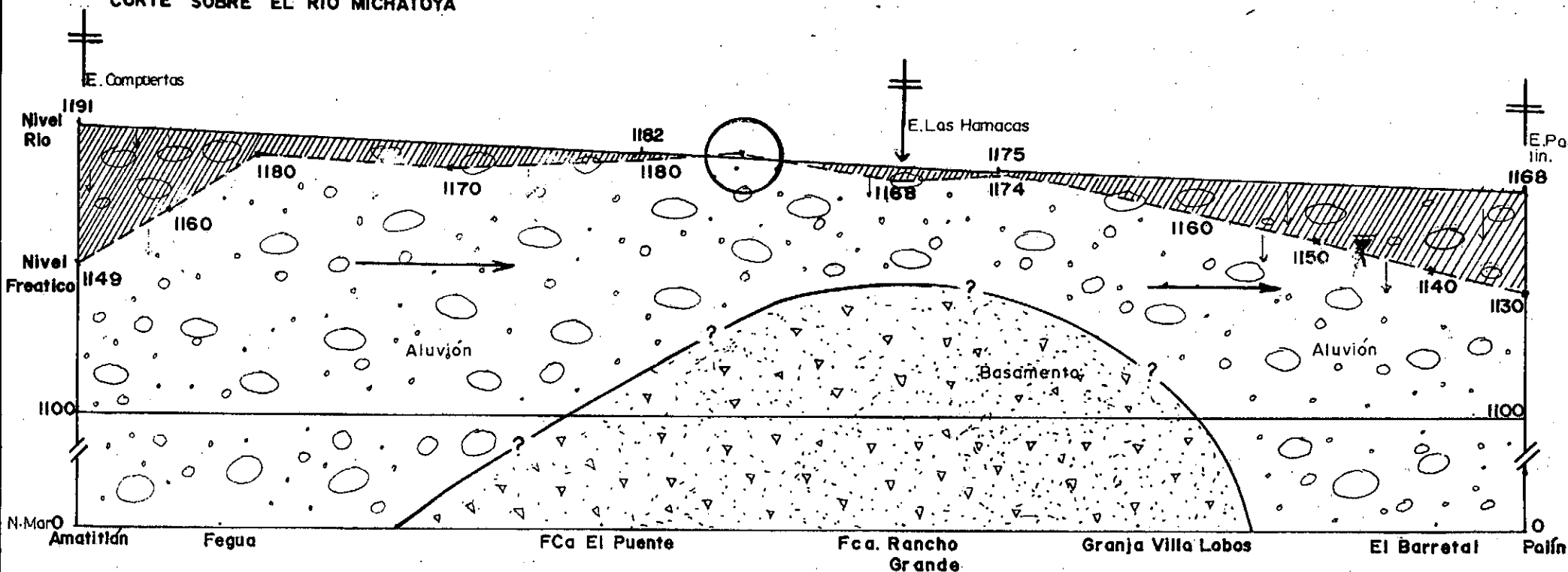
Pozo No Muestreado

Manantial.

ESCALA 1: 50,000



PERFIL HIDROLOGICO
CORTE SOBRE EL RIO MICHATOYA



ESCALA HORIZONTAL 1:50,000
ESCALA VERTICAL 1:2,000

→ Dirección de flujo
- ? - Contacto inferido
+ Estaciones Hidrométricas

L. Herrera Aquino

 Zona donde el río es INFLUENTE
(el río recarga el acuífero)

 Zona donde el río es EFLUENTE

ANALISIS QUIMICO DE AGUA

ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUA																
PROCEDENCIA			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	M13	M14
pH			7.26	7.00	7.59	7.19	6.86	8.25	7.29	7.25	6.56	7.20	7.03	7.12	8.54	6.25
CE X 10 ⁻⁶ a 25°			317	770	861	702	656	729	970	949	1116	1665	15943	13690	1079	573
SOLIDOS EN SOLUCION P.P.M			307.5	947.5	910.0	547.5	572.5	620	842.5	832.5	10475	15325	12650	11500	14200	492.4
SUMA DE CATIONES Meq/litro			4.5	6.48	10.47	9.48	7.63	9.94	11.92	10.53	14.51	20.54	21.28	18.60	13.37	8.78
SUMA DE ANIONES Meq/litro			4.33	8.10	10.77	9.49	8.31	10.48	11.94	11.18	14.27	22.13	20.92	18.49	15.33	8.52
MILIEQUIVALENTES POR LITRO.	CATIONES	Ca ⁺⁺	1.83	0.50	1.83	2.49	1.83	1.50	2.49	1.16	2.16	2.91	5.99	3.49	1.50	3.32
		Mg ⁺⁺	1.23	0.11	0.77	2.90	1.40	1.94	1.29	0.47	2.33	3.67	6.57	3.67	1.45	4.11
		Na ⁺	1.30	7.07	6.80	3.75	3.97	5.87	7.07	8.43	8.43	12.34	7.34	10.22	9.41	1.11
		K ⁺	0.15	0.80	1.07	0.34	0.43	0.63	1.07	0.47	1.59	1.62	1.38	1.22	1.01	0.24
	ANIONES	CO ₃ ⁼	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.94	1.07	0.00	2.11	0.00	0.00	0.00	2.93	0.00
		HCO ₃ ⁻	3.86	2.72	5.60	6.51	3.45	5.63	0.76	3.73	7.42	3.86	13.19	13.42	6.19	7.89
		CL ⁻	0.02	2.29	3.07	2.59	4.39	2.02	4.87	6.73	3.44	0.02	5.60	4.79	3.95	0.36
		NO ₃ ⁻	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		SO ₄ ⁼	0.45	1.98	2.10	0.39	0.47	0.89	1.94	0.72	1.30	0.45	2.13	0.28	2.26	0.27
		% sodio soluble		28.82	83.32	64.96	39.56	52.03	59.05	59.31	80.06	58.10	28.82	34.49	54.95	70.38
RAS		1.15	12.80	5.95	2.28	3.12	4.45	5.14	9.34	5.63	1.05	2.93	5.40	7.75	0.58	
Na ₂ CO ₃ RES		0.00	2.12	3.00	1.12	0.22	4.15	1.91	2.10	0.04	0.00	0.63	6.26	6.13	0.46	

P=Pozo, M= Manantial

L. herrem



FACULTAD DE AGRONOMIA

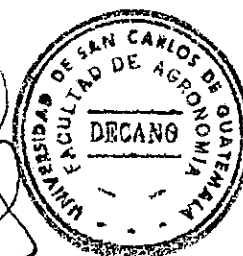
Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto
.....

"IMPRIMASE"



ING. AGR. CESAR A. CASTAÑEDA S.

DECANO
FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA