



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**
FACULTAD DE INGENIERIA

**ESTUDIO GEOHIDROLOGICO PRELIMINAR EN LA ZONA
DEL VALLE DE VILLA HIDALGO EN EL ESTADO
DE ZACATECAS, MEXICO**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

PRESENTA:
LORENZO VALLE GARCILAZO

México, D.F.

Agosto 2006



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN
FING/DCTG/SEAC/UTIT/210/93

Señor
LORENZO VALLE GARCILAZO
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso la profesora M.I. AMALIA ADRIANA CAFAGGI FELIX, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

"ESTUDIO GEOHIDROLÓGICO PRELIMINAR EN LA ZONA DE VILLA HIDALGO EN EL ESTADO DE ZACATECAS"

- I. PROBLEMÁTICA GEOHIDROLÓGICA
- II. SELECCIÓN DE METODOLOGÍAS
- III. ACTIVIDADES DE CAMPO
- IV. CLIMATOLOGÍA
- V. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL
- VI. GEOHIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA
- VII. HIDROGEOQUÍMICA
- VIII. HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA
- IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cd. Universitaria a 9 Julio 2004.
EL DIRECTOR

M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO
GFB/GMP/mstg.

Adriana Cafaggi

Ing. Miguel A. Flores Lora

1- Julio 2006

*Vols
Gustavo Angil C
4 Julio 2006*

*Adriana
30-juni-2006*

*V.Bo
Ing. Miguel A. Flores Lora*

LORENZO VALLE GARCILAZO
No. Cuenta 6500161-9

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

TEMA DE TESIS:

ESTUDIO GEOHIDROLOGICO PRELIMINAR EN LA ZONA DEL VALLE DE VILLA
HIDALGO EN EL ESTADO DE ZACATECAS, MEXICO.

LORENZO VALLE GARCILAZO
No. Cuenta 6500161-9

TEMARIO

1.- INTRODUCCION Y PROBLEMATICA GEOHIDROLOGICA

2.- SELECCION DE METODOLOGIAS

3.- ACTIVIDADES DE CAMPO

4.- CLIMATOLOGIA

5.- HIDROLOGIA SUPERFICIAL

6.- GEOLOGIA E HIDROGEOLOGIA

7.- HIDROGEOQUIMICA

8.- HIDROLOGIA SUBTERRANEA

9.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

0. Agradecimientos.

Escuchando las campanas de la Catedral de Heidelberg en Alemania y el suave escurrimiento del río Neckar y después de leer los versos de Johannes Wolfgang Goethe a Marianne Wilmer y las cartas con que ella le respondía, decido finalmente terminar el trabajo de tesis para obtener el grado de ingeniero civil que inicié hace varios años desde mi querida escuela, la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Ciertamente que este trabajo debí haberlo concluido hace ya mucho tiempo pero los años pasaron a veces sin siquiera darme cuenta, con el enorme amor hacia mis seres más queridos, mi esposa María Esther, mis hijos Lorenzo, Viviana y Alejandro y con mucho respeto y cariño para mis padres Aurea y Lorenzo quienes siempre tuvieron confianza en mí para emprender lo que yo más deseara hacer en la vida, sin duda esas son las fuerzas íntimas que me han movido a iniciar muchas cosas y concluir otras como la que ahora finalmente termino.

Igualmente a mis hermanos y hermanas: María Ofelia, Yolanda, José, Silvia, Roberto y Magdalena, a mis muy queridos sobrinos: Serafín, Ricardo, Víctor, Federico y Marco Antonio, a mis tíos y tías, mis cuñados y cuñadas, todos mis sobrinos y sobrinas, a mis ahijados, ahijadas y a todos y a cada uno de quienes influyeron en muchas decisiones de mi vida. Gracias a todos ellos.

Hoy me siento satisfecho de haber hecho algo que siempre quise hacer en vida y también de cerrar un ciclo que había dejado abierto ha mucho tiempo, una tarea pendiente que finalmente se cierra el día de hoy.

Igualmente, como todos aquéllos que pasamos de la edad de la maduración temprana me he quedado con la costumbre de seguir dando consejos, a quienes incluso, no los piden. Cerrar todos los ciclos de buena y cordial manera con todos aquéllos que han participado de tu vida y hacerlo con elegancia y satisfacción personales, aunque a veces tome más tiempo, no importa, lo importante es completar los ciclos de la vida dándole gracias a todos los que

estuvieron cerca de ti y que generaron conocimiento, amor y gratos recuerdos, simplemente, es muy gratificante, le doy gracias a Dios!

También quiero agradecerles a todos mis profesores en esta grande escuela de ingenieros que es la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, primeramente deseando que reposen en paz y con mucha satisfacción el ingeniero Don Rodrigo Castelazo Andrade y el Maestro en Ingeniería Francisco José Jauffred del Mercado, a ambos les debo el enfoque final de mi ejercicio profesional, al ingeniero Francisco Torres Herrera, al ingeniero Julio Enrique Damy Ríos, al ingeniero José Springall Cáram, al ingeniero Alfonso Rico Rodríguez y al queridísimo ingeniero Luis Mascott López, todos ellos ilustres maestros y contagiantes del grande cariño que todos los egresados sentimos siempre por la Escuela Nacional de Ingenieros hoy Facultad de Ingeniería y de quienes tuve el altísimo honor de recibir cátedra.

A todos los señores ingenieros que también me formaron desde mi origen en la Facultad de Ingeniería: Luis Ordóñez Reyna, Sergio Betancourt, Jesús Ibarra Ruiz, Oscar de la Cadena, Bernardo Serrano Mothelet, Antonio Abaunza de la Escosura, Heriberto Olguín, Dagoberto de la Serna, Jaime de la Fuente, Leda Speciale de Guzmán, Jaime Torres H., Miguel José Yacamán, Jorge Solar Martinez, Eduardo Ferrer Argote, Gustavo Ayala Milian, Fernando Pérez Correa, Carlos Palacios Olagaray, Gregorio Block, Gustavo Pozos Labardini, Carlos Manuel Chavarri M., José Springall Cáram, Abraham Díaz Rodríguez, Guillermo Springall Cáram, Carlos Castillo Tejero, José María Bolívar, Gilberto Sotelo Avila, Julio Lozoya Corrales, Gustavo Carvajal Rodríguez, Federico Dovalí Ramos, Francisco Montejano Uranga, Armando Canales Elorduy, Miguel Angel Flores Lira, Gustavo Argil Carriles, Rodolfo Luthe García, Alberto Moreno Bonett, Sergio Zúñiga Barrera y don Marco Aurelio Torres H.

A mis amigos y compañeros de la Facultad de Ingeniería: Vicente Márquez Campos (+), Luis Efraín Soria Alvarado (+), Jaime A. Tinajero González, Carlos Enrique Rodríguez Pérez, Mario Oscar Buenfil Rodríguez, Humberto Cafaggi Félix, Manuel Barrientos Velázquez, Rafael Morales y Monroy, Rodrigo Murillo Fernández, Jaime Martínez Mier, José Manuel Arango,

Jaime Parada Avila, Roberto Poucell Padrón, Carlos Castañeda Narváez y Horacio Lobo Zertuche. Gracias a todos ellos por acrecentar mi cariño a la Sociedad de Ingenieros Generación 68 de la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

A mi Directora de Tesis, especialmente por su paciencia y buena voluntad: Adriana Cafaggi Félix, excelente estudiante, Maestra, Profesora de la Facultad de Ingeniería y excelente amiga.

Con especial cariño a la grandiosa Generación 1968-1972, a la Asamblea de Generaciones y a la Sociedad de Ex-alumnos de la Facultad de Ingeniería, donde aprendí a querer y a apreciar aún más a mi escuela.

Les agradezco especialmente a los señores ingenieros: Jorge Argánis Díaz-Leal, Rogelio Rivero, Felipe Pescador, Alberto Escofet Artigas, Salvador Herrera, Rafael Jiménez Cardona por todo su apoyo, a los ex-Directores de la Facultad de Ingeniería: ingeniero José Manuel Covarrubias y al Dr. Octavio Rascón Chávez por su siempre fortalecedor consejo para ayudar de mejor manera a la Facultad de Ingeniería desde cualquier ángulo donde estuviéramos y al Maestro en Ingeniería Gerardo Ferrando Bravo por su siempre amable comprensión y disposición a escuchar nuevas ideas y por su siempre decidido apoyo.

Igualmente doy gracias a la Facultad de Filosofía y Letras de la universidad por las extraordinarias cátedras de Civilización Maya que tuve el honor de cursar con el Doctor Alberto Ruz Lhuillhier como parte de las materias humanísticas que gracias al impulso personal de don Marco Aurelio Torres H., para que los futuros ingenieros conociéramos otra dimensión del ser humano dentro de la universidad y que ciertamente en mí generó otra gran necesidad de aprender y conocer más de la historia de nuestras raíces, de nuestras culturas, especialmente acerca de la historia y de la cultura de nuestras raíces indígenas, especialmente en la zona Maya y en Mesoamérica, todas esas clases dejaron grande huella en mí.

Finalmente, en el terreno profesional agradezco también el haber compartido su experiencia a los señores ingenieros Armando Canales Elorduy, Federico Liszt, David Grajales Siegenthaler, Rolando Pascacio, Gustavo Méndez, Juan Manuel Lesser y al líder de todos en

Hidrología Subterránea y Zonas Áridas, el ingeniero Rubén Chávez Guillén, también distinguido profesor y de la División de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, igualmente para el ingeniero Germán Figueroa Vega quien desde la Comisión de Aguas del Valle de México ayudó también en mucho al desarrollo de las disciplinas de hidráulica subterránea.

Para la Universidad Nacional Autónoma de México tengo una profunda gratitud, desde la Escuela Nacional Preparatoria Justo Sierra en San Ildefonso hasta la Facultad de Ingeniería y la Facultad de Filosofía y Letras, pasando por el Centro de Enseñanza de Lenguas Extranjeras, por haberme acercado a las Actividades Deportivas y a mis primeras asistencias a los Conciertos de la Orquesta Filarmónica de la UNAM y de la Orquesta Sinfónica de Minería.

Haber vivido en 1966, 1968 y 1972 los varios movimientos universitarios, auténticos, vitales, el inicio de tener plena conciencia social, haber hecho más que una etapa de Servicio Social: haber asistido al diseño inicial de los sistemas de Agua Potable y Alcantarillado de Topilejo, haber participado en los Estudios Geohidrológicos Preliminares del Valle de San Juan y Pescadero en Baja California, del Valle de Loreto y Ojo Caliente en Aguascalientes, de Jerez, Villa Hidalgo, La Blanca Saladillo en Zacatecas y San Luis Potosí, hasta haber llegado a la Comisión Nacional del Agua con los ilustres ingenieros Germán Figueroa y don Alberto Barocio Moll, quienes junto con el ingeniero Rafael Jiménez Cardona apoyaron mi trabajo en la modelación de los Sistemas Acuíferos del Valle de México en donde se generó mi primer contacto real con el mundo de la computación y por haberme apoyado para llegar a IBM de México, empresa donde aprendí a aplicar mucho de lo ahí aprendido en beneficio de mi escuela, de mis colegas compañeros, alumnos y ex-Alumnos de la Facultad.

Hoy me siento contento de haber podido contratar y desarrollar a muchos de mis compañeros de la Facultad, especialmente ahora que estoy dejando en franco camino de desarrollo a varios de esos ex-alumnos y ex-alumnas egresadas de nuestra querida escuela.

Especial mención quiero hacer para Humberto Hernández Ruano y para José Antonio García Miranda de quienes siempre recibí un trato especial en IBM, apoyándome en tareas específicas de la Facultad aún sin ser alumnos de esta distinguida escuela.

Finalmente, le doy gracias a Dios. No existe un solo paso de mi vida en que no haya agradecido siempre a la Virgen María de Guadalupe por haberme dado fé, confianza y un sentimiento de paz cada vez que algo ocurría, bueno o malo y siempre le agradeceré a mi Madre que me haya inculcado la fé en Dios y a mi Padre por haberme dado la fuerza para sustentarme frente a las vicisitudes de la vida y siempre agradecido de Dios!

Ya llueve en Heidelberg, debo irme, pero me voy contento, rumbo a terminar de leer a Goethe y a Marianne y de escribir y finalizar de una vez y para siempre esta tesis y así cerrar el último capítulo pendiente de mi titulación como ingeniero civil y de seguir dando cada día, Gracias también, a la vida.

Heidelberg, Alemania, Octubre, 2005.

1. INTRODUCCION Y PROBLEMATICA GEOHIDROLOGICA.

El presente trabajo tiene como finalidad documentar y discutir la aplicación de los conocimientos de Geohidrología adquiridos en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México durante el curso de Geohidrología del profesor Ingeniero Armando Canales Elorduy en mi último semestre de la Carrera de Ingeniería Civil, así como en el desarrollo de mi ejercicio profesional que inició con la utilización de varias herramientas geohidrológicas para realizar estudios geohidrológicos preliminares en el Valle de Jerez de García Salinas y en la Zona de Villa Hidalgo, Estado de Zacatecas en México desde la Dirección de Geohidrología y Zonas Aridas de la hoy Comisión Nacional del Agua y desde la empresa Consultores, S.A., empresa de consultoría especializada en estudios y proyectos de ingeniería civil principalmente en hidráulica subterránea y superficial, con el objeto de obtener el grado de Ingeniero Civil.

Es a través de esos estudios que realizamos por medio de fotointerpretación, reconocimientos y pruebas de campo que llegamos a la delimitación de las diferentes unidades litológicas y su extensión, a la obtención y deducción de las características geohidrológicas de la zona, así como del trabajo en gabinete que permitió estimar las características de permeabilidad, de flujos de agua subterránea y de sus características de recarga y por ende de la capacidad de explotación de todos los acuíferos que la conforman, así como llegar al establecimiento de las relaciones geohidrológicas posibles que caracterizan esta zona del país.

Adicionalmente, considerando las actualizaciones de los estudios geohidrológicos que se hicieron de las mismas zonas de estudio en 1981 y las características actuales de explotación, las herramientas utilizadas en aquella época de la ingeniería civil en hidráulica subterránea y los elementos tecnológicos actuales tratando de responder a las preguntas: "Qué fué de los estudios y recomendaciones de la época comparativamente con la realidad actual en términos de uso actual del agua subterránea y cuáles fueron los efectos de las recomendaciones de esos años y la situación actual real de estas zonas de estudio, en cuanto a planeación, uso y explotación de los acuíferos de la zona", concluyendo con algunas recomen-

daciones hacia el futuro en las actuales condiciones socioeconómicas del Estado de Zacatecas.

1.1 Trabajos previos y actualizaciones hasta 2005.

La zona de estudio de Villa Hidalgo se localiza en un área netamente minera, ha sido motivo de poca atención, desde el punto de vista geológico, existiendo únicamente trabajos donde se hacen descripciones de carácter regional, los primeros trabajos geológicos encontrados son los siguientes:

- P.Sánchez Mejorada. Yacimientos Fosforíticos en la República Mexicana, en particular el sitio de la porción central de la sierra de Peñon Blanco, en el estado de Zacatecas.
- J.González Reyna. La Industria Minera en el estado de Zacatecas. Consejo de Recursos Naturales No-Renovables.
- P.Salas y López Ramos (1967), que por medio de compilaciones han formulado, en forma muy general, la geología del estado de Zacatecas, en hojas escala 1:500,000.
- Comisión de Estudios del Territorio Nacional, (1968) dentro del programa de planificación de la República Mexicana, publicó las hojas 1:50,000 que corresponden al estado de Zacatecas, en forma muy regional.
- La empresa Consultores, S.A. (1974) realizó el Estudio Geohidrológico Preliminar en la Zona de Villa Hidalgo, Zacatecas (Mayo- Octubre, 1974) y la Ampliación de dicho Estudio Geohidrológico Preliminar por la misma empresa en diciembre de 1975, de acuerdo con Contrato IP-75-25 entre la Secretaría de Recursos Hidráulicos y la empresa Consultores, S.A.
- Por otra parte la misma Secretaría de Recursos Hidráulicos (1975) contrató otro Estudio Geohidrológico Preliminar de la Zona de la Cuenca de Jerez en el Estado de Zacatecas a través del Contrato EIGZA-74-14 y después la Secretaría de de Agricultura y Recursos Hidráulicos encargó el Estudio Geohidrológico del Valle de Jerez en el Estado de Zacatecas a través del Contrato GZA-81-97.

- Posteriormente (1981) la empresa Investigaciones Técnicas del Subsuelo, S.A. (ITSSA) realizó otro Estudio denominado: Actividades de carácter geohidrológico en las zonas de Chupaderos, Villa Hidalgo y La Blanca, Zacatecas a través del Contrato GZA-81-99-GD, realizado entre la entonces Subdirección de Geohidrología y Zonas Áridas de la Dirección General de Programas de Infraestructura Hidráulica de la Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

En Marzo del año 2005 se realizó de manera personal por el sustentante una visita y recorrido de campo por el Valle de Jerez y Villa Hidalgo, constatando a través de entrevistas locales y de inspecciones físicas los avances que se han tenido a la fecha en materia de explotación de aguas subterráneas y de uso del agua para propósitos agrícolas y de agua potable. Igualmente en entrevistas realizadas personalmente (circa 2005, 2006) con personal de la Universidad Autónoma de Zacatecas a través de uno de sus principales investigadores (1) y con uno de los ingenieros geólogos residentes en Jerez, Zacatecas (2), concluimos que de los 11 a 13 acuíferos estudiados en el Estado de Zacatecas son los acuíferos del Norte del Estado los que se han estudiado a nivel estatal con más empeño que los del Centro-Sur como es el caso de Villa Hidalgo y es la Comisión Nacional del Agua la dependencia que tiene los mayores datos geohidrológicos de la región.

En la Universidad Autónoma de Zacatecas se cuenta con información de la geología, de la calidad química del agua y de algunos estudios de evolución piezométrica y en algunos casos también se dispone de datos climatológicos de algunos de estos acuíferos aunque no de manera constante que permitan hacer evaluaciones periódicas comparables.

La orientación de otros de estos estudios en la propia Universidad Autónoma de Zacatecas han sido hacia estimaciones requeridas por empresas mineras para propósitos comerciales y de explotación de minas.

(1) Entrevista con el Ing. Ernesto Patricio Núñez, Geohidrólogo. Investigador. Universidad Autónoma de Zacatecas.

(2) Entrevista con el Ing. Juan Manuel Quezada Muñetón ex-Geólogo de PEMEX, residente de Jerez, Zacatecas.

Toda esta información se encuentra hoy disponible a través de la Comisión Nacional del Agua y es posible consultarla a través de la red de Internet y en la biblioteca de Aguas Subterráneas de esta Comisión, de acuerdo con la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental de México.

1.2 Localización

De acuerdo con Consultores, S.A. la zona en estudio conocida como Villa Hidalgo se localiza en la porción este del Estado de Zacatecas y queda comprendida en los municipios de Noria de Angeles, Villa Hidalgo, Pinos, Villa García y Loreto. Está formada por un valle semiplano, con un largo de 45 km de dirección noreste-suroeste y un ancho medio de 30 km en dirección noroeste-sureste. La superficie de estudio tiene una área de 865 km² y queda comprendida entre los meridianos 101° 40' y 101° 55' de Longitud Oeste y los paralelos 22° 05' y 22° 30' de Latitud Norte, misma que fué ampliada en el Estudio de ITSSA, en 1981 dentro de los mismos meridianos pero entre los paralelos 22° 42' y 23° 13' de Latitud Norte para incluir el área de Chupaderos. (Fig. 1).

1.3 Comunicaciones

La zona de Villa Hidalgo está comunicada por la carretera No. 57, que une a las poblaciones de Ojo Caliente y Pinos; atraviesa el valle en dirección noroeste-sureste, pasando por los poblados de la Honda, El Refugio, Villa Hidalgo y El Chino. Este camino entronca con la carretera No. 45, que va de Aguascalientes a Zacatecas y Durango (Carretera Panamericana). También entronca a la altura del poblado de La Blanca con la carretera No. 49, que une las ciudades de San Luis Potosí, Zacatecas y Torreón y por la carretera No. 23 de Zacatecas a Guadalajara, vía Tlaltenango.

En el extremo Noroeste de la zona de estudio, pasa la línea del ferrocarril, que va de San Luis Potosí a Aguascalientes teniendo una estación en el poblado de La Honda.

Por vía aérea, los aeropuertos más cercanos son el Aeropuerto Internacional de Zacatecas "General Leobardo C. Alvarez", también se tiene acceso a 10 aeródromos en el Estado y el otro aeropuerto internacional más cercano es el de la ciudad de Aguascalientes.

1.4 Importancia

La importancia de la zona radica en su producción agrícola y ganadera, mientras que la minería (plata y zinc), la industria, el turismo, los servicios y el comercio, se desarrollan en el resto del Estado. Ocupando el lugar no. 24 de 40 municipios en Zacatecas por su población y actividades económicas, Villa Hidalgo es un punto de referencia en el Estado que obliga a un análisis ulterior especialmente considerando su localización geográfica que la ubica hacia el Sureste de Zacatecas muy cercanamente a la Capital del Estado y en frontera con los Estados de Aguascalientes y San Luis Potosí.

Existen alrededor de 38,000 hectáreas de cultivo entre los que destacan principalmente el frijol y el chile. En menos escala se cultivan maíz, vid y hortalizas como la cebolla, ajo, repollo, jitomate y papa. El clima favorece el cultivo de árboles frutales de durazno, manzano y vid.

En el último ciclo agrícola los cultivos de frijol cubrieron un total de 5 200 ha y los de chile 12 200 ha, con una producción aproximada de 18.2 y 97.6 millones de pesos respectivamente.

Entre 1981 y la época actual los cultivos se han mantenido prácticamente estables en cuanto a variedad de cultivos, continúan sembrando frijol y chile aunque en algunas áreas cercanas a la ciudad de Jerez de acuerdo a la visita de campo al Valle de Jerez y Villa Hidalgo, realizada en marzo del 2005, se pudo observar que varios agricultores han iniciado la explotación masiva de alfalfa con instalaciones de riego desarrolladas localmente a través de un ingenioso sistema de riego mecánico con flujo a través de varias mangueras conectadas a una carreta metálica que circula a través de los surcos, rudimentario sí, pero muy efectivo para ese cultivo.

1.5 Economía

La importancia económica de la zona de Villa Hidalgo está basada en la agricultura. La mayoría de las áreas de cultivo son temporaleras y una pequeña parte de éstas son regadas con agua subterránea, extraída mediante pozos de bombeo.

No existen corrientes superficiales de importancia debido a que los pequeños arroyos de tipo torrencial, que se forman en las partes altas del valle, desaparecen en cuanto termina la época de lluvias. El valle de Villa Hidalgo es de baja pendiente y presenta condiciones favorables para riego por bombeo.

1.6 Fisiografía

El valle de Villa Hidalgo está situado en las estribaciones de la Sierra Madre Occidental y está limitado al este, por las sierra de Pinos y al sur por la sierra de los Angeles. Al Norte y al Oeste el valle se extiende con baja pendiente sin una marcada delimitación topográfica de su cuenca. Al Este del valle, en la sierra de Pinos, se encuentran elevaciones en la mesa de Rancho Mocho entre 2,700 y 2,800 m.s.n.m. En la parte noreste, en los cerros Sierra Blanca y Grande las elevaciones varían entre 2,500 y 2,600 m.s.n.m.

En la parte sur y suroeste, la sierra de Los Angeles presenta numerosos cerros y mesetas cuyas elevaciones están comprendidas ente los 2 300 y 2500 m.s.n.m.; ahí se encuentran en la parte sur, las mesetas Las Aguilas y Los Palos y el cerro de las Calabazas; en la parte suroeste del valle, mesetas de Las Animas y Carmona y el cerro Picacho. Por último, al oeste, están las mesetas de El Chino y El Añejo, con alturas comprendidas entre los 2,200 a 2,500 m.s.n.m.

2. SELECCIÓN DE METODOLOGIAS.

El objetivo principal de la Geohidrología es encontrar agua subterránea que racionalmente pueda ser explotada y que permita satisfacer en equilibrio con la naturaleza las necesidades básicas de los individuos y de las entidades que requieren agua para el sustento de la vida y de la economía de las regiones en cuestión.

De acuerdo con el Plan Nacional de Desarrollo de México de 2001 a 2006 y la Comisión Nacional del Agua, entendiendo la filosofía de planear a largo plazo se establece la Visión 2025 de la del sector hidráulico de México hacia un manejo sustentable del agua:

“México deberá ser una nación que cuente con seguridad en el suministro del agua que requiere para su desarrollo, que la utilice de manera eficiente y que reconozca su valor estratégico y económico, proteja los cuerpos de agua y preserve el medio ambiente para las futuras generaciones” (3).

Sabiendo que el agua subterránea existe en casi cualquier parte por debajo de la superficie terrestre (4), pero no siempre se encuentra a una profundidad razonablemente explotable, la exploración de la misma consiste en determinar donde y bajo que condiciones se encuentra de tal manera que se pueda llegar a ella en condiciones económicas aceptables, bajo un equilibrio ecológico sustentable y de tal forma que se pueda explotar racionalmente.

La localización de abastecimientos de agua subterránea se da principalmente en los valles comparativamente con las zonas más altas de una cuenca ya sea esta abierta o cerrada.

Igualmente, hay ciertos indicios en las zonas áridas que permiten estimar a primera a primera vista la presencia de mantos freáticos superficiales tales como varios tipos de plantas cuyas raíces indican su presencia, aunque los indicios más valiosos para determinar de la presencia de agua subterránea son las rocas pues éstas son conductores y contenedores de acuíferos.

(3) Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006. Comisión Nacional del Agua. 2001. Pp 77. www.cna.gob.mx

(4) Aspectos Fundamentales del Estudio del Agua Subterránea. Jaime A. Tinajero. UNAM, Facultad de Ingeniería. 1985.

Los hidrólogos y los geólogos clasifican las rocas como consolidadas como las areniscas, calizas, granitos y basaltos y las no-consolidadas como las gravas, arenas y arcillas.

La mayor parte de las rocas constituidas por arcillas, lutitas y rocas cristalinas son pobres conductoras de agua aunque pueden contener alguna cantidad de agua que pueda servir para usos domésticos básicos, mientras que la grava, la arena, las areniscas y las calizas son buenas conductoras de agua principalmente para explotación agrícola o industrial.

Siguiendo las teorías de estudios de aguas y subterráneas y de acuerdo las experiencias alcanzadas a la fecha sobretodo en la escuela de ingeniería hidráulica mexicana para estimar el potencial de agua subterránea de un acuífero se debe proceder de la siguiente manera:

- Se debe elaborar un plano geológico que muestre los diferentes tipos de roca que afloran a la superficie y de ser posible construir las secciones transversales que permitan ver su distribución en el subsuelo. El análisis de estos elementos nos permitirá nos mostrará cuáles son las rocas probables conductoras de agua y dónde se encuentran por debajo de la superficie del área en estudio.
- Debe reunirse toda la información existente respecto a la existencia de pozos, su localización, profundidad de perforación, profundidad al nivel del agua subterránea (nivel piezométrico), caudal promedio y los tipos de roca que se haya encontrado al perforar para construir estos pozos.
- La historia de los pozos en donde el perforista ha registrado la profundidad y el tipo de los diferentes estratos que se ha ido encontrando al realizar la perforación realizada.
- Las muestras de las rocas perforadas, la información de cuáles estratos contienen agua y con que facilidad la ceden, la profundidad a la que se encuentre el nivel estático del agua, y los datos de las pruebas de aforo y de bombeo de cada uno de los acuíferos encontrados nos permite determinar indirectamente cuánta agua pueden aportar y cuánto se abate el nivel del agua de acuerdo a los caudales de bombeo.

- La realización de reconocimientos geológicos permite obtener condiciones hidrogeológicas del subsuelo de una región. Los geólogos utilizan para estos propósitos la petrografía, la estratigrafía de la geología estructural y la geomorfología. Todas estas disciplinas son útiles en la determinación de las capacidades hidráulicas de un acuífero.
- La porosidad de las rocas determina la cantidad de agua que puede almacenarse y la permeabilidad de ellas nos permite estimar la facilidad con la que el agua subterránea puede extraerse. Los índices resultantes de estas características geofísicas serán muy útiles en la estimación de tal potencial hidráulico.
- Los reconocimientos hidrológicos resultan de gran utilidad en la exploración de agua subterránea pues aportan información acerca de la cantidad de agua útil en la recarga de los acuíferos, de la facilidad con que se produce dicha recarga y de la localización cuantificación del volumen de agua subterránea que se descarga en la superficie.
- Por lo anterior se deduce que para alcanzar resultados óptimos en la exploración de agua subterránea es necesario realizar de manera conjunta los reconocimientos geológicos e hidrológicos.
- Existen otros métodos indirectos como los geofísicos y los de perforación exploratoria que permiten en el primer caso hacer una estimación indirecta de la capacidad hidráulica subterránea de los acuíferos a través de mediciones magnéticas, gravimétricas, radioactivas, geotérmicas eléctricas o sísmicas. En el caso de aguas subterráneas los más utilizados son los eléctricos y los sísmicos y en todo caso se mide las reacciones de los campos de fuerza utilizados para que por comparación con las características de los estratos analizados, se determina su posible composición mineral y los posibles niveles de saturación de agua que ahí se encuentren depositados.
- Desde luego que la manera más segura de conocer el tipo de formaciones que se encuentran por debajo de la superficie terrestre es a través de perforaciones donde se

obtengan muestras del subsuelo por cada estrato perforado así como su registro por nivel de profundidad. Con los datos del tipo de suelo o de roca, espesor, profundidad y el análisis físico-químico de esas muestras se permite inferir ciertamente las características del acuífero en su caso.

En los casos del Valle de Jerez y de Villa Hidalgo optamos por los métodos de exploración directa a través de recorridos hidrológicos, geológicos mediante muestro directo de niveles de profundidad de los niveles estáticos y a través de las pruebas de bombeo correspondientes.

Con todos estos datos tomados en el tiempo para encontrar los diferenciales en épocas de estiaje, en épocas de lluvia y durante las etapas de bombeo, procedimos a realizar las estimaciones necesarias utilizando el Método de Balance de Agua Subterránea que consiste en aplicar el principio básico de conservación de la materia considerando que en un intervalo de tiempo dado, tienen lugar descargas y recargas que hacen variar el volumen de agua existente en su contenedor, en este caso el acuífero en estudio.

La ecuación de Balance de Aguas Subterránea aplicada a un acuífero es en su expresión más simple:

$$\text{Recarga} - \text{Descarga} = \text{Cambio de Almacenamiento}$$

De esa manera la Recarga puede ocurrir por flujo subterráneo (Eh) y/o por Recarga Vertical en el área de balance (R).

- La descarga puede tener lugar por flujo subterráneo (Sh), por descargas a través de manantiales o corrientes superficiales (D) a través de pozos de bombeo (B), o bien debido a evapotranspiración en zonas con nivel freático somero (Ev)
- Finalmente la variación por cambio de almacenamiento (V)
- Nuestra ecuación de Balance de Aguas Subterráneas quedaría como:

$$Eh + R - Sh - D - B - Ev = V$$

- Dependiendo de cómo se presente la recarga o descarga los miembros de esta ecuación pueden aparecer o no.

- En acuíferos limitados totalmente por fronteras impermeables los términos E_h y S_h (flujos horizontales) no aparecerán.
- Igualmente para el término R que no aparecería en época de estiaje o bien para E_v en el caso de no haber niveles freáticos someros.

La cuantificación del potencial de un acuífero se basa en la evolución de sus niveles freáticos así como de los niveles de bombeo a los que se encuentre sujeto y los flujos subterráneos que ocurran en su entorno.

Un factor importante a considerar es la estimación de la Recarga de un acuífero, que se hace basados en los datos históricos de volúmenes de al menos un año determinándose así un valor preliminar que se puede ir ajustando con el tiempo hasta obtener una estimación de recarga promedio anual, que depende de factores naturales y artificiales que influyen en el comportamiento de los acuíferos. Por ello es importante el mayor número de datos de potencial recarga que permitan estimar la recarga media anual.

Esta información permite avanzar más en los estudios geohidrológicos pues a partir de los valores de Recarga es factible hacer estimaciones predictivas del comportamiento de un acuífero a partir de diferentes patrones de explotación mediante el uso de modelos matemáticos.

Tal es el caso de los acuíferos del Valle de México en donde se aplican estos modelos matemáticos que simulan con alto grado de certidumbre los efectos de explotación de los acuíferos de esta importante zona.

En nuestro caso dentro del Estudio Hidrológico Preliminar de Villa Hidalgo hicimos uso de esta ecuación general de balance de aguas subterráneas y también utilizamos la combinación de los anteriormente descritos Métodos Hidrológicos y Geológicos y la observación directa de las muestras de campo, la información de los pozos construidos y las pruebas de bombeo realizadas durante la época del estudio.

3. ACTIVIDADES DE CAMPO

En el presente capítulo se describen cada una de las actividades de campo que se realizaron, con la finalidad de obtener la información necesaria para integrar el estudio geohidrológico preliminar de la zona.

3.1 Reconocimientos Hidrogeológicos

Se realizó varios recorridos de reconocimiento hidrogeológico para verificar, detallar e interpretar el levantamiento de la geología superficial que había realizado en la zona la Comisión de Estudios del Territorio Nacional. Estos reconocimientos tuvieron como objetivo principal, diferenciar las formaciones geológicas que favorecen o impiden la infiltración del agua de lluvia, localizar las áreas de recarga del acuífero de la zona, así como las fronteras laterales del mismo.

3.2 Censo de aprovechamiento de agua subterránea

Con el fin de determinar el número y distribución de los aprovechamientos de agua subterránea existentes en la zona de estudio, se realizó el censo de dichos aprovechamientos. Para ello se programaron recorridos de campo, que permitieron precisar la ubicación de cada uno de ellos. Los recorridos se apoyaron en un plano escala 1:50,000, formado con las cartas topográficas editadas por la Comisión de Estudios del Territorio Nacional de la zona, diferenciando mediante símbolos los pozos, norias y manantiales.

Asimismo, durante el censo, se obtuvieron los datos referentes a las características constructivas e hidráulicas de cada aprovechamiento, así como el uso del agua y el régimen de operación.

Para la identificación y localización de cada uno de los aprovechamientos, se les asignó un número progresivo y en el plano antes mencionado, se estableció un sistema convencional de coordenadas constituido por una malla formada por cuadros de 5 km por lado. En esta malla se numeraron cada uno de los cuadros en orden progresivo, empezando por el del ángulo superior izquierdo y terminando con el del ángulo inferior derecho.

De esta forma, cada aprovechamiento tiene una clave numérica formada de dos números, el primero representa la cuadrícula en que se halla situado el aprovechamiento y el segundo, el número progresivo asignado al mismo. (Ver Plano no. 2).

Se aprovechó el recorrido del censo para realizar una primera lectura de niveles estáticos en los pozos que no estaban en operación. Se observaron los aprovechamientos que presentaron facilidad para introducir la sonda eléctrica, con el fin de tenerlos en cuenta en la selección para pozos pilotos, durante los recorridos de lecturas piezométricas.

De acuerdo al censo realizado, en la zona existían un total de 400 aprovechamientos de agua subterránea, de los cuales 255 eran pozos, 142 eran norias y 3 eran manantiales; 358 estaban activos y 42 inactivos. Los pozos, tienen profundidades que varían entre 18 y 280 m y están equipados con bombas cuyos diámetros de descarga fluctúan entre 50.8 mm (2") y 254.0 mm (10"). Las norias tienen una profundidad que varía de 1.6 m a 52.0 m y están equipadas con bombas, cuyos diámetros de descarga fluctúan entre 50.8 mm (2") y 101.6 mm (4").

De los 255 pozos, 219 eran de uso agrícola, 14 de uso doméstico, 3 de uso ganadero y de 19 se desconocía su uso principal.

De las 142 norias, 83 eran de uso agrícola y 48 eran de uso doméstico, 8 de uso ganadero y de 3 se desconoce su uso.

El aprovechamiento de aguas subterráneas de la zona de Villa Hidalgo se inició en el año de 1963 cuando se construyó del 15 % al 20 % de los aprovechamientos.

En los años siguientes el incremento de aprovechamiento fue gradual, hasta alcanzar los 400 aprovechamientos registrados en el censo.

3.3 Nivelación de Brocales

Para conocer el esquema regional del flujo de agua subterránea, la evolución de la superficie piezométrica y las profundidades al nivel estático en la zona, se seleccionaron 86 pozos piloto, que de acuerdo a su ubicación y características constructivas, se consideraron adecuados para la medición de sus niveles piezométricos.

Para referir al nivel medio del mar las lecturas de niveles piezométricos, se realizó en los pozos piloto la nivelación de sus brocales.

La nivelación se llevó a cabo con un nivel fijo, usando el método diferencial de doble recorrido, anotando y marcando la cota de referencia, en los brocales de cada pozo. La tolerancia en el error se fijó mediante la expresión:

$$T = +/- [10 \sqrt{N}]$$

en donde, T es la tolerancia en el error de nivelación expresada en milímetros, $[\sqrt{ }]$ es la raíz cuadrada y N la longitud de nivelación.

La nivelación de los brocales, se efectuó a partir de los bancos de nivel que la Comisión de Estudios del Territorio Nacional tiene ubicados en la zona; su localización y los circuitos de nivelación se pueden observar en el plano número. 3.

Los números y elevaciones de los bancos de nivel, en los cuales se apoyó la nivelación fueron los siguientes:

	Número	Elevación	
B.N.	169	2279.754	m.s.n.m.
B.N.	170	2213.871	m.s.n.m.
B.N.	171	2182.941	m.s.n.m.
B.N.	172	2143.460	m.s.n.m.
B.N.	173	2143.557	m.s.n.m.
B.N.	875	2158.276	m.s.n.m.
B.N.	876	2221.537	m.s.n.m.

Asimismo se establecieron bancos de nivel auxiliares y circuitos de nivelación para comprobaciones parciales; con pintura, se dejó marcado cada uno de los puntos nivelados de los brocales, así como los bancos de nivel auxiliares.

Cuando los pozos piloto no tenían brocales bien contruidos, se seleccionó un banco de referencia para realizar las lecturas de niveles piezométricos, el cual se marcó y niveló en lugar del brocal.

La longitud recorrida en la nivelación fue de 182.3 km y las elevaciones de brocales de los pozos nivelados se presentan en la Tabla 3.1.

3.4 Lecturas de Niveles Piezométricos

Con el fin de determinar la variación de la red de flujo durante el período de estudio, se realizaron varios recorridos de lecturas piezométricas de acuerdo a la selección de pozos efectuada durante el censo efectuado en el primer recorrido geohidrológico.

Las lecturas se realizaron con sonda eléctrica, verificando que el nivel fuera estático. En los casos en los que se encontró operando algún pozo piloto se tomo el nivel dinámico, pero estos fueron los menos de los casos y así se indicó en los hidrógrafos correspondientes.

En las Tablas 7.2.1 se presenta el número de pozos piloto, su localización en el plano, su elevación de brocal, las profundidades al nivel estático y las elevaciones de nivel estático referidas al nivel del mar.

3.5 Hidrometría de las Extracciones

También se realizaron recorridos periódicos (mensuales) para conocer los volúmenes anuales y la distribución de explotación mensual de los pozos que se encuentran en la zona. Las lecturas se realizaron con sonda eléctrica verificando que se estuviera registrando los niveles estáticos y en su defecto se notificaba que el pozo en cuestión estaba siendo operado, registrando así el nivel dinámico de dicho pozo.

3.6 Pruebas de Bombeo

Para conocer las características hidráulicas de los acuíferos, se llevaron a cabo pruebas de bombeo de corta duración en los pozos, que de acuerdo a su ubicación y equipo se consideraron adecuados para efectuarles la prueba. En la zona de estudio se realizaron 44 pruebas de bombeo registrándose en ellas, la variación del nivel de agua, tanto en la etapa de abatimiento, como en la de recuperación.

El resumen de las pruebas se presenta en la Tabla 7.6.1. Algunas de las pruebas más representativas y sus datos registrados, sus gráficas e interpretaciones correspondientes se presentan en la figura 7.6.1 a 7.6.40.

3.7 Recolección de Muestras de Agua

La interpretación de los análisis químicos realizados a las muestras de agua recolectadas en aprovechamientos de agua subterránea, permite en algunas ocasiones, efectuar inferencias sobre la relación que existe entre la calidad del agua y las formaciones acuíferas que la contienen; definir direcciones generales de flujo subterráneo, áreas de recarga y en forma cualitativa, la permeabilidad de los acuíferos.

Para los fines anteriores, se recolectaron 56 muestras de agua, de diversos aprovechamientos distribuidos en la zona. Se incluyen algunos de los resultados del análisis químico del agua en las Tablas 6.3.1 a 6.3.55, donde se procuró que las muestras fueran representativas del agua que fluía del acuífero, para lo cual, en los pozos o norias que no estaban funcionando, se le ponía en operación y después de media hora de bombeo, se obtenía la muestra. Posteriormente, se remitieron para su análisis químico, debidamente etiquetadas, al Laboratorio de la Residencia de Geohidrología y de Zonas Áridas, en la ciudad de Saltillo, Coahuila.

En el plano 6.2.1 se puede observar la localización de los aprovechamientos muestreados. En la tabla 6.3.63 se anota la relación de resistividades corregidas a la temperatura de 25 C, y en la tabla 6.3.64 se presenta un resumen de los análisis químicos efectuados.

4. CLIMATOLOGIA

De acuerdo a las características climatológicas existentes en la zona y a la clasificación de Koeppen, el clima es del tipo: Bskwg que corresponde al clima de estepa de vegetación xerófito, con lluvia periódica e invierno frío y seco, con temperatura media anual de 17.1 C y media mensual del mes más caluroso de 20.5 C (mes de Junio) y media mensual del mes más frío de 12.3 C (mes de enero).

4.1 Datos Existentes

Dentro del Valle Hidalgo, se localizan seis Estaciones Climatológicas. En estas estaciones se dispone de datos de precipitación, evaporación y temperatura. Las estaciones analizadas fueron La Honda, Villa Hidalgo, Pinos, Villa García, Villa Juárez y Loreto.

Los datos de precipitación están completos para el período analizado en las estaciones de Pinos, Villa García y Villa Juárez. Los datos de evaporación están completos únicamente en la estación de Villa Juárez mientras que los datos de temperatura están completos en ese mismo período para las estaciones de Pinos, Villa Hidalgo y Villa Juárez.

Estas son algunas de las variables que nos van a ayudar más tarde a evaluar la recarga a tiempo de la Ecuación de Balance de Aguas Subterráneas.

En las estaciones restantes, los datos climatológicos están incompletos para el período señalado.

4.2 Precipitación

Con todos los datos de precipitación se elaboraron las gráficas (Figs. 3.2.1 a 3.2.6) obteniéndose para cada Estación Climatológica las precipitaciones anual y media mensual, respectivamente. Asimismo para observar la variación de la lluvia a lo largo de un ciclo anual se elaboraron los histogramas de las precipitaciones medias mensuales y se trazó un plano de isoyetas medias anuales a escala 1:200 000, para conocer la forma como se distribuye la precipitación en el área en estudio (Fig. 3.2.7).

De acuerdo a los histogramas de precipitación media mensual, se observa que existe un período de máximas entre los meses de junio a septiembre, registrándose lluvias escasas en los meses de mayo y octubre; es decir, al inicio y al final de dicho período.

Por otra parte de la tabla 3.2.1 se ve que el mes de septiembre es el de mayor precipitación y noviembre el de menor, siendo sus valores extremos 76 mm y 7.5 mm, respectivamente.

Del plano de isoyetas medias anuales se deduce que la precipitación media anual en el área en estudio es del orden de 410 mm, con un valor máximo al sur de 450 mm y un valor mínimo al norte de 400 mm.

Como puede observarse, la precipitación es escasa en el valle ya que para la zona de estudio representa un volumen medio anual de $260 \times 10^6 \text{ m}^3$.

4.3 Evaporación

Con los datos de evaporación de cada Estación Climatológica se obtuvieron las evaporaciones medias anual y mensual.

A partir de la información de la tabla 3.3.2, se elaboraron las gráficas de la variación de la evaporación media mensual en cada una de las Estaciones Climatológicas, mismas que se muestran en las figuras 3.3.1 a 3.3.4. En la figura 3.3.5 se muestra la distribución de la evaporación media anual en la zona de estudio.

De acuerdo con las figuras 3.3.1 a 3.3.4, el período de máxima evaporación esta comprendido entre los meses de marzo y agosto, con valor en el mes de mayo de 250 a 260 mm y mínimo de 120 mm en los meses de diciembre y enero.

De acuerdo con la figura 3.3.5, la evaporación media anual es del orden de 2130 mm, presentándose en el centro de la zona de estudio un valor máximo de 2 200 mm, y un valor mínimo de 2 100 mm.

De acuerdo a estos valores, se deduce que la zona en estudio está sujeta a un volumen anual de evaporación potencial del orden de $1320 \times 10^6 \text{ m}^3$.

4.4 Temperatura

Con los datos disponibles de temperatura en las diversas Estaciones Climatológicas, se elaboraron las tablas 3.4.1 y 3.4.2, donde se indican respectivamente las temperaturas medias anuales y mensuales. Con esta información se construyeron las gráficas de temperatura media mensual que aparece en las figuras 3.4.1 a 3.4.3, mismas que permiten observar la variación de la temperatura a lo largo del año.

De acuerdo a estas gráficas se deduce que la temperatura asciende a partir del mes de enero, con valores de 10 a 12 C, hasta los meses de mayo y junio, con valores de 19 a 20. A partir de estos meses, la temperatura empieza a descender paulatinamente hasta el mes de septiembre, con valores aproximados de 15 a 16C, para tener después un descenso más marcado hacia los meses de diciembre y enero, alcanzando los valores antes señalados.

Con los valores de la temperatura media anual se trazaron las curvas isotermas para el área en estudio, (figura 3.4.4) deduciéndose una temperatura media anual de 17.1C. Las máximas temperaturas se tienen al sur, con un valor de 18C y las mínimas al norte con un valor de 16C.

5. HIDROLOGIA SUPERFICIAL

La zona de Villa Hidalgo está ubicada en una cuenca abierta, con escasa pendiente en dirección sur a norte. No presenta escurrimientos superficiales que drenen la cuenca hacia la salida norte de la misma, ya que los escurrimientos se presentan únicamente en época de lluvias y conducen el agua torrencial hacia pequeñas lagunas, presas y bordos diseminados en toda el área de la cuenca, mismos que en época de estiaje llegan a secarse (plano-2).

Los arroyos que se presentan con cauce definido en época de lluvia son El Puerto y Tres Marías que descienden del norte de la cuenca, con dirección este-oeste, hacia la laguna de El Salitre; únicamente el arroyo Tres Marías llega a descargar su caudal en ella, ya que el arroyo El Puerto descarga su caudal en el valle en época de lluvia.

Por la parte este de la cuenca descienden los arroyos de Cañada Huerta y Guadalupe de los Pozos, que conducen su caudal hacia la presa El Cedazo, situada a unos 4.5 km al sureste de Villa Hidalgo, en la cual se pierden dichos caudales, tanto por evaporación como por infiltración en el lecho de la presa.

En la parte sur existen únicamente los arroyos El Talega y el El Arenal, que descargan su caudal en las presas La providencia y La Pompeya. Todos los escurrimientos antes mencionados, son de tipo torrencial y tienen escurrimiento únicamente en época de lluvias. los pequeños bordos y lagunas diseminados en todo el valle, también llegan a secarse durante el estiaje. Desde el punto de vista de escurrimiento superficial se puede concluir que los volúmenes de escurrimiento son de poca cuantía y desde el punto de vista geohidrológico, para la zona de estudio, éstos se pueden tomar en cuenta indirectamente.

6. GEOLOGIA E HIDROGEOLOGIA

6.1 Fisiografía

La zona de estudio forma parte de la provincia que Raisz (1959), denominó como "Mesa Central" describiéndola como una zona de planicies rodeadas de mesetas; ésta se diferencia de la provincia de Sierra y Valles, porque se manifiestan mayores altitudes y sus valles presentan extensiones más planas; en lugar de tener sierras alargadas presentan colinas bajas; es notoria la presencia de testigos correspondientes a antiguos volcanes. Los materiales clásicos que forman los rellenos de las cuencas, son de poco espesor dentro de los cuales se localizan lagunas de poca profundidad.

La zona en particular, presenta extensas planicies que forman valles constituidos, principalmente, por materiales de relleno, sobre los que se localizan restos de llanuras de inundación.

Superficialmente, se observan planicies que presentan desniveles que varían entre los 2010 m y los 2150 m y están localizadas, donde se encuentran los poblados de El Salitre, José María Morelos y El Refugio; generalmente estas planicies se encuentran formadas por materiales de relleno. También se observan mesetas como la de Rancho Mocho, que está al este del valle y que presenta sus límites escarpados con un desnivel de 90 m; otras mesetas que se observan son: Las Aguilas y Los Palos, al sur y Las Animas y Carmona al sureste del valle. Dichas mesetas están formadas por materiales de origen riolítico que en parte delimitan el área más baja.

Las principales elevaciones se encuentran en los flancos de Peñón Blanco con una altitud máxima de 2500 m y Real de Angeles con 2400 m.s.n.m.

El drenaje es escaso y se concentra en las partes altas presentando una configuración dendrítica, siendo hacia las partes más bajas, escaso y paralelo.

6.2 Estratigrafía

Las rocas que afloran dentro de la zona de estudio están representadas por ígneas, sedimentarias marinas y continentales, y metamórficas. Las ígneas son de composición riolítica,

como piroclásticos y derrames de riolita, así como intrusivas, granito y diorita; las sedimentarias, como son areniscas, calizas y lutitas, las continentales, depósitos más recientes; las metamórficas son de la mayor edad, y consisten en pizarras, esquistos y filitas.

6.2.1 Paleozoico Metamórfico (Pmet)

El afloramiento único que se observó dentro de la zona de estudio se localiza en la estribación sur del Cerro de Peñón Blanco. Una buena exposición de estas rocas se encuentran en el cauce del arroyo que se localiza al este del poblado La Ballena; consisten de pizarras, esquistos y filitas, en general, son de grano medio, con minerales micaceos, los que en conjunto les dan un brillo lustroso y satinado; superficialmente se encuentra en estado de desintegración, ocasionando depósitos de arenas y, algunas veces, transformadas en arcillas. Estas rocas, en conjunto, presentan colores amarillentos que intemperizan a color verde y gris verdoso.

Estas rocas metamórficas conservan rasgos sedimentarios originales, pues es posible observar cierta estratificación, además se encuentran intrusionadas por rocas que son ajenas al metamorfismo, pero que si intervinieron en su estructura actual.

De acuerdo con las características de estos afloramientos de rocas metamórficas, que presentan bastante semejanza con los localizados en la ciudad de Zacatecas y que corresponden a una edad de finales del paleozoico, se les asigna, en forma tentativa, una edad equivalente.

Hidrogeología.- Debido a su textura y estructura más o menos compacta, se les considera como impermeables; debido a su escasa distribución y extensión, no representan importancia geohidrológica en la zona de estudio.

6.2.2 Cretácico.

En la zona de estudio los afloramientos de rocas marinas corresponden al Cretácico Inferior y Superior, están representadas por calizas, lutitas y areniscas, presentan superficies reducidas, correspondiendo a las formaciones Cuesta del Cura, Indidura y Caracol.

6.2.2.1 Cretácico Inferior.

Formación Cuesta del Curva (Kicc) Imlay (1936,p1125) describieron por primera vez la caliza Cuesta del Cura en unos afloramientos que se encuentran a 6.4 km al oeste de la Sierra de Parras, en el estado de Coahuila. En este sitio la formación se encuentra entre los sedimentos que comprenden a las formaciones Aurora e Indidura. la sección tipo consiste, principalmente, de caliza arcillosa laminar, de estratificación ondulada con color gris oscuro o negro, que contiene numerosas capas delgadas y lentes de pedernal negro; las capas varían de 2 a 30 cm. de espesor, y en muchos lugares existen separaciones formadas por pequeñas capas lamosas de caliza arcillosa y lutita que presentan un color café rojizo o violáceo, por intemperismo. el espesor de la sección oscila entre los 65 y 75m.

La edad de la formación abarca, posiblemente, desde el Albiano hasta principios del Cenomanino.

El único afloramiento de estas unidades se encuentra en la porción central del área y esta constituyendo una loma de forma redonda, que consiste de capas onduladas de espesores que varían entre los 5 y 60 cm. alternando con bandas y nódulos de pedernal negro, con vetas de calcita; las calizas son de textura arcillosa con gran contenido de calcita y son de color rosado a violáceo, la estructura es difícil de reconstruir; además de estar ondulada, se encuentra bastante cubierta por suelos arcillosos producto de la alteración de la misma caliza y se encuentra en contacto, en su alrededor, por rocas riolíticas, que a su vez, lo sobreyacen.

Hidrogeología.- Por estar constituida de calizas arcillosas es impermeable, permitiendo escasa infiltración al través de su fracturamiento; además, por su reducida extensión y distribución presenta poco interés geohidrológico.

6.2.2.2 Cretácico Superior Formación Indidura (Ksi).

Kelly (1936 pag 1028) fué el primero en definir la formación Indidura en la región de Las Delicias, Coahuila, donde tal nombre se aplicó a unos 30 metros de lutita, caliza resquebra-

da y lajas de caliza que cubren directamente a la caliza Aurora y contienen fósiles de finales del Albiano, Cenomanino y Turoniano.

En la zona, la formación Indidura se manifiesta en la estribación sur de Real de Angeles, constituida por capas de caliza de grano medio, compactas y duras, con grande contenido de vetillas de calcita, de color gris oscuro a claro que intemperizan a gris amarillento; se presentan en estratos delgados y medianos, de espesores que varían entre laminares y 50 cm. Se encuentran alternando con capas delgadas de lutitas arcillosas de color café claro; estos estratos son de 1 a 15 cm. de espesor.

Su estructura se encuentra bastante plegada y fracturada, ocasionalmente presenta fallas locales.

Es posible que estas mismas rocas se prolonguen en el subsuelo hacia el sureste de Real de Angeles, debido a que en ese rumbo se encuentran, entre los depósitos de relleno, como se puede observar en los alrededores de Ignacio Zaragoza.

Otro afloramiento se localiza en la porción sur de Rancho Nuevo, en este sitio se observaron las mismas calizas, solo que se encuentran en alto grado de alteración, ya que existe una cubierta de suelos arcillosos, lo que no permite hacer una mejor descripción de ellas; en la parte sur del afloramiento se encuentran cubiertas por depósitos de rocas riolíticas, y en el contacto se nota cierto metamorfismo de contacto.

Esta unidad, en las profundidades, debe estar sobreyaciendo a las rocas de la formación Cuesta de Cura, que corresponden al límite superior del Cretácico Inferior, por lo que a esta formación Indidura se le asigna una edad del Albiano Cenomaniano y Turoniano, del Cretácico Superior.

Hidrogeología.- Desde el punto de vista geohidrológico, a esta unidad se le considera una mediana permeabilidad, debido a su fracturamiento y al contenido de estratos delgados de lutita. Funciona como una roca transmisora del agua hacia el subsuelo y cuando se encuentra en la zona de saturación podrá ser buen acuífero. Posiblemente se encuentre alimentado a los acuíferos que están constituidos por los abanicos aluviales.

6.2.2.3. Cretácico Superior Formación Caracol (Ksc).

La formación caracol recibió su nombre de Imlay (1937, p.616), en el afloramiento tipo que se localiza en la Sierra de San Angel, situada en la parte este de la Sierra de Parras, donde la describió como una serie de todas desvitrificadas, lutitas y calizas que descansan directamente sobre la formación Indidura.

Esta unidad aflora únicamente y en forma muy reducida al Noroeste de la presa El Cedazo, en un lomerío donde extraen material para construcción y consiste de calizas y lutitas, que en conjunto presentan colores café amarillento y café ocre, en estratos delgados y sumamente fracturados.

Otro afloramiento y un poco fuera del área se localiza en El arroyo y el cruce del camino que une Villa González Ortega con Villa Hidalgo, a la altura del Km 52. En el cauce se observó esta unidad, que consiste en un estrato de unos 10 a 60 cm de espesor, de grano grueso a medio, de color morado, gris oscuro y gris claro, que intemperizan a verde olivo, café amarillento y morado, se encuentran alternando capas delgadas de caliza, con vetas de calcita, de grano medio, de colores gris claro y gris verdoso que intemperizan a café ocre.

Estos afloramientos se observaron cerca de la Noria de Angeles y están cubriendo directamente a los de la formación Indidura que constituyen parte del Cerro de Real de Angeles, por lo que, se le asigna una edad correspondiente al Convaciano al Santoniano del Cretácico Superior.

Hidrogeología.- De acuerdo al contenido de lutitas y estratos delgados de caliza, esta unidad es de baja permeabilidad, por lo que en el subsuelo funciona como confinante del agua con las rocas que le sobreyacen y subyacen, en la zona de estudio no es de consideración el afloramiento que se observó, pero si cabe hacer notar que es necesario conocer su estructura y extensión en el subsuelo.

6..2.3 Sistema cretácido superior-terciario inferior. Rocas Intrusivas (Ktig).

Los afloramientos de estas rocas se localizan hacia la porción noreste de la zona, en el flanco sur del cerro denominado Peñón Blanco, y consiste de rocas intrusivas formadas por

granitos y dioritas, que presentan textura equigranular con granos visibles de cuarzo, feldspatos y mica, con colores gris claro y gris rosado, ocasionalmente, gris oscuro; tienen estructura masiva, observándose superficialmente fracturas y sistemas de diaclasas. En esta zona, se encuentra intrusionando a las rocas preexistentes metamórficas y éstas, a su vez, subyacen a depósitos de rocas ígneas de origen riolítico.

Esta unidad, en la zona de estudio, por encontrarse intrusionando a las rocas preexistentes y por estar cubierta por los derrames de rocas riolíticas, en forma tentativa, se le asigna una edad de finales del cretácico superior y principios del Terciario Inferior, además por encontrarse afloramientos semejantes al sur de Pastoría, La Blanca y El Cerro, en las que se observaron intrusionando a las rocas del Cretácico Inferior (Taraises), se les considera también de la misma edad.

Hidrogeología.- Debido a su estructura masiva, geohidrológicamente, se le considera como una roca impermeable y funciona como barrera al paso del agua hacia el subsuelo. Debido a su escasa distribución localización dentro de la zona, es posible que no represente importancia geohidrológica.

6.2.4. Terciario Igneo Riolítico.

En la zona de estudio existen afloramientos de rocas extrusivas de composición riolítica que consisten en brechas y tobas líticas y derrames, que generalmente forman mesetas.

6.2.4.1 Terciario Igneo - Tobas Riolíticas (Tvt).

Esta unidad se encuentra ampliamente distribuida en la zona y consiste principalmente de 2 miembros, siendo el de la parte inferior formado por depósitos de tobas líticas, que en ocasiones varían de vítrea a esferulítica; la matriz es de textura arenosa, de colores café rosado a café rojizo y morado, contienen cristales de cuarzo y plagioclasa, con fracturamiento moderado y en sentido vertical, son susceptibles a rápida alteración originando desvitrificación, por lo que, en ocasiones, se encuentran tobas conteniendo bastantes orificios; además este tipo de alteración también se presenta formando caolines.

El miembro de la parte superior está formado por las brechas riolíticas, constituidas por fragmentos de tamaño variable y forma angulosa, por lo general, cementados en matriz arenosa compuesta por vidrio, cuarzo y plagioclasa, con colores café amarillento y café ocre que intemperizan a café oscuro y, en ocasiones, café rojizo; presenta aspectos de silicificación por efectos hidrotermales causados por una posible y posterior época de emisión volcánica.

Hidrogeología.- De acuerdo a su composición estructural y textural, estas rocas presentan una permeabilidad variable y puede funcionar como unidad transmisora del agua hacia rocas del subsuelo, pudiendo además, acumular grandes cantidades de agua en forma ocasional, dado su grado de alteración, siendo por ésto una unidad que puede formar buenos acuíferos y estar alimentando a los acuíferos localizados dentro de los rellenos del valle.

6.2.4.2 Terciario Igneo - Derrames Riolíticos (Tvr).

- Esta unidad se localiza en las partes altas de las mesetas ubicadas en diferentes lugares de la zona, está formada por derrames fluidales de composición riolítica, de textura fina y mediana, conteniendo cristales de cuarzo, plagioclasa y ocasionalmente, biotita, embebidos en una matriz vítrea, presenta colores café rojizo y rosa, fracturamiento vertical; se encuentra sobreyaciendo a los depósitos formados por brechas y tobas riolíticas (Tvt) y también a las rocas intrusivas que están al noreste del poblado El Maguey.

Hidrogeología.- Estas rocas presentan una mediana permeabilidad, a través de sus fracturas, funcionando como transmisoras del agua hacia brechas y tobas que siempre les subyacen.

6.2.5. Cuaternario.

Corresponden a este Período las rocas acumuladas en las depresiones y zonas más bajas, producto de la desintegración inter-montaña y transportadas por los agentes fluviales, principalmente, formando depósitos tales como abanicos aluviales y depósitos lacustres y aluviales.

6.2.5.1. Abanicos Aluviales (Qtag).

Este tipo de depósito, que forma parte de las planicies, consiste de gravas, arenas y limos, y ocasionalmente, horizontes arcillosos; la composición de los clásticos es casi siempre de origen riolítico, con coloración variante de café rojizo a café claro y blanco grisáceo; estas rocas sobreyacen a las rocas preexistentes, como tobas riolíticas, calizas, granitos y rocas metamórficas.

Hidrogeología.- Por su contenido de clásticos de poca cementación, presenta buena permeabilidad y funciona como buena transmisora de agua hacia rocas del subsuelo, y al encontrarse dentro de la zona de saturación forma buenos acuíferos, cabe la posibilidad de que estos depósitos tengan cierta relación geohidrológica con los depósitos de tobas subyacentes, ya sea aportando o recibiendo flujo subterráneo.

6.2.5.2 Depósitos Lacustres (Ql).

Este tipo de sedimento se localiza en las partes bajas de las planicies, formando lagunas residuales constituidas por arcillas y limos con evaporitas inter-estratificadas, de color gris claro y blanco.

Hidrogeología.- Debido a su constitución este tipo de sedimentos son impermeables.

6.2.5.3. Depósitos Aluviales (Qal).

Se localizan en las partes centrales y bajas de las planicies, comprenden arenas y limos, además, en bajo porcentaje, arcillas; son de color café rojizo y café claro, con compactación y cementación variables.

Hidrogeología.- Este tipo de rocas presentan buena permeabilidad y funcionan como buenos transmisores del agua hacia las rocas subyacentes. Cuando se encuentran saturadas forman buenos acuíferos.

6.3 Tectónica y sus relaciones hidrogeológicas.

La zona de estudio se encuentra formada por planicies interrumpidas por mesetas, afloramientos reducidos de estructuras cretácicas marinas, intrusivas y rocas metamórficas.

Las planicies presentan forma bastante irregular, con pendientes suaves, con un núcleo constituido por materiales clásticos correspondientes a abanicos aluviales (Qtag) y depósitos aluviales (Qal), que generalmente sobreyacen y se acuñan en las rocas que forman los depósitos de tobas y brechas, las formaciones calcáreas marinas, granitos y metamórficas.

Las mesetas se encuentran interrumpiendo a las planicies en las porciones oeste, sur y este, constituidas por tobas y brechas, cubiertas en sus partes bajas por los materiales aluviales, éstos, a su vez, se encuentran cubriendo a las rocas calcáreas de origen marino.

Las rocas calcáreas marinas que corresponden a las formaciones Cuesta del Cura, Indidura y Caracol se manifiestan en afloramientos reducidos y aislados, por lo que no es posible inferir su continuidad hacia el subsuelo, ya que se encuentran cubiertas por los materiales riolíticos y aluviales.

Las rocas intrusivas y metamórficas se localizan en la porción noreste de la zona y en conjunto con las mesetas delimitan las planicies, en la porción este están cubiertas por los sedimentos aluviales.

El origen de las planicies es tectónico y a la vez de erosión, debido, el primero a la escasa estructura que presentan las rocas cretácicas metamórficas y la presencia del intrusivo; la erosión se deduce por la existencia de mesetas de erosión donde se observa discontinuidad en las rocas riolíticas, que formaron depresiones que posteriormente fueron rellenadas por los sedimentos aluviales.

Desde el punto de vista geohidrológico las planicies del valle se encuentran abiertas en la porción norte, existiendo una barrera subterránea en la porción noreste, debido a la presencia de rocas metamórficas e intrusivas que forman parte del cerro de Peñón Blanco; hacia la porción sureste, es posible que exista continuidad geohidrológica a través de los materiales de relleno, los depósitos de tobas y brechas, ya que éstos son de permeabilidad variable, media a buena, ocurriendo lo mismo hacia la porción suroeste, de donde se deduce que la mejor alimentación de los acuíferos en explotación proviene de esta parte, que está constituida por depósitos de abanicos aluviales que sobreyacen a depósitos de tobas.

En la porción noroeste, donde se encuentran las rocas que corresponden a la formación Indidura y que presentan mediana permeabilidad, puede existir cierta relación geohidrológica con los materiales de relleno, ya que los estratos de esta formación tienen una inclinación suave hacia las planicies sin perderse bruscamente, aflorando en forma repentina entre los sedimentos aluviales, aportando o recibiendo parte del flujo subterráneo.

6.4 Conclusiones Geológicas.

Primera. Dentro de la zona de estudio la unidad litológica productora de agua, en la cual se localizan la mayor parte de los pozos, esta formada por los abanicos aluviales y depósitos aluviales.

Segunda. Los depósitos de tobas riolíticas que presentan oquedades originadas por desvitrificación y desalojamiento de clásticos son las que corresponden a los acuíferos de mediana producción.

Tercera. Las calizas de la formación Indidura, dada su estructura ondulada y que desaparece con una inclinación paulatina hacia la planicie, donde está cubierta por los sedimentos aluviales pueden guardar cierta relación geohidrológica en el flujo subterráneo, ya sea aportando o recibiendo parte de él.

Cuarta. Las rocas metamórficas e intrusivas constituyen una frontera al flujo subterráneo en la porción noreste.

Quinta. La alimentación de los acuíferos existentes provienen de la porción sureste, principalmente, a través de los depósitos de abanicos aluviales.

7. HIDROGEOQUIMICA

7.1 Introducción

Durante el presente estudio se realizó una recolección de muestras de agua (inciso 3.7) para su análisis físico-químico con objetivo de poder establecer la relación que existe entre la calidad de las aguas muestreadas y las formaciones geológicas que las almacenan y transmiten. Esto permite tener una idea aproximada de las direcciones predominantes del flujo subterráneo, probables áreas de recarga mediante indicios de una reciente infiltración y en forma cualitativa, la permeabilidad del medio poroso.

Para el estudio hidro-geoquímico de la zona se realizaron las siguientes actividades:

- 1a. Recolección de muestras de agua de pozos y norias, selección y envío al laboratorio.
- 2a. Ordenamiento y procesamiento de los resultados de los análisis físico-químicos de cada prueba.
- 3a. Elaboración e interpretación de planos con curvas de igual concentración y relación Iónica, seleccionándolas de acuerdo a la posición de cada pozo con respecto al marco hidrogeológico en que se localiza el acuífero.
- 4a. Elaboración e interpretación de diagramas comparativos de análisis químicos, agrupando por familias las muestras de agua.

7.2 Recolección de muestras de agua

Durante el censo realizado , se obtuvieron un total de 56 muestras de agua de los aprovechamientos indicados en el pl. 6.2.1. Con el fin de que las muestras recolectadas fueran representativas de la zona de estudio, se procedió como sigue:

- 1a. Se tomaron las muestras de los aprovechamientos después de haber transcurrido cuando menos media hora de iniciado el bombeo.
- 2a. Los recipientes destinados al muestreo se enjugaron con la misma agua de muestreo y se llenaron hasta su capacidad total.
- 3a. Cada muestra se identificó con una etiqueta que contiene todos los datos del aprovechamiento muestreado.

Las muestras se enviaron para su análisis físico-químico al laboratorio de la Residencia de Geohidrología y Zonas Áridas ubicado en la ciudad de Saltillo, Coahuila.

7.3 Procedimiento Analítico y Ordenamiento de los resultados Análisis Físico-Químico de las muestras.

Los resultados de los análisis físicos de cada muestra se vaciaron en las hojas diseñadas para hacer la interpretación geoquímica, en las que se indica los miliequivalentes por litro de cada elemento a partir de las concentraciones en partes por millón de cada ión, así como la concentración en equivalentes y los porcentajes de cantidades en reacción con su interpretación geoquímica se muestra en las tablas 6.3.1 a 6.3.56.

Las resistividades de las muestras se corrigieron a la temperatura de 25C. Estos valores se muestran en la tabla 6.3.63 y como puede observarse se tiene una variación de resistividades entre 674 y 16.03 ohms-metro, predominando las resistividades del orden de los 11.0 ohms-m. Al obtener los valores de resistividades de cada muestra y sus correspondientes valores de sólidos totales disueltos, se dedujo que no existen una relación definida entre ambos valores.

En la tabla 6.3.64 se presenta un resumen de los resultados del análisis físico-químicos efectuados a las muestras de agua recolectadas, los valores de las relaciones iónicas, de la conductibilidad eléctrica y de la relación de adsorción de sodio y la clasificación del agua según Wilcox.

7.4 Curvas de igual concentración iónica

Como ya se indicó en el capítulo anterior, en el área afloran las unidades hidrogeológicas siguientes: aluviones, abanicos aluviales, rocas volcánicas (riolitas, granito tobas y brechas) y rocas sedimentarias (calizas, lutitas y areniscas). Con base a esto, se juzgó conveniente elaborar configuraciones de curvas de igual contenido de: sólidos totales disueltos, cloruros, sulfatos, bicarbonatos, sodio y calcio. Por el uso del agua, se elaboró la configuración de curvas de igual relación de adsorción de sodio.

7.4.1 Curvas de igual contenido de sólidos totales disueltos.

Para un conocimiento preliminar de la calidad de agua así como para tener una idea de las áreas de recarga, de los cargos de formaciones geológicas en el trayecto del agua y del esquema de flujo, se trazaron las curvas de igual contenido de sólidos totales disueltos, mismas que se muestran en el plano 6.4.1.

Para la zona de estudio los sólidos totales disueltos varían entre 450 y 800 mg/lit.

Las concentraciones mayores se presentan al Este de la Laguna del Salitre, en donde las curvas forman un halo con valores que van de 400 a 800 mg/lit. lo que probablemente se deba a que sea una zona con mayor contenido de arcillas, de depósitos provenientes de las areniscas y lutitas que afloran al noroeste de la laguna cerca de Ojo de Agua de la Presa. Ligeramente al sur, esta bien definida una zona con contenidos de STD menores, los que probablemente se originen si la circulación del agua se efectúa a través de materiales en los que predomina las cuales afloran al riente y poniente de la cuenca.

En la porción poniente del valle se observan concentraciones del orden de 400 mg/lit, las que se incrementan hacia el centro y norte del valle; probablemente definan direcciones del flujo subterráneo.

En la porción sur del valle se encuentra una zona con valor de 450/mglt, a partir de la cual se observa un incremento del contenido de STD hacia el norte. Esto identifica a esa área como una zona de recarga y que el flujo debe ocurrir en la dirección señalada. En el resto del área se tienen valores del orden de 500 mg/lit.

Una anomalía se observa alrededor de los pozos Nos. 353 y 355, en donde se presentan un halo con valor máximo de concentración de STD de 650 mg/lit, lo que indica que es una zona de menor permeabilidad.

7.4.2 Curvas de igual contenido de cloruros

En el pl. 6.4.2. se muestra la variación de los contenidos del ión cloruro en el área de estudio, fluctuando de 35 a 90 mg/lit. Como puede observarse en la porción poniente del área, cerca de Villa Hidalgo se presenta la concentración menor (35 mg/lit), a a partir de la cual,

la concentración aumenta hacia el centro del valle y hacia el noroeste, lo que coincide con las direcciones de flujo señaladas al describir la configuración de STD.

Al sur de la Laguna del Salitre las curvas forman un halo abierto, en que la concentración alcanza el valor de 55 mg/lit, lo que aclara lo que se había apuntado de que el contenido alto de STD en la zona se debe a que el agua tiene contacto con materiales más arcillosos y que el efecto de evaporación es reducido.

Hacia el centro del valle se tienen valores de 50 mg/lit y no se presenta la anomalía cercana de los pozos 353 y 355, al sur se presentan valores entre 50 y 65 mg/lit y cerca de Santa Cruz de las Palomas se tiene el valor máximo de 90 mg/lit, lo que posiblemente se deba a efectos de evaporación.

7.4.3 Curvas de igual concentración de sulfatos.

En el plano 6.4.3 se muestran las curvas de igual contenido de sulfatos para el área de estudio, mismas que varían de 100 a 300 mg/lit.

No existe una dirección definida de la concentración de este ión, con excepción central del valle. en la que los contenidos se incrementan de la periferia hacia el centro, direcciones que posiblemente coinciden con la del flujo subterráneo. Las concentraciones mayores se presentan al oriente de la laguna del Salitre, donde las curvas forman un halo con valores medio de 300 mg/lit, lo que confirma que esta es una área, entre Villa Hidalgo y Canoas se observan concentraciones menores, que definen un área, con agua de buena calidad, misma que probablemente se deba a la aportación de agua proveniente de los afloramientos de riolitas que se localizan al oriente de esta área.

7.4.4 Curvas de igual contenido de bicarbonatos.

El plano 6.4.4 muestra la configuración de las curvas de igual concentración de bicarbonatos, para el área en estudio, cuyas variaciones son de 160 a 300 mg/lit. Al sur del valle las curvas se agrupan formando un halo con valores al centro de 160 mg/lit, a partir de la cual, las concentraciones se incrementan hacia el norte del valle, lo que identifica a esta área como una zona de recarga. Hacia el centro del valle se tienen valores de 200 mg/lit y al po-

niente, se define también otra zona de alimentación, pues las concentraciones aumentan hacia el noreste, de 160 mg/lit a 300 mg/lit, en donde se tienen los máximos valores de este ión, situación que también se observa de noreste hacia la laguna del Salitre.

Los bajos contenidos de bicarbonatos en toda el área sugieren que el agua es de reciente infiltración.

7.4.5. Curvas de igual contenido de calcio.

Como se observa en el plano 6.4.5 la concentración de este ión varía de 30 a 80 mg/lit. En esta figura es posible definir como direcciones de incremento de la concentración de este ión, de sur a norte y de poniente y oriente hacia el centro y norte del valle. Estas direcciones probablemente definen las que sigue el flujo subterráneo.

Al sur de la zona, las curvas forman un halo que define una zona de alimentación, misma que ya se había observado en configuraciones anteriores.

Al noreste de la Laguna del Salitre se presentan las concentraciones mayores, que identifican a esta área como una zona de menor permeabilidad.

7.4.6 Curvas de igual contenido de sodio.

En el plano 6.4.6 se muestra la configuración de curvas de igual contenido de sodio. Se observa que hacia el sur del valle se presentan las concentraciones menores (30 mg/lit), las que se incrementan hacia el norte a 140 mg/lit. Otras direcciones de incremento son las que se observan de oriente y poniente del valle hacia el centro del valle, lo que confirma donfiguracioes anteriores las direcciones en las que debe ocurrir el flujo subterráneo. Al oriente de la laguna del salitre las curvas se agrupan formando un halo con concentraciones máximas de 140 mg/lit, que confirman la presencia de sedimentos arcillosos en esta área.

7.4.7. Curvas de igual relación de adsorción de sodio (RAS).

La relación de adsorción de sodio representa el grado en el cual las aguas empleadas en riego tienden a entrar en reacciones de intercambio de cationes en el suelo. En general, valores altos de RAS implican un peligro de reemplazamiento del calcio y magnesio por el sodio adsorbido, con el consiguiente deterioro de la estructura del suelo.

Con base en los valores del RAS y la conductividad eléctrica del agua, se hizo la clasificación de Wilcox de las aguas. Para la zona de Villa Hidalgo según se observa en la tabla 6.3.64, todas las muestras resultaron en la clasificación C_3-S_1 , que indica que el agua es de salinidad media, con poco sodio, por lo que es recomendable su uso sólo en suelos de permeabilidad moderada a buena, y en cultivos que toleren esta salinidad.

En el plano 6.4.7 se presentan las curvas de igual relación de Adsorción de Sodio. Se observa que los valores son bajos y varían de 1.0 a 4.0; los máximos se presentan al sur de la Laguna del Salitre.

7.5 Diagramas comparativos de Análisis Químicos.

Una forma sencilla y objetiva de comparar diversos análisis químicos practicados a varias muestras de agua, se logra por medio del diagrama propuesto por Schoeller, que consiste en varios ejes paralelos con escala logarítmica, cada uno de los cuales corresponden a un ión. Sobre cada uno de estos ejes se representa mediante un punto, la concentración del ión correspondiente y los puntos resultantes se unen por medio de líneas, que en conjunto forman un polígono representativo de la calidad del agua.

Para la zona, se elaboraron seis diagramas, cada uno de los cuales agruparon los resultados de los análisis químicos de 9 muestras de agua. En la fig. 6.5.1 se agruparon los resultados de muestras de agua obtenidos en aprovechamientos localizados en la porción norte del valle, en la que se observan en los pozos situados al poniente de la Laguna del Salitre las relaciones iónicas siguientes:



que se cumplen en aguas que han tenido contacto con rocas ígneas o bien con depósitos de materiales provenientes de estas rocas. En los polígonos de los análisis correspondientes a pozos situados al oriente de la mencionada Laguna, la relación entre los aniones cambia a $SO_4 > HCO_3 > Cl$, que indica el contacto del agua con materiales más finos, y que origina mayores concentraciones iónicas, como ya se había indicado al analizar las curvas de igual concentración iónica.

En las figuras 6.5.2, 6.5.3 y 6.5.4 se muestran los diagramas de los resultados de análisis químicos practicados a muestras de agua recolectadas en pozos situados en la porción central del valle, en la mayoría de los cuales se presentan las siguientes relaciones iónicas:



las que se deben al contacto del agua con materiales predominantes finos, en los que ha habido una reconcentración de sulfatos provenientes de los estratos de las rocas ígneas y calcáreas que afloran en el área.

En los polígonos correspondientes a los pozos 291, 75 y 86, el primero situado en la porción poniente del valle y los dos últimos el oriente, la relación de sulfatos a bicarbonatos cambia, coincidiendo en lo que afirmó antes, de que esas áreas son zonas de recarga.

Los resultados de análisis de muestras de agua recolectadas en pozos situados al sur del valle se presentan en las figuras 6.5.5 y 7.5.6. En la primera figura las concentraciones iónicas que se observan son:



con excepción de los pozos 157, 144 y 160 en las que las relaciones son:



Que indican que el agua es de reciente infiltración y su contacto con sedimentos de rocas calcáreas.

Los polígonos de la fig. 6.5.6 muestran las siguientes relaciones iónicas:



que indican el contacto que el agua ha tenido con las calizas que afloran al suroeste de esta zona.

7.6 Resumen de las observaciones Hidrogeoquímicas del estudio.

Como resultados del estudio de hidrogeoquímica se pueden establecer las siguientes observaciones:

1.- La calidad del agua subterránea en la zona es buena ya que su contenido de sólidos totales disueltos varía de 450 a 800 mg/lit, predominando los valores de 500 mg/lit.

2.- En la mayoría de las configuraciones de curvas de igual concentración iónica se observa un incremento de ella, de sur a norte y del poniente y oriente de la zona hacia el centro de la misma, lo que sugiere que el flujo de las aguas subterráneas debe ocurrir en esas direcciones.

En la porción suroeste las relaciones iónicas indican que el agua ha tenido contacto con las rocas calizas que afloran en el área.

3.- La calidad del agua es aceptable para uso agrícola y doméstico. Para uso industrial habrá que tomar en cuenta el empleo específico que se le vaya a dar, para definir si las concentraciones de alguno de los elementos no está en exceso.

8. HIDROLOGIA SUBTERRANEA

8.1 Datos Obtenidos

Para conocer la hidrología subterránea de la zona de Villa Hidalgo se realizaron las siguientes actividades:

- 1a. Censo de aprovechamientos de Aguas Subterráneas.
- 2a. Lecturas mensuales de Niveles estáticos, de Mayo a Octubre.
- 3a. Recolección de Muestras de agua para análisis físico-químico.
- 4a. Pruebas de bombeo de corta duración.
- 5a. Aforo de caudales de los aprovechamientos subterráneos.
- 6a. Reconocimiento geológico de la zona.

Los trabajos de campo realizados en el área en estudio se muestran en el capítulo 3 y la interpretación de la geología se tiene en el capítulo 6, y la geoquímica en el 7. En este capítulo se muestra el análisis e interpretación de los datos de piezometría y pruebas de bombeo realizadas en la zona en estudio, así como la integración de la geohidrología de la zona, teniendo en cuenta toda la información disponible.

8.2 Piezometría

Para conocer la forma y variación de la superficie piezométrica en el área en estudio, se realizó una lectura mensual en los 86 aprovechamientos pilotos, en los meses comprendidos de Mayo a Octubre. Los brocales de dichos aprovechamientos fueron previamente nivelados, a fin de relacionar los niveles piezométricos con respecto al nivel del mar.

Con esta información se elaboraron para el área en estudio curvas de igual profundidad del nivel estático con respecto a la superficie del terreno, correspondiente a los meses de Mayo y Octubre. Por último, con la diferencia de profundidades del nivel estático se construyeron curvas de igual evolución de dicho nivel para el período Mayo-Octubre.

8.2.1 Técnica utilizada para las mediciones piezométricas.

Las lecturas se realizaron con sonda eléctrica, verificando que el nivel fuese estático, y cuidando de no tener falsos contactos en los polos de la sonda. Cuando no fue posible se tomaron niveles dinámicos.

8.2.2 Hidrógrafos de pozos

Conforme se realizaban las lecturas piezométricas de cada aprovechamiento, se construyeron sus hidrógrafos respectivos, anotándose en los registros de campo, para relacionar, y corregir en su caso las lecturas erróneas.

Se construyeron un total de 86 hidrógrafos de pozos mismos que se muestran en las figuras 7.2.1 a 7.2.86. En algunos pozos se observa un descenso del nivel piezométrico, comprendido entre 0.5 y 2.0 m, para el período de observación aunque en algunos pozos el nivel asciende notablemente, y en otros, se mantiene a la misma profundidad.

En la tabla 7.2.1 se muestran los números de los pozos piloto utilizados para las observaciones piezométricas, la cota de brocal, la profundidad del nivel en cada mes de observación y la elevación del nivel estático con respecto al nivel del mar.

8.3 Configuración de Niveles estáticos

Las curvas de igual elevación del nivel estático para los meses de Mayo a Octubre para la zona en estudio se trazaron en planos a escala 1:50 000, mismos que se muestran en los planos 7.3.1 a 7.3.6. Únicamente se trazaron las curvas que tuvieron suficiente apoyo piezométrico.

De las seis configuraciones piezométricas trazadas se observa que su forma en general es radial convergente hacia dos áreas principales, la primera localizada al suroeste de la zona de estudio entre los poblados Ignacio Zaagoza y La Arquería (cuadrículas 30 y 29) y la segunda en el centro de la zona de estudio a unos 4 km al sur del poblado de Canoas (cuadrícula 55).

Existe también un área con convergencia de líneas de corriente dirigidas de sureste y suroeste hacia el norte, en dirección de los poblados San Agustín y la Lagunita.

La convergencia de las líneas de corriente forman dos conos piezométricos, el primero con cota mínima central que varía entre 2 105 y 2 107 m.s.n.m. y cota máxima exterior que varía entre 2 108 y 1 110 m.s.n.m. y el segundo con cota mínima central que varía entre 2 095 y 2 100 m.s.n.m. Estas cotas máximas se refieren a las curvas que cierran alrededor de las depresiones piezométricas.

El área con líneas de corriente de convergencia del sureste y suroeste hacia norte, se localiza a la altura de los poblados de San Agustín y La Lagunita, conservando su cota mínima a una altura de 2 100 m.s.n.m. y su máxima a 2 115 m.s.n.m. en el área de aportación suroeste y variando entre 2 150 y 2 120 en el área de aportación sureste.

Las mayores aportaciones para la zona de estudio provienen de los áreas, la primera del sur, a la altura de los poblados Santa Cruz de Palomas y Jesús María (cuadrícula 41) con dirección Sur-Noroeste hacia el poblado Ignacio Zaragoza y la segunda del Noreste, a la altura de los poblados El Charquillo y El Maguey (cuadrículas 56 y 57) con dirección Noreste Sur este hacia la laguna del salitre. La primera área de aportación tiene líneas de corriente que divergen, aportando sus caudales hacia la depresión piezométrica localizada al suroeste de la zona de estudio y hacia la depresión piezométrica localizada en el centro del área en estudio. La segunda área de aportación tiene líneas de corriente que divergen hacia la depresión central del área de estudio y hacia el norte en dirección de los poblados de San Agustín y La Lagunita.

Posiblemente existen aportaciones de oriente a poniente hacia el centro de la zona de estudio, pero los gradientes no son bastante pronunciados como en las áreas antes señaladas.

Estas dos zonas de aportación tienen gradientes hidráulicos variables a lo largo del periodo observado; la zona sur tiene gradientes hidráulicos comprendidos entre 0.01 y 0.005 para el mes de Mayo, y entre 0.004 y 0.005 para el mes de Octubre. La zona Noreste tiene gradientes hidráulicos comprendidos entre 0.084 y 0.062 para el mes de Mayo y entre 0.017 y 0.029 para el mes de Octubre.

Las dos depresiones aumentan y disminuyen sus áreas de influencia a lo largo del período analizado. Esto puede observarse con la cota 2 108 para la depresión sur y la cota 2 102 para la depresión Noreste.

Es conveniente hacer notar que la aportación del área Sur da indicios de ser inducida por el bombeo de los pozos, ya que al final del período de estiaje, entre los meses de Mayo y Junio, las curvas piezométricas están más flexionadas que en los meses siguientes, haciendo que las líneas de corriente se orienten más hacia la zona de concentración de pozos, o sea, hacia el área comprendida entre los poblados de La Arquería e Ignacio Zaragoza.

8.4 Configuración de profundidades del Nivel Estático

Con las lecturas de las profundidades del nivel estático se construyeron las curvas de igual profundidad para los meses de Mayo, Agosto y Octubre, o sea al inicio, en la parte medio y al final del período observado, planos 7.4.1 a 7.4.3. En general la profundidad del nivel estático para el período de observación varía entre 10 y 40 metros.

Para el mes de Mayo las profundidades variaron entre 8 y 45 metros, localizándose los mínimos al poniente de la zona de estudio, entre los poblados. La providencia y Guadalupe Victoria (cuadrícula 31 y 32). Lo mismo sucede al oriente, entre los poblados de La Lobeña y Rincón de La Cebada (cuadrícula 66 y 67) en donde la profundidad del nivel estático es de 10 m.

Las mayores profundidades se localizan en el centro del área de estudio con valores entre 20 y 35 metros, en una faja que cruza el área de norte a sur desde los poblados del Charquillo y San Agustín (cuadrículas 45 y 57) hasta los poblados de Santa María de los Angeles y La Arquería (cuadrículas 17 y 29). También se localizan profundidades del orden de 45 metros en una pequeña área al sureste de Villa Hidalgo.

Para el mes de Agosto las profundidades del nivel estático variaron entre 10 y 60 metros, localizándose las menores profundidades al poniente de la zona de estudio, a la altura de los poblados de La Providencia y Guadalupe Victoria (cuadrículas 31 y 32), con valores comprendidos entre 10 y 15 m.

La profundidad del nivel estático aumenta de poniente a oriente, desde 20 hasta 50 metros, en una faja que va de norte a suroeste desde los poblados de San Agustín y El Charquillo hasta los poblados de Santa María de los Angeles y La Arquería. La máxima profundidad del nivel estático se localiza al poniente del poblado de El Charquillo con un valor de 60 m.

Para el mes de Octubre las profundidades varían entre 10 y 55 metros. Las mínimas se localizan al oriente de la zona de estudio con valores comprendidos entre 10 y 15 m y las mayores al poniente de los poblados El Charquillo y Villa Hidalgo y al oriente del poblado de La Purísima con valores de 55, 45 y 50 m respectivamente.

La faja de profundidades medias que va de norte a sur tiene valores comprendidos entre 25 y 35 m.

8.5 Configuración de curvas igual evolución del nivel estático.

Con las lecturas del nivel estático al inicio y final del período observado, se elaboró para la zona en estudio la evolución del nivel estático Mayo-Octubre; esta varía desde -1.00 hasta +1.00, predominando los abatimientos.

Los máximos abatimientos se presentan al sur de la zona de estudio, con valores comprendidos entre -0.5 y -1.0 m, entre los poblados de Ignacio Zaragoza y La Purísima. Las únicas recuperaciones del nivel estático se presentan a unos 2 km al sureste de la Laguna El Salitre y entre los poblados de Ignacio Zaragoza y La Arquería, con valores de + 1.0 y 0.50 m respectivamente. Alrededor del área de estudio la evolución es nula, plano 7.5.1.

8.6 Pruebas de Bombeo

Para la zona en estudio se realizaron un total de 44 pruebas de bombeo, con una duración para la etapa de abatimiento comprendida entre los 2 y 10 horas, siendo común las pruebas con duración de 4 a 5 horas. En la etapa de recuperación, el tiempo empleado varió entre 1 y 4 horas, predominando recuperaciones comprendidas entre 1 y 2 horas.

Los gastos variaron entre 4.6 y 79.0 l.p.s., siendo la media de 15 a 25 l.p.s.

En el plano 6.1 se señalan los pozos en los que efectuaron pruebas de bombeo y en la tabla 7.6.1 se indican los números de los pozos donde se realizaron las mismas, los tiempos de

duración de bombeo, los niveles estáticos y dinámicos, los caudales, los caudales específicos y las transmisividades obtenidas para las etapas de recuperación y de abatimiento.

De las 44 pruebas de bombeo realizadas, 6 se interpretaron por el método de Jacob, 28 se interpretaron por el método de Hantush y 10 de ellas no pudieron ser interpretadas.

Ambos métodos se aplicaron trazando previamente la curva de abatimiento en papel semi-logarítmico. Las gráficas de las pruebas de bombeo se presentan en las figs. 7.6.1 a 7.6.44.

Las transmisividades obtenidas fluctuaron entre 0.038×10^{-3}

y $45.6 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{seg}$ para la etapa de abatimiento, y de 0.035×10^{-3} a $5.82 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{seg}$ para la etapa de recuperación. En general se puede decir que las transmisividades de la zona son bajas debido posiblemente a la presencia de finos en los depósitos aluviales.

8.7 Redes de Flujo

Para el trazo de la red de flujo de la zona es estudio se eligió la configuración de niveles estáticos correspondientes al mes de Mayo, por disponer en esta fecha del mayor número de lecturas piezométricas. En el plano 7.7.1 se muestra el trazo de la red de flujo, indicando los canales de entrada y de salida de la red, siendo 21 canales los primeros y únicamente 3 los de salida, esto se debe a los dos conos de depresión de niveles piezométricos de la zona.

Los cálculos de los caudales de entrada y de salida se indican en la tabla 7.7.1 y 7.7.2 respectivamente, en donde se indica el número de canal, la transmisividad, el gradiente hidráulico y el caudal de entrada por cada canal. El caudal total de entrada a la zona es del orden de $0.161 \text{ m}^3/\text{seg}$ (ver tablas 7.7.1 y 7.7.2).

Como puede observarse el caudal de entrada es mucho mayor que el caudal de salida debido a la forma de la red de flujo, cuyas líneas de corriente son convergentes a las dos zonas de depresión piezométrica que se localizan en la parte suroeste y central de la zona de estudio.

8.8 Geología Regional

El acuífero de la zona de Villa Hidalgo se localiza en abanicos y depósitos aluviales, mismos que cubren la mayor parte del valle. Los depósitos aluviales ocupan la parte central de la

zona de estudio y se continúan hacia el noroeste, hasta la altura del poblado Guadalupe Victoria. Los abanicos aluviales ocupan la parte oriental de la zona, en una faja que va desde el norte hacia el sureste y suroeste, separada por afloramientos de derrames de riolita situados al sur del poblado de Villa Hidalgo.

Existen también tobas y brechas que se extienden hacia el oriente, hasta los límites de la cuenca, en las partes altas de las sierras que circundan al valle. En la parte Norte de la cuenca existen granitos y algunas rocas sedimentarias como areniscas y lutitas.

Los derrames de riolita que separan a la faja de abanicos aluviales son formaciones que debido a su estado de fracturamiento permiten el paso del agua hacia los depósitos aluviales del valle. Asimismo, las areniscas y lutitas permiten una aportación hacia el valle por la parte norte, a la altura del poblado Cerro Prieto (cuadrícula 57) con dirección hacia el poblado de Canoas, en las inmediaciones de la Laguna El Salitre, en donde las concentraciones de sólidos totales son altas.

La totalidad de los aprovechamientos están actualmente explotando los abanicos y los depósitos aluviales, a excepción de aquellos que se localizan bastante distantes del área de balance.

8.9 Hidrometría subterránea

Para conocer la hidrometría de los aprovechamientos se obtuvieron los datos relacionados con los caudales de bombeo y los tiempos de operación de cada pozo. Para ello se realizaron encuestas con los usuarios, enfocando éstas a la investigación del tiempo de operación diaria de cada pozo y los días totales de bombeo durante cada mes, a fin de tener un valor aproximado del tiempo total operado en cada pozo.

En algunos casos se estimó el volumen de bombeo a partir de la lámina de riego requerida por el tiempo de cultivo y el área total regada.

Con toda la información se elaboró la tabla 7.9.1, en la que se muestra el número del aprovechamiento, el caudal de operación, el número de horas de bombeo anuales y el volumen total anual extraído en cada pozo.

La suma total de volumen extraídos en el área de balance es de $38.59 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año}$.

8.10 Esquema General de Flujo

El acuífero de la zona de estudio así como el área de balance constituidos de rellenos aluviales. La red de flujo observada en base a las configuraciones piezométricas, es de forma convergente hacia dos conos de depresión, localizados al sur y en el centro de la zona de estudio.

Con respecto al área de balance, la red de flujo tiene una pequeña salida hacia el norte, a la altura de los poblados de El Charquillo y La trinidad.

La evolución del nivel estático durante el período observado presentó en general abatimientos comprendidos entre -0.5 y -1.0 m.

Con base a los caudales de entrada, de salida, extracción por bombeo y volumen de suelo drenado, dentro del área de balance se estableció la siguiente ecuación de balance hidrodinámico:

$$E_h + R_v - S_h - E_b = \pm \text{Var. AS} , \text{ donde:}$$

E_h Volumen de entrada por flujo horizontal subterráneo

R_v Volumen de entrada vertical

S_h Volumen de salida por flujo horizontal subterráneo

E_b Volumen de bombeo.

Var. AS Volumen de suelo drenado por cambio de almacenamiento.

S Coeficiente de almacenamiento.

Se consideró como incógnita al volumen de recarga vertical y se dió al coeficiente de almacenaje un rango de variación comprendido entre 0.01 y 0.05, debido a que los rellenos aluviales están constituidos por arenas y gravas con presencia de materiales finos, como son arcillas y limos.

Para $S=0.01$

$$5.01 + R_v - 0.04 - 38.59 = -34.33 \times 0.01$$

$$R_v = 33.28 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año}.$$

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 Conclusiones

1a. La zona de estudio de Villa Hidalgo, se localiza en la porción oriental del Estado de Zacatecas. Su importancia económica se basa en la agricultura, siendo los cultivos principales el frijol, chile, maíz y la vid.

2a. Según la clasificación de Koeppen la zona tiene un clima de estepa con lluvia periódica e invierno frío y seco, con precipitación media anual de 410 mm y temperatura media anual de 17 C.

3a. Los escurrimientos superficiales son efímeros.

4a. Los aprovechamientos subterráneos son 400, de los cuales 255 son pozos, 141 son norias, tres son manantiales y uno es tajo.

Actualmente se explota de la zona un volumen total de $38.59 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año}$, con una capacidad total instalada de $4.36 \text{ m}^3/\text{seg}$.

5a. El acuífero de la zona se localiza en rocas sedimentarias, constituidas por depósitos y abanicos aluviales de gravas y arenas de origen riolítico, con afloramientos de derrames de riolita, tobas y brechas en la porción oriental del valle y algunas formaciones de areniscas y lutitas al norte del mismo. Todos los pozos del acuífero en explotación están localizados dentro de los rellenos aluviales.

6a. La calidad el agua subterránea es buena, con bajos contenidos de sólidos totales, comprendidos entre 450 y 800 mg/lit con un valor medio de 500 mg/lit.

7a. La red de flujo es de tipo radial, convergente hacia dos depresiones incipientes localizadas, la primera en el centro del área de estudio y la segunda en la porción suroeste de la misma.

El flujo subterráneo tiene una salida hacia el norte de la zona de estudio, pero es de poca cuantía con respecto a las entradas localizadas en la periferia del valle.

La mayor aportación de acuífero proviene de la infiltración superficial local de la lluvia, y se encuentra en los aluviones que permiten su infiltración. Otra aportación se debe al flujo sub-

terráneo que proviene del sur, entre los poblados de La Purísima y San Matías y del noroeste, entre los poblados de El Charquillo y El Maguey, procedente de los derrames de riolitas situados al oriente de la zona de estudio.

Los niveles estáticos en la zona de Villa Hidalgo varían entre 10 m y 40 m. Las evoluciones del nivel estático para el período observado varían entre + 1.0 y - 1.00 predominando los abatimientos.

8a. Las transmisividades del acuífero varían entre 0.04×10^{-3} y $45.6 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{seg}$. predominando las bajas transmisividades, con caudales que varían entre 4.6 y 79.0 l.p.s. con caudal promedio de 15 l.p.s. y caudales específicos que varían entre 0.16 l.p.s./m y 200. l.p.s./m.

9a. Del balance de agua subterránea se obtuvo un valor de la recarga vertical del orden de los $34.3 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año}$, siendo la mayor parte debida a la infiltración de la lluvia y en una mínima parte del almacenamiento.

10a. La explotación actual es del orden de los $38.59 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año}$, aproximadamente igual a la recarga vertical. Existe la posibilidad de que si se incrementa la explotación sea a costa del almacenamiento.

9.2 Recomendaciones

1a. Es conveniente realizar piezometría e hidrometría en todos los aprovechamientos durante un ciclo hidrológico, para conocer con mayor exactitud la evolución del nivel estático en época de lluvias y en época de estiaje, para estimar el volumen de extracción durante dicho ciclo.

2a. Deben realizarse varias pruebas de bombeo de larga duración procurando tener un pozo auxiliar para observar los efectos del pozo base y poder calcular el coeficiente de almacenaje, a fin de conocer con mayor precisión el funcionamiento del acuífero. Estas pruebas de bombeo conviene realizarlas en la periferia del área de balance y en las zonas de mayor gradiente hidráulico, esto es la suroeste y al noreste de la zona de estudio, así como en el área de salida del flujo subterráneo, al norte de la Laguna El Salitre.

3a. Realizar de cuatro a seis perforaciones de exploración con un diámetro de 8", uniformemente distribuidas a lo largo y ancho del área de balance, otras dos del mismo diámetro cercanas a los afloramientos de riolitas y una última al norte del poblado Cerro Prieto, cercano a las areniscas y lutitas que se localizan en esa área. Estas exploraciones deberán realizarse con un muestreo preciso de los materiales de corte, para conocer con más detalle la geología profunda de la zona, e intentar llevar la perforación hasta alcanzar la roca basal.

4a. Para tener una configuración aproximada de la topografía de la roca basal, es conveniente realizar al menos tres secciones geofísicas, en sentido perpendicular a una línea norte-sur, aproximadamente a la altura de los poblados La Arquería, Villa Hidalgo y El Charquillo.

5a. Si se incrementa la explotación de los acuíferos en esta zona se debe observar la evolución de niveles estáticos, ya que actualmente el volumen explotado es un poco mayor que la recarga vertical y el incremento de dicha explotación sería a costa del almacenamiento del acuífero.

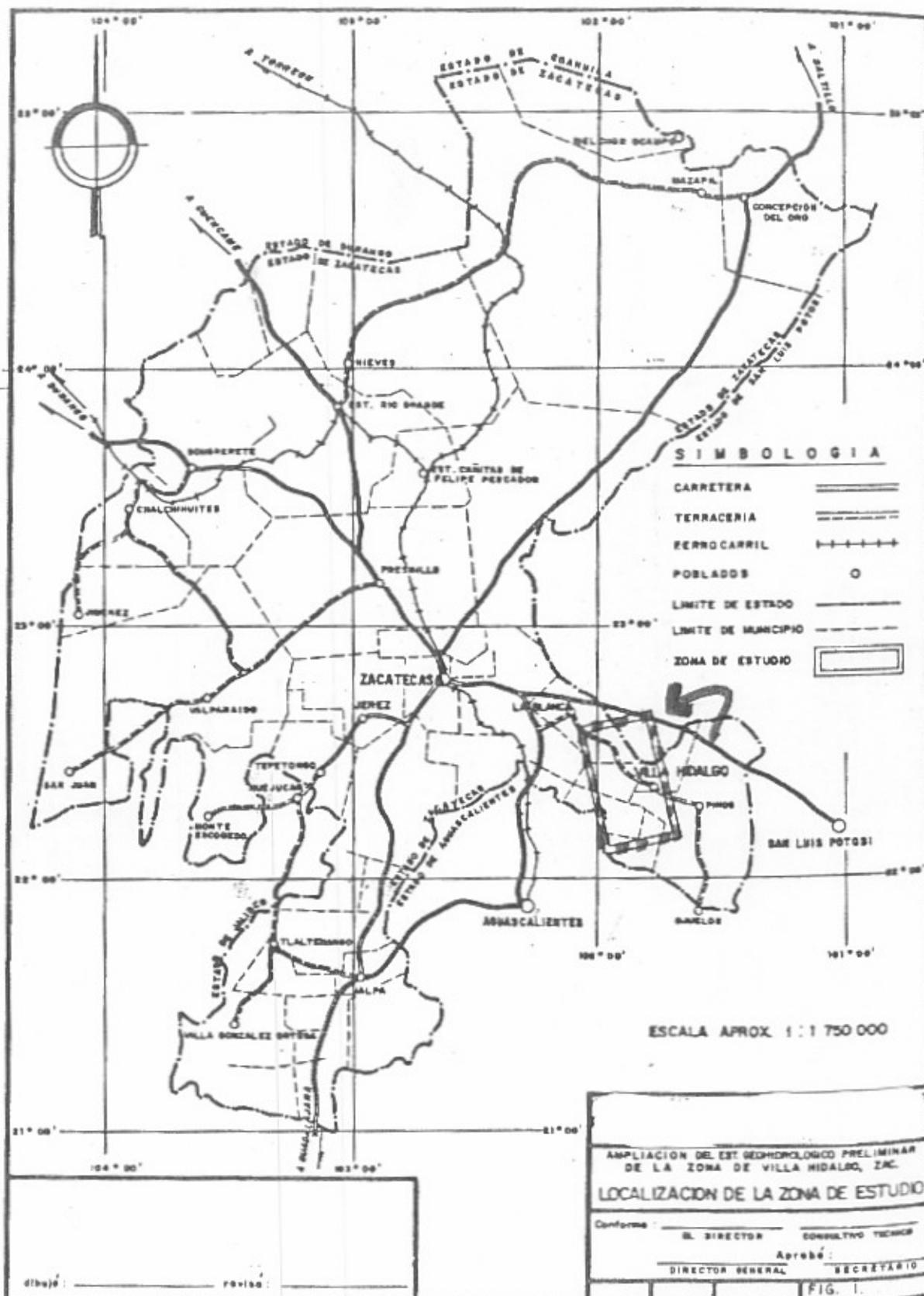


TABLA 3.1

VILLA HIDALGO, ZAC.

ELEVACIONES DE BROCAL

POZO N°	N° DE CUADRO EN LA MALLA	ELEVACION (m. s. n. m.)	POZO N°	N° DE CUADRO EN LA MALLA	ELEVACION (m. s. n. m.)
1	17	2114.361	203	8	2144.644
9	17	2118.181	206	9	2138.550
16	17	2138.058	209	8	2141.636
18	24	2164.760	211	2	2139.825
20	17	2144.294	215	2	2128.194
21	18	2156.567	219	2	2126.548
28	18	2111.128	221	8	2157.236
30	18	2138.997	222	7	2164.183
33	24	2183.922	224	2	2154.482
39	11	2139.833	227	8	2153.954
41	12	2139.513	231	14	2161.868
52	17	2128.619	235	19	2191.152
63	22	2129.818	237	19	2191.696
64	22	2139.132	252	22	2150.986
67	23	2143.493	261	15	2138.929
75	21	2159.059	268	15	2146.933
77	22	2140.219	272	21	2152.655
79	22	2136.076	276	9	2127.112
83	16	2136.113	277	16	2127.495
87	16	2126.046	283		2207.394
90	16	2125.052	289	14	2157.501
98	16	2122.948	291	10	2136.956
107	5	2186.260	292	9	2129.868
122	10	2181.035	296	15	2136.277
125	9	2131.446	298	14	2154.119
129	15	2142.146	302	22	2149.055
131	15	2149.858	326	11	2146.729
144	9	2136.169	338	16	2123.197
150	3	2132.163	341	10	2129.561
151	3	2131.464	348	16	2117.705
153	3	2138.637	350	16	2115.765
154	3	2139.582	353	15	2132.168
155	9	2129.332	355	16	2128.254
157	9	2130.194	359	16	2123.439
160	9	2130.129	366	14	2179.086
164	9	2130.465	384	21	2172.794
166	9	2130.692	388		2202.518
173	2	2133.604	389	22	2152.465
174	9	2130.946			
180	9	2132.973			
183	9	2135.173			
187	9	2132.705			
190	9	2140.526			
199	9	2134.475			
202	9	2138.605			

TABLA 3.2.2
PRECIPITACION EN mm.

ESTACION	PRECIPITACION											PERIODO	
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV		DIC
Loreto	21.1	7.6	18.2	11.0	26.7	74.4	63.7	114.0	84.2	21.8	6.7	6.3	1964 - 1972
La Honda	12.5	12.5	19.5	3.8	14.7	89.3	54.2	60.3	68.2	26.6	4.8	4.8	1967 - 1972
Pinos	20.8	14.4	20.1	13.5	43.0	64.3	47.5	74.0	67.3	31.0	3.9	14.1	1963 - 1972
Villa García	18.9	15.3	16.5	8.9	29.2	71.3	63.6	86.2	93.4	27.2	9.3	10.2	1963 - 1972
Villa Hidalgo	18.0	11.2	24.3	9.8	24.5	101.7	55.3	72.9	73.4	13.8	3.7	5.0	1967 - 1972
Villa Juárez	12.0	20.7	17.6	13.2	56.3	10.5	85.4	12.5	72.9	49.8	16.2	13.4	1963 - 1972
SUMA	103.3	81.7	116.2	60.2	194.4	411.5	369.7	419.9	459.4	170.2	44.6	53.8	
PROMEDIO MENSUAL	17.2	13.61	19.36	10.03	32.40	68.58	61.61	69.98	76.56	28.36	7.43	8.96	

ESTACION LORETO, ZAC.
 PRECIPITACION MEDIA MENSUAL
 PERIODO 1964 - 1972

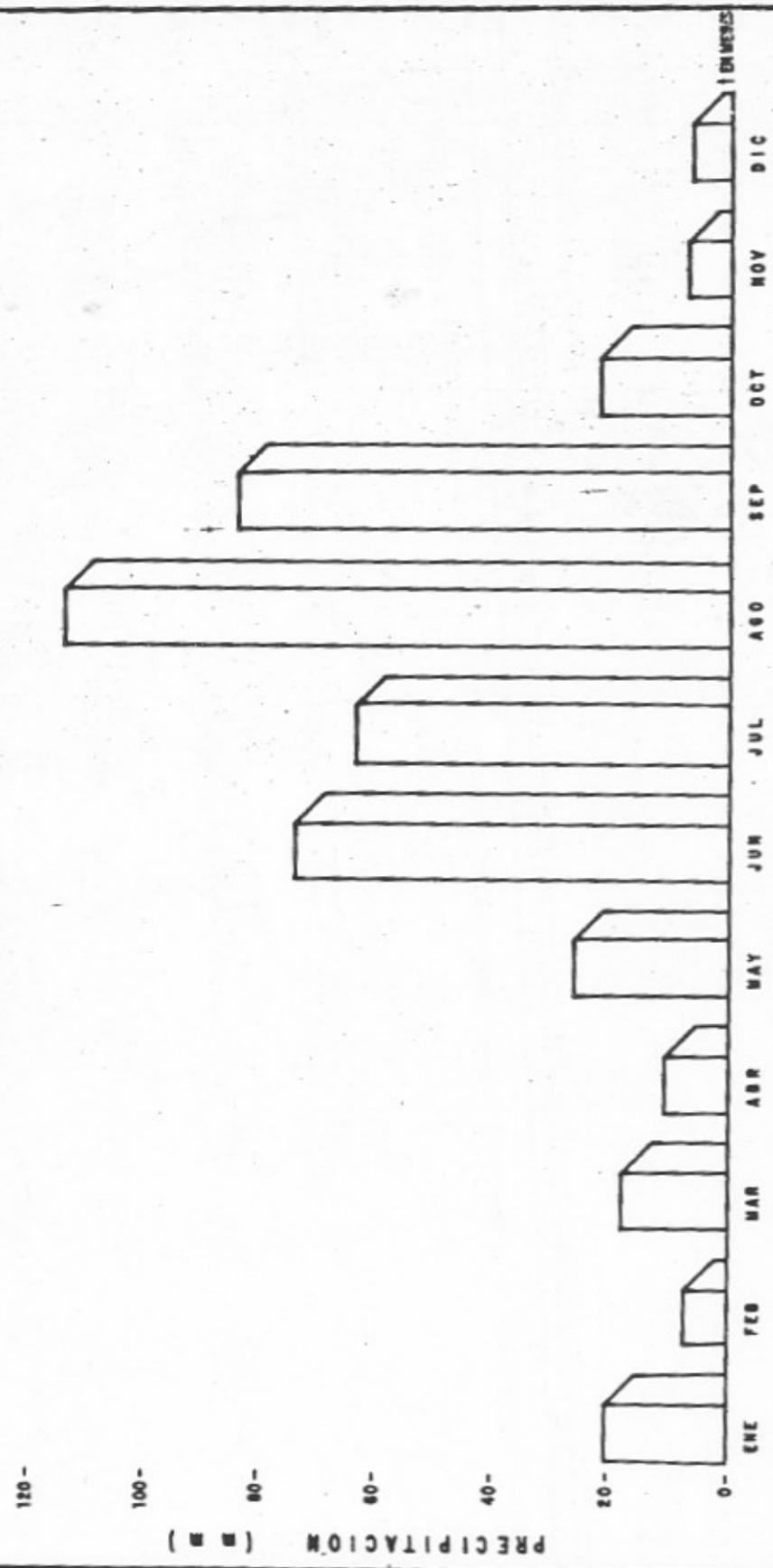


Fig. 3.2.1

ESTACION LA HONDA, ZAC.
 PRECIPITACION MEDIA MENSUAL
 PERIODO 1967 - 1972

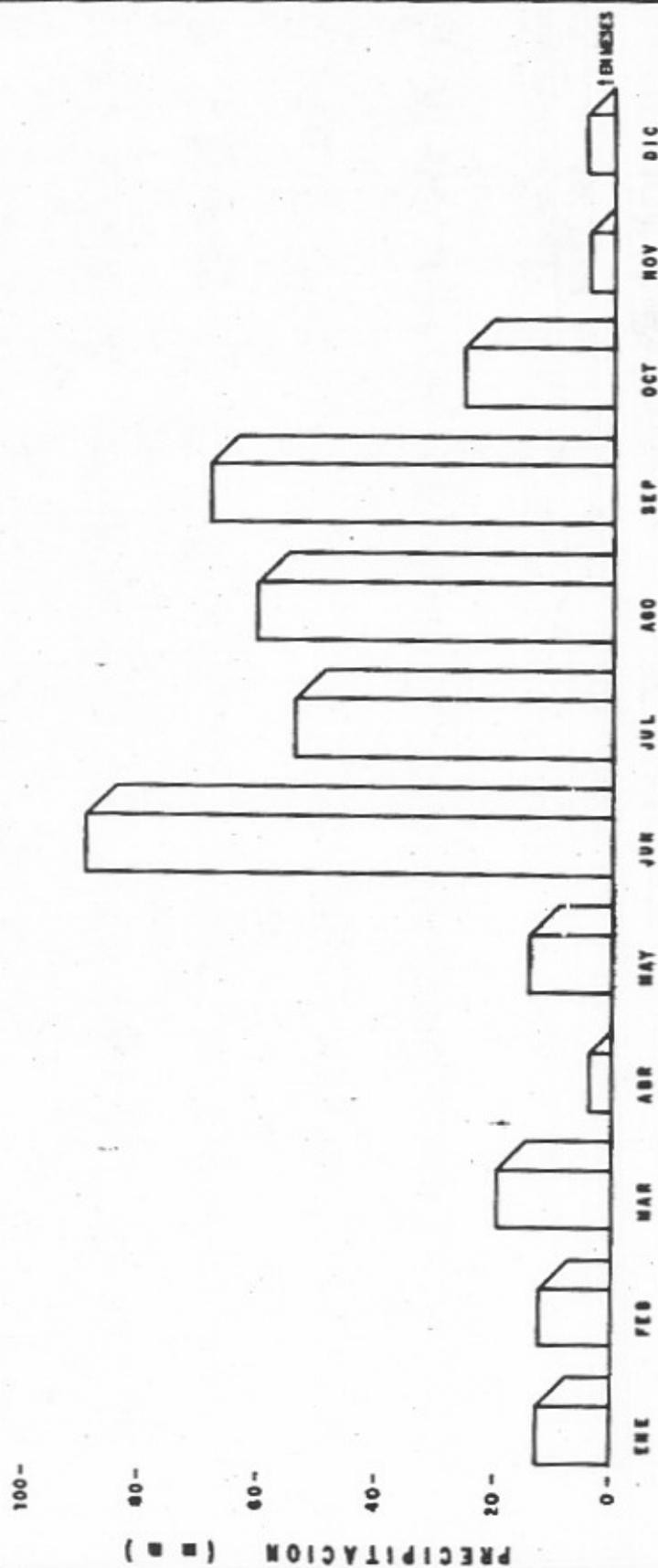


FIG. 3.2.2

ESTACION PINOS, ZAC.
 PRECIPITACION MEDIA MENSUAL
 PERIODO 1963 - 1972

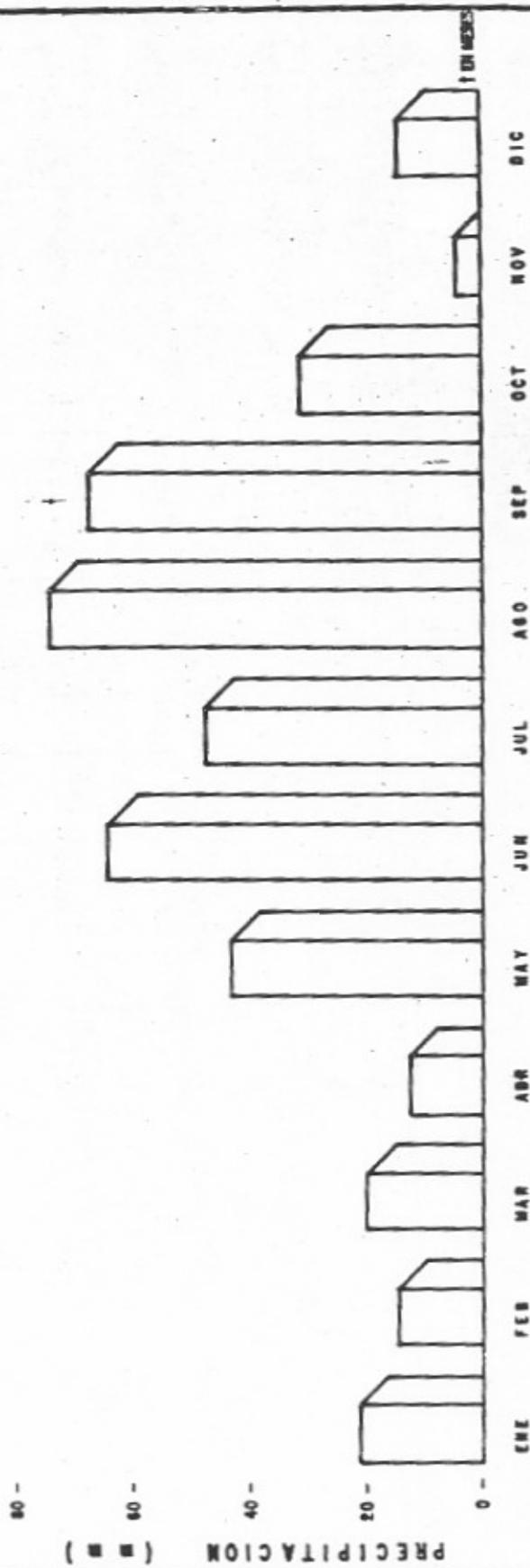


Fig. 3.2.3

dibujó: _____ revisó: _____

ESTACION VILLA GARCIA, ZAC.
 PRECIPITACION MEDIA MENSUAL
 PERIODO 1963 - 1972

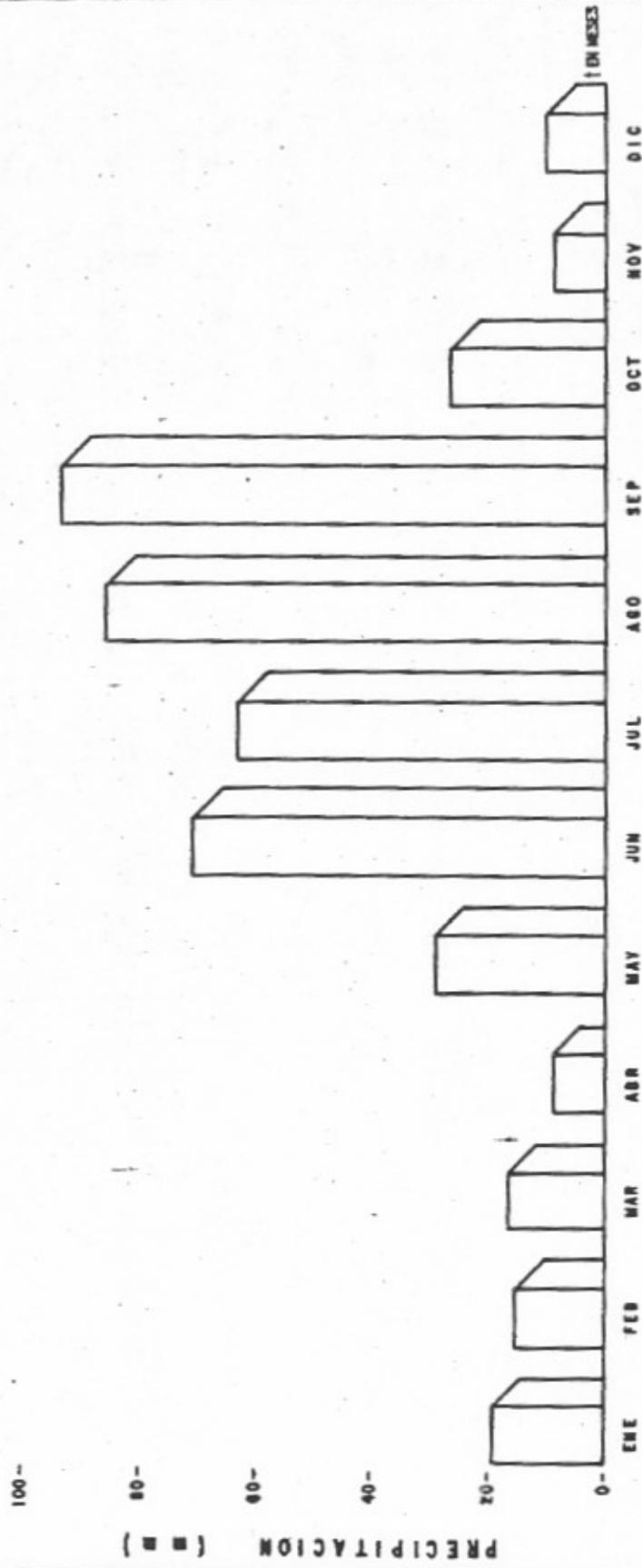
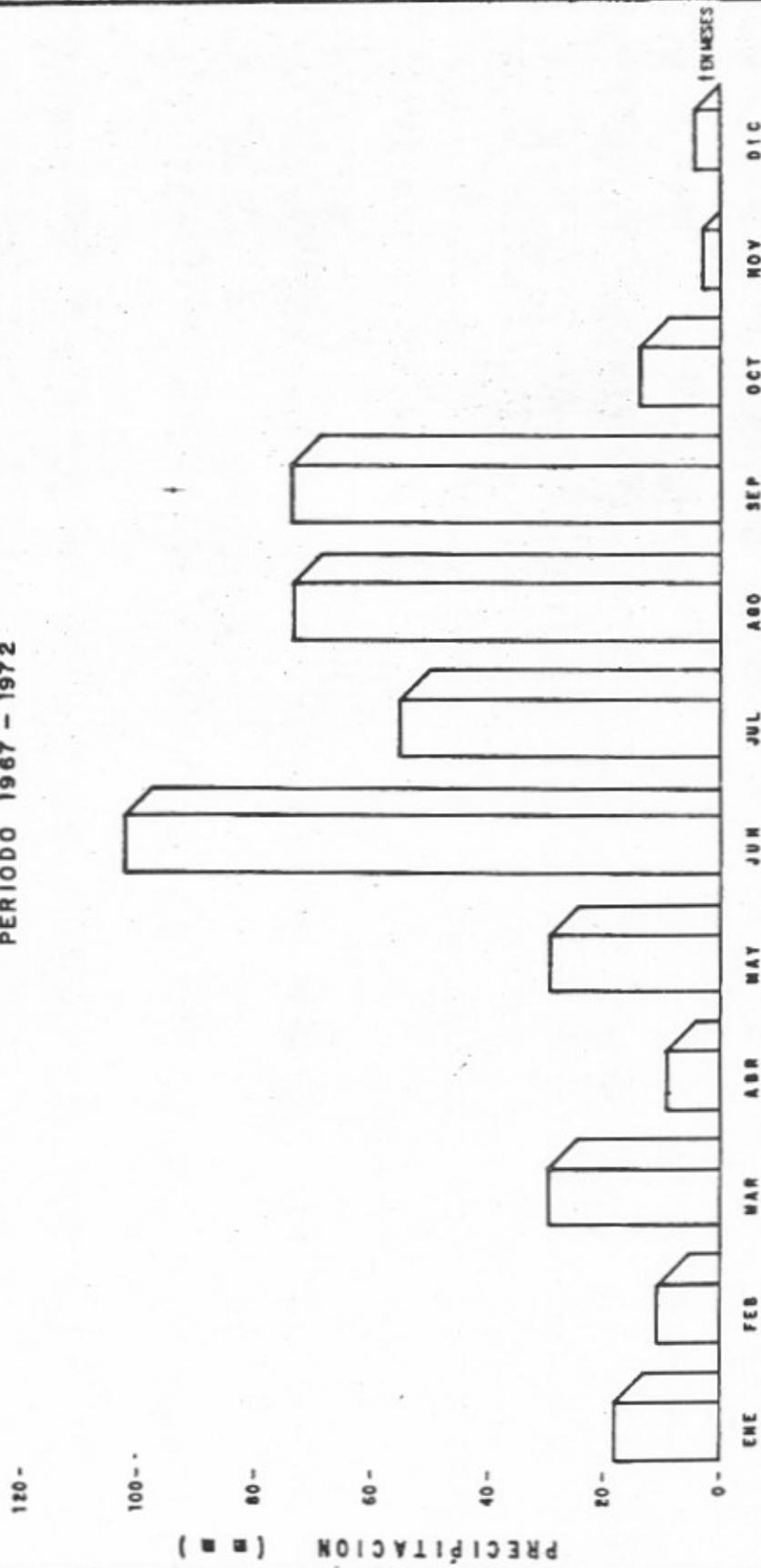


Fig. 3.2.4

drawn: _____ revised: _____

ESTACION VILLA HIDALGO, ZAC.
 PRECIPITACION MEDIA MENSUAL
 PERIODO 1967 - 1972



ESTACION VILLA JUAREZ, ZAC.
 PRECIPITACION MEDIA MENSUAL
 PERIODO 1963 - 1972

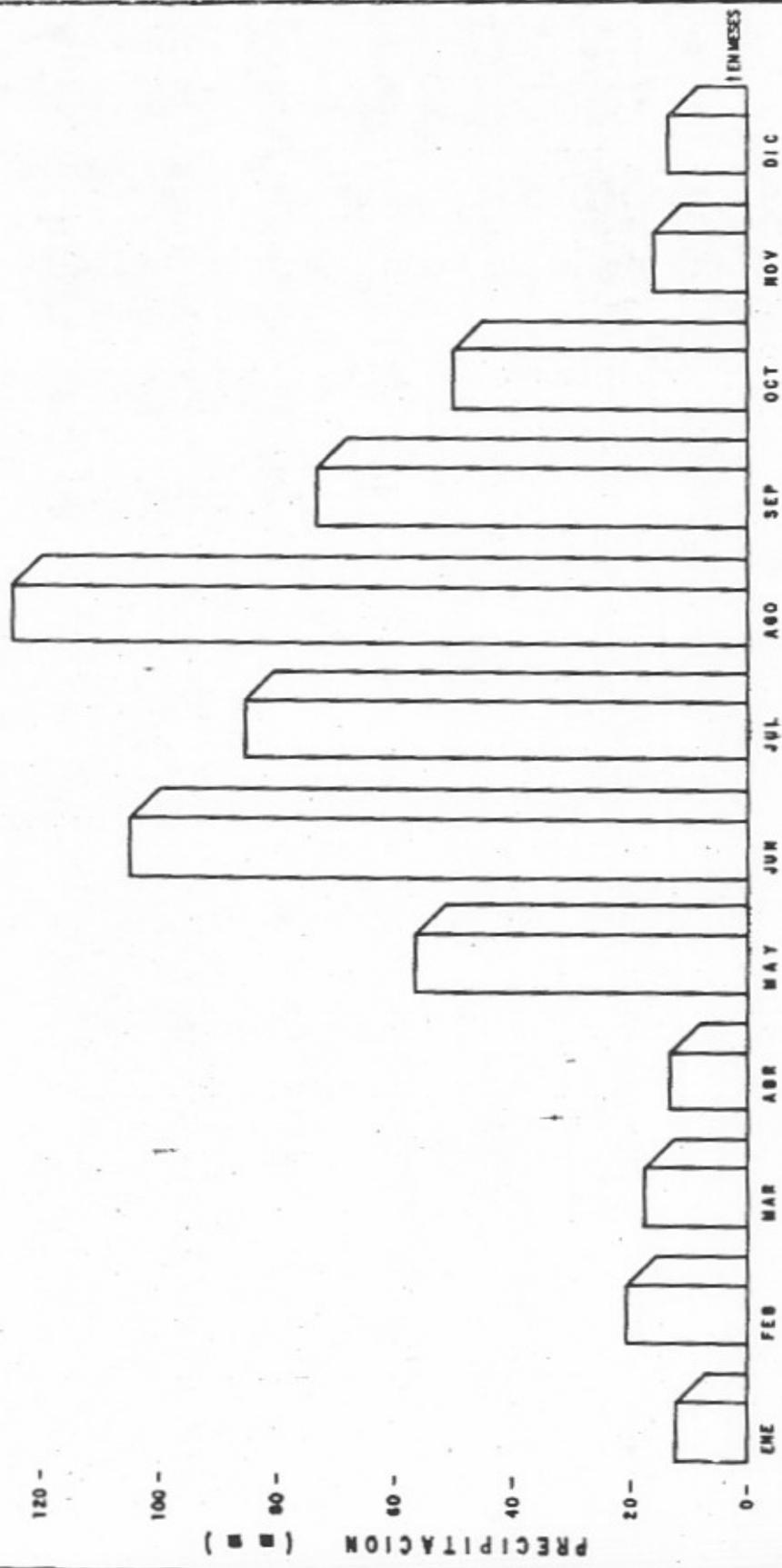
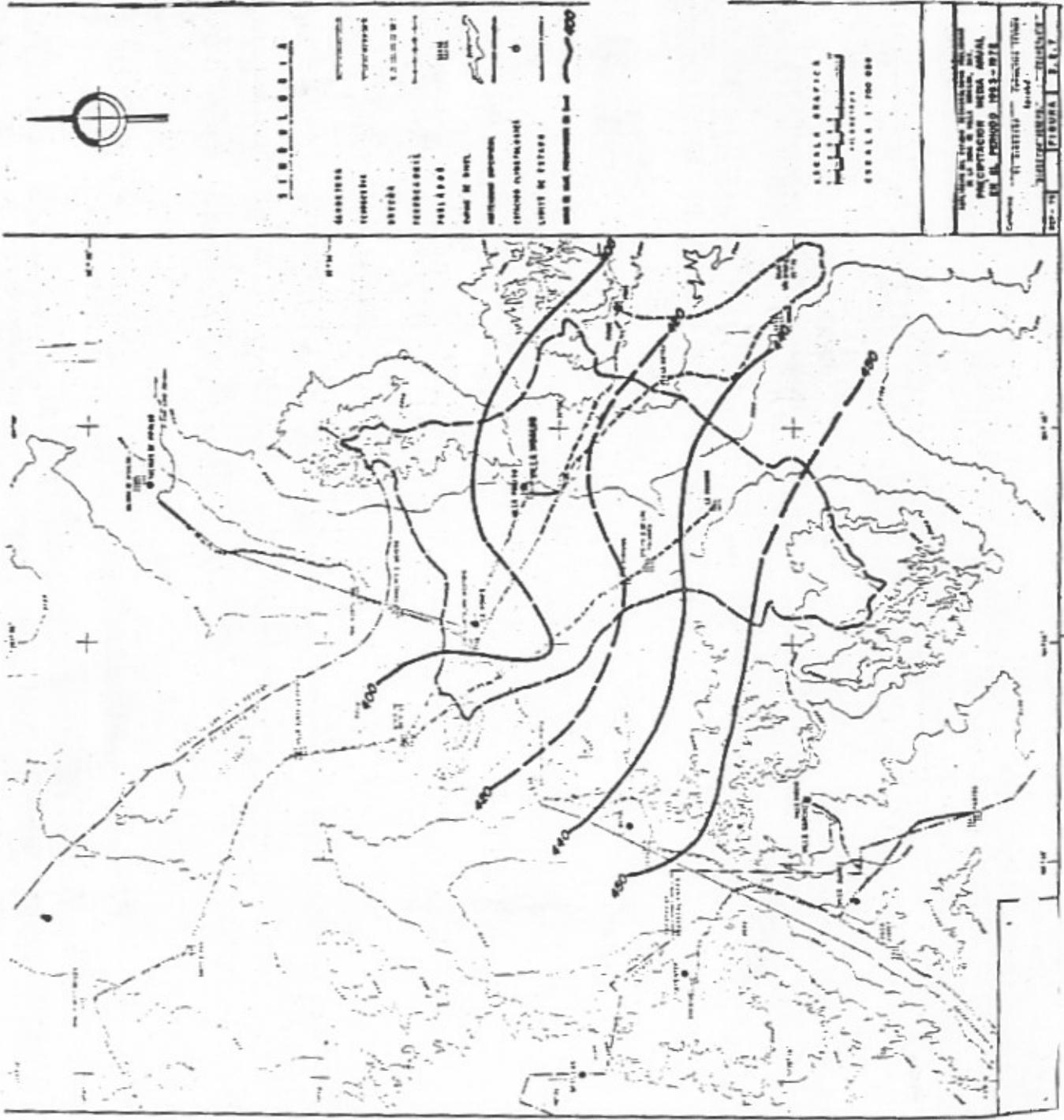


Fig. 3.2.6



3.27

T A B L A 3.3.1

Evaporación en mm.

Estaciones	EVAPORACION ANUAL EN EL PERIODO OBSERVADO										Promedio anual para el período
	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	
Loreto									2012.7	2113.7	2063.2
La Honda					2034.9	1948.6	2010.3	2036.3	2232.3	2319.1	2096.9
Villa Hidalgo					2068.5	1887.3	2287.9	2280.2	2424.1	2863.1	2301.9
Villa Juarez	2599.6	2235.1	2129.0	2000.4	2029.9	1926.7	2406.4	2213.4	2235.5	*	2197.3

* Año con datos incompletos

T A B L A 3.3.2
Evaporación en mm.

Estaciones	EVAPORACION PROMEDIO MENSUAL												Período Observado
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Loreto	134.7	124.1	211.8	232.1	225.8	233.0	212.9	154.5	131.9	133.6	139.9	124.9	1971 - 72
La Honda	144.1	138.3	194.2	207.2	218.7	199.4	199.6	176.8	157.4	165.9	147.9	147.4	1967 - 72
Villa Hidalgo	141.0	164.2	205.3	241.5	250.8	243.7	212.6	181.1	175.2	172.4	145.1	169.0	1967 - 72
Villa Juarez	126.6	135.8	211.7	246.6	262.2	231.2	209.7	199.8	156.3	151.5	138.9	127.0	1963 - 71
Suma	546.4	562.4	823.0	927.4	957.5	907.3	834.8	712.2	620.8	623.4	571.8	568.3	
Promedio	136.6	140.6	205.7	231.8	239.3	226.8	208.7	178.1	155.2	155.8	142.9	142.1	

ESTACION LORETO, ZAC.
 EVAPORACION MEDIA MENSUAL
 PERIODO 1971 - 1972

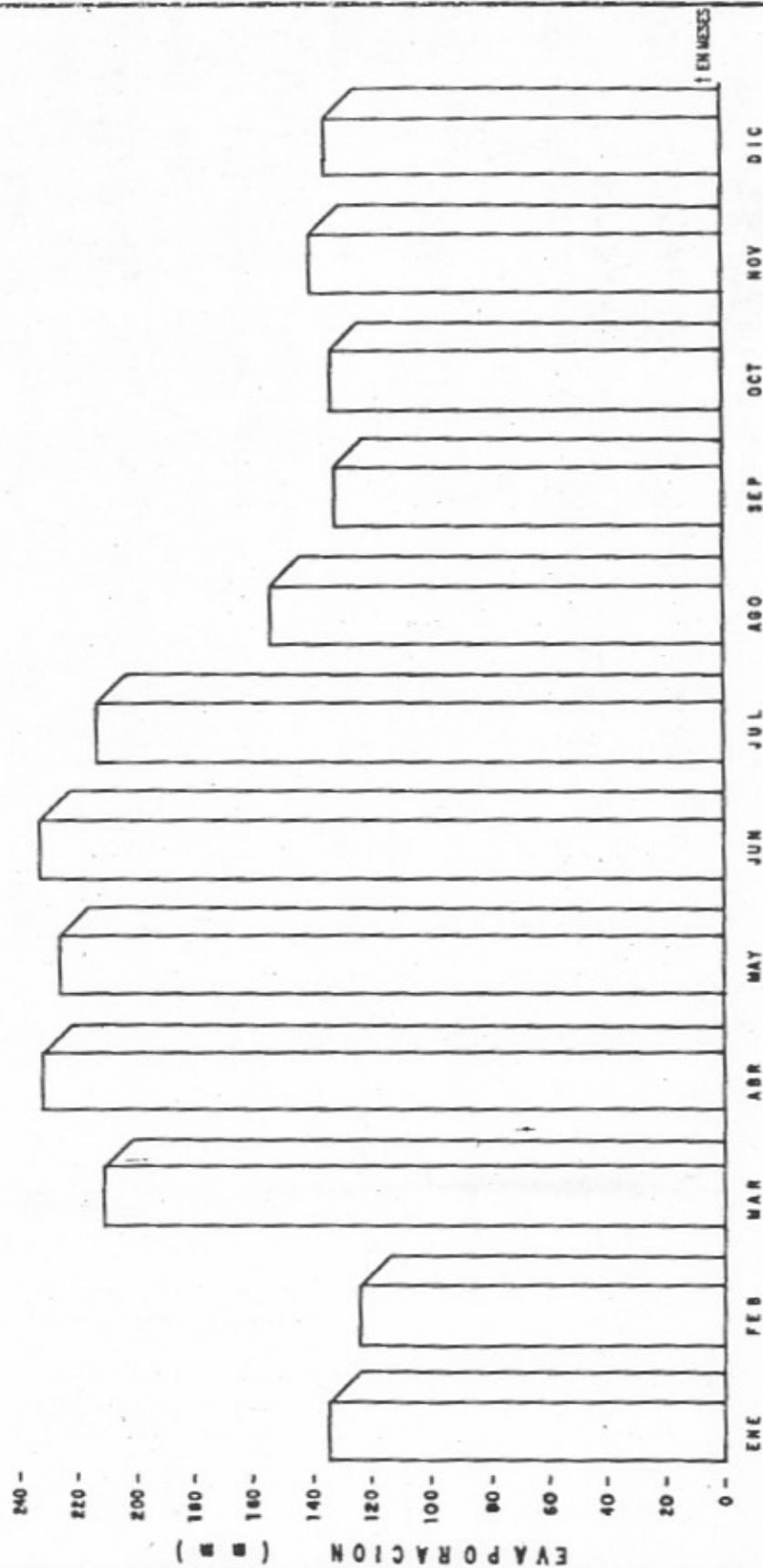


Fig. 3.3.1

elaboró: _____ revisó: _____

ESTACION LA HONDA, ZAC.
 EVAPORACION MEDIA MENSUAL
 PERIODO 1967 - 1972

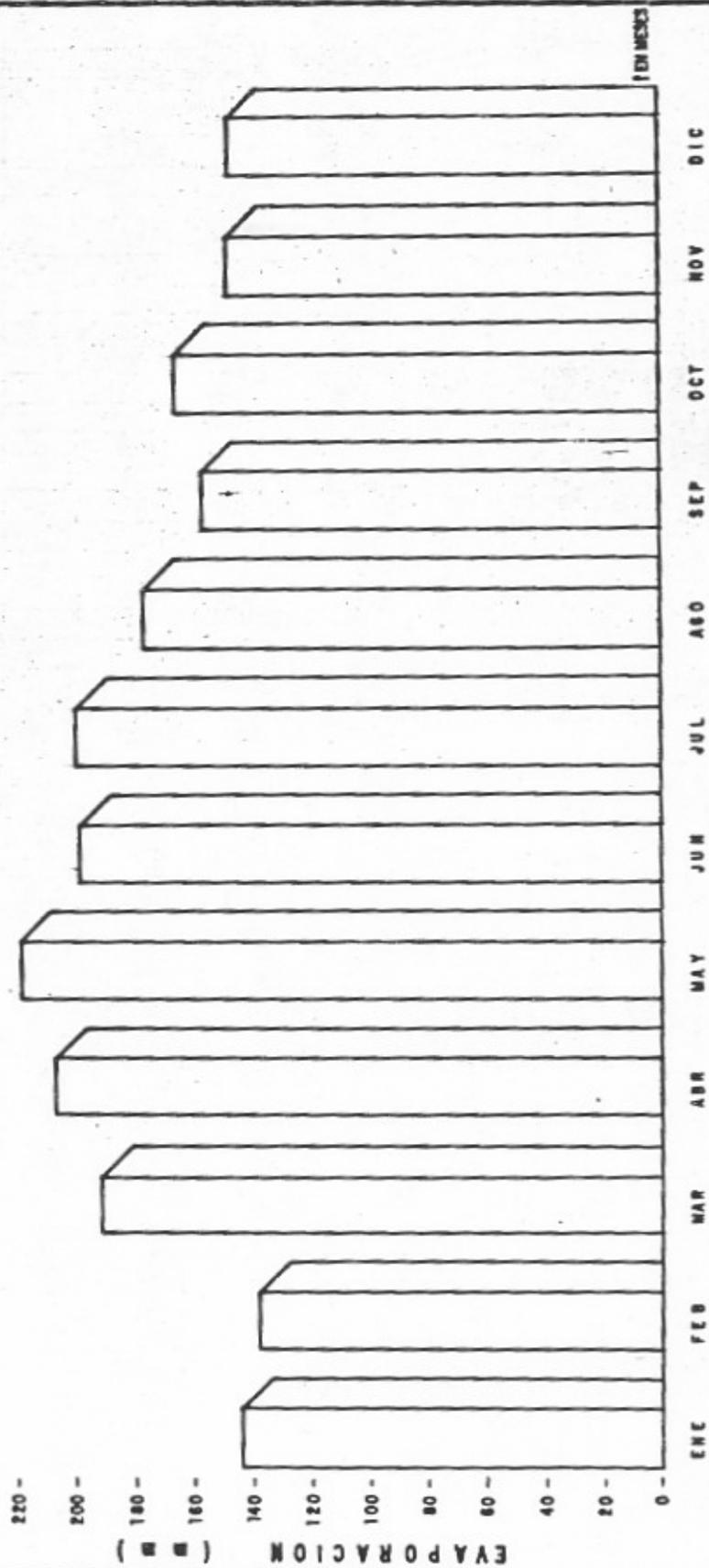


Fig. 3.3.2

elaborado: _____
 revisado: _____

ESTACION VILLA HIDALGO ZAC.
 EVAPORACION MEDIA MENSUAL
 PERIODO 1967 - 1972

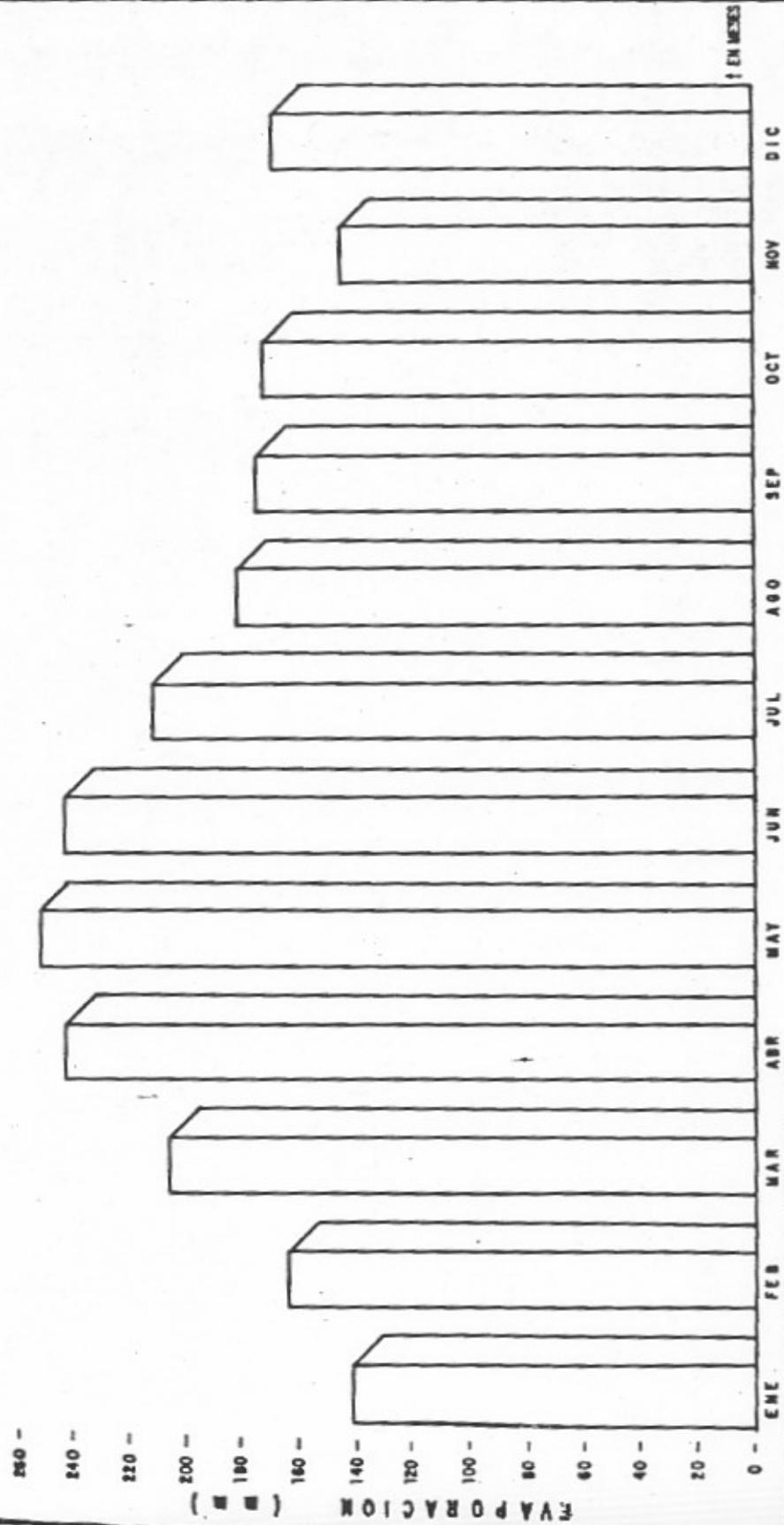


Fig. 3.3.3

ESTACION VILLA JUAREZ, ZAC.
 EVAPORACION MEDIA MENSUAL
 PERIODO 1963 - 1971

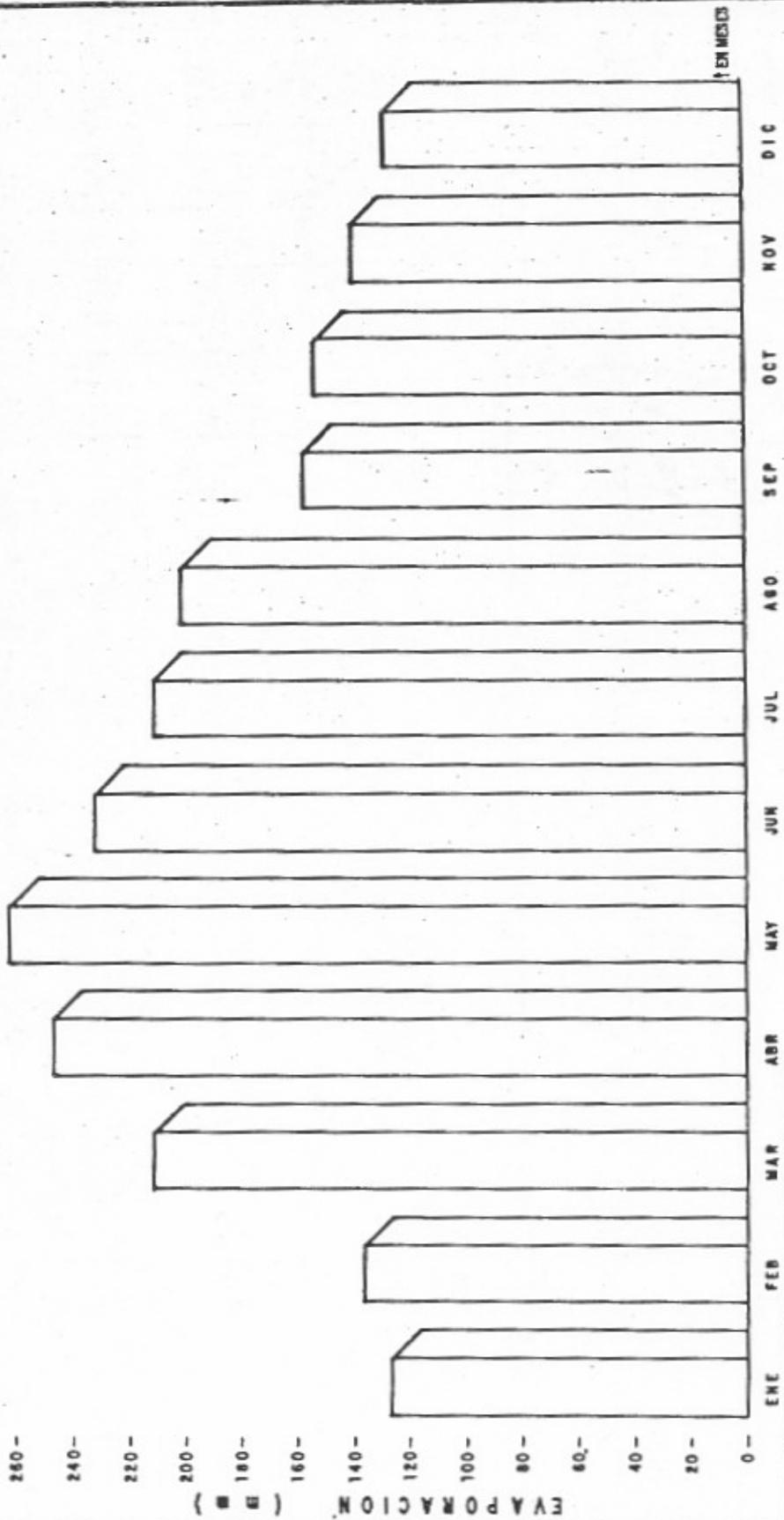


Fig. 3.3.4

ESTACION PINOS, ZAC.
 TEMPERATURA MEDIA MENSUAL
 PERIODO 1963 - 1972

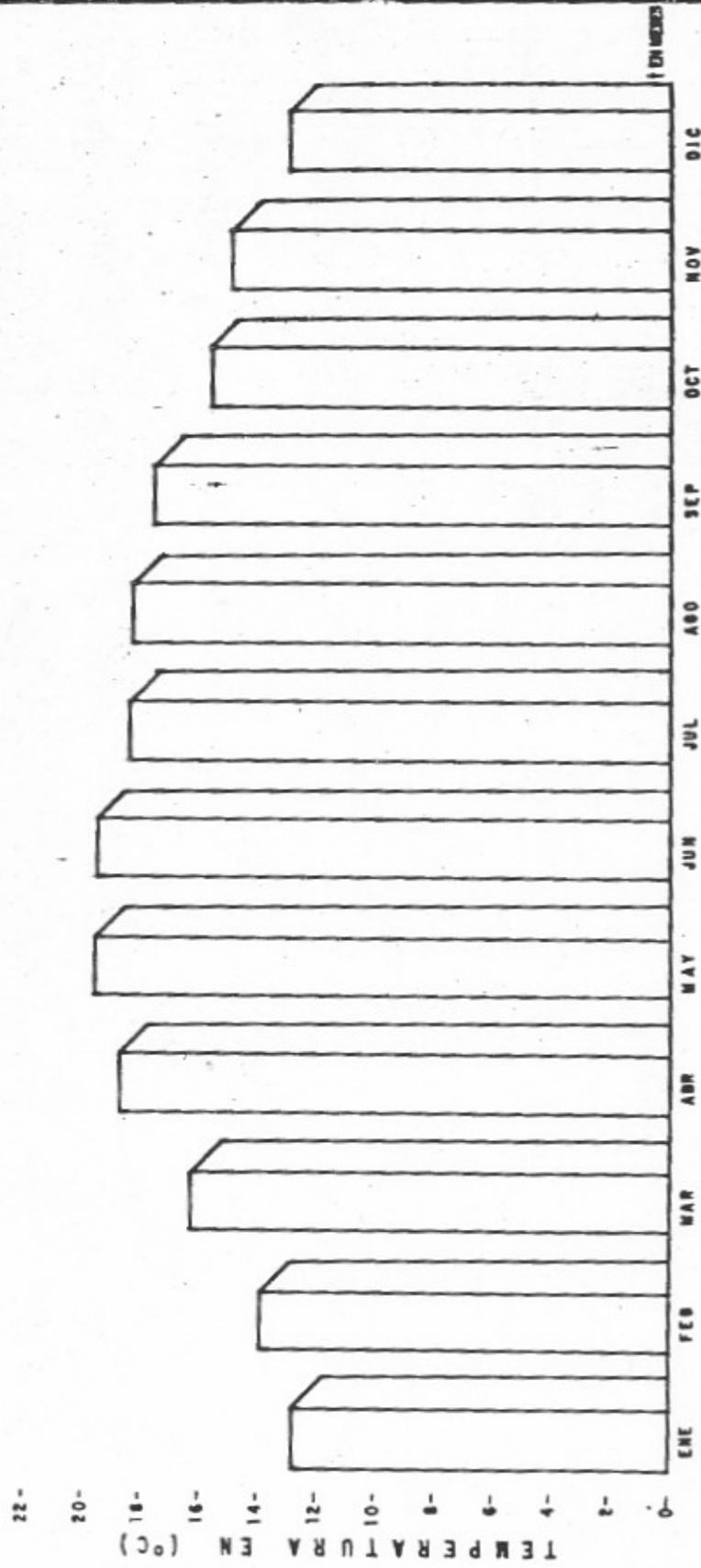


Fig 3.4.1

dibujó: _____
 revisó: _____

ESTACION VILLA GARCIA, ZAC.
 TEMPERATURA MEDIA MENSUAL
 PERIODO 1963 - 1972

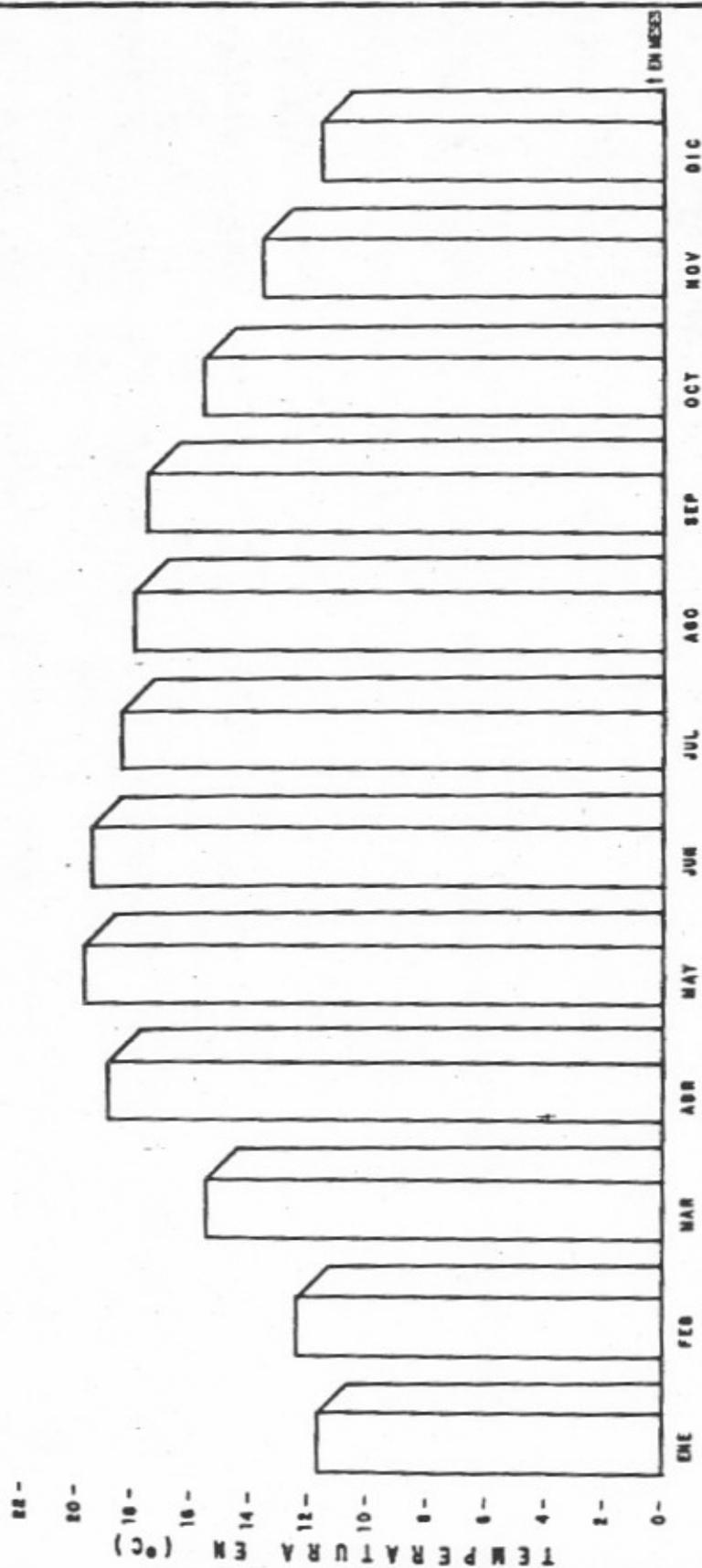


Fig. 3.4.2

escala: revisa:

ESTACION VILLA JUAREZ, ZAC.
 TEMPERATURA MEDIA MENSUAL
 PERIODO 1963 - 1971

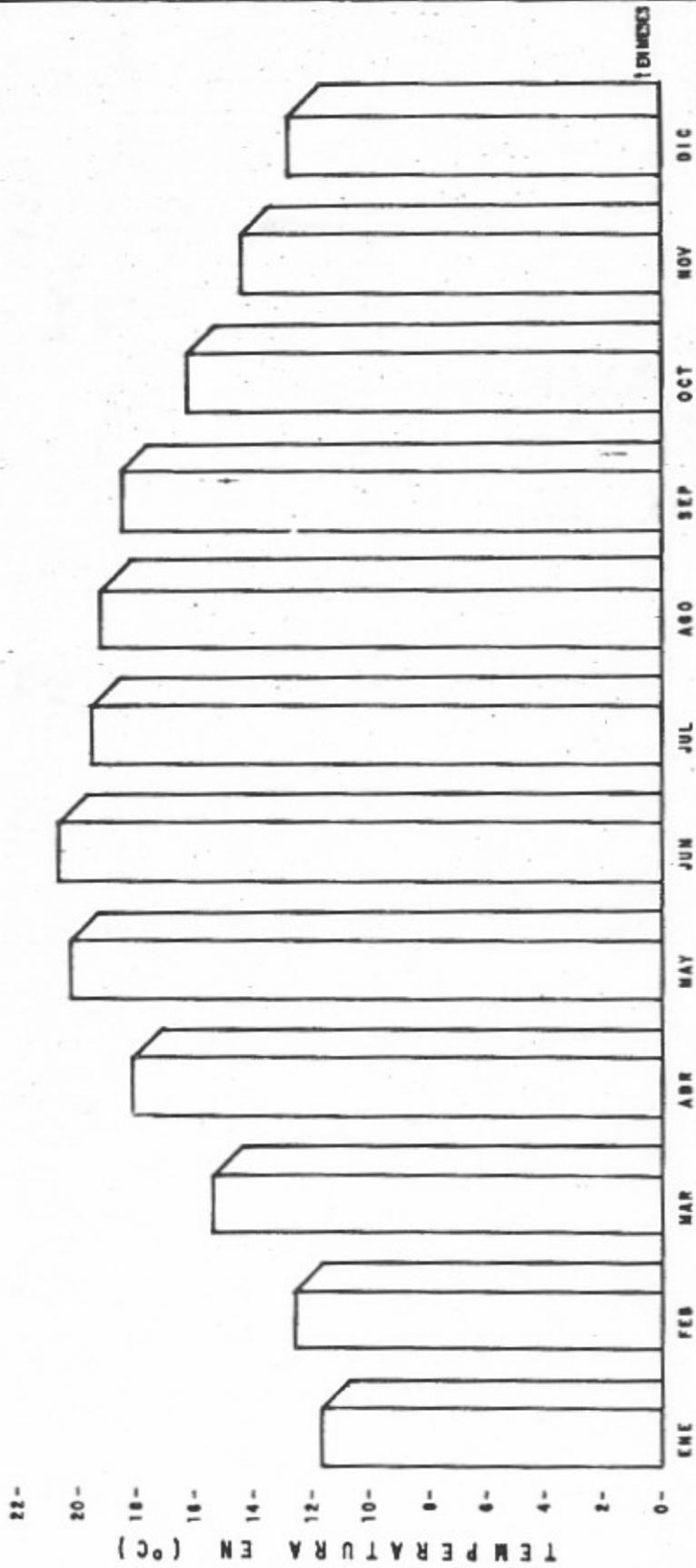


FIG. 3.4.3

dibujó: _____
 revisó: _____

T A B L A 3.4.1
Temperatura en °C

Estaciones	TEMPERATURA ANUAL EN EL PERIODO OBSERVADO										Promedio anual para el período
	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	
Loreto	*	18.5	18.0	17.5	17.7	17.7	18.4	17.9	18.0	18.3	18.0
Pinos	16.7	16.8	16.8	16.2	16.5	16.9	16.2	16.3	16.9	16.3	16.6
Villa García	16.5	17.4	19.1	*	15.2	15.2	16.1	15.6	14.1	14.5	15.9
Villa Hidalgo				*	16.5	16.3	17.5	15.5	15.1	17.2	16.4
Villa Juárez	17.1	18.4	16.8	16.0	16.3	16.5	17.1	16.4	16.3	*	16.7

* Año con datos incompleto

T A B L A 3.4.2

Temperatura en °C

Estaciones	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL												Período observado
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Loreto	12.8	13.9	16.7	19.9	21.8	22.3	21.0	20.7	19.9	18.1	15.6	13.6	1964 - 72
Pinos	12.8	13.9	16.3	18.7	19.6	19.5	18.4	18.3	17.6	15.6	15.0	13.0	1963 - 72
Villa García	11.7	12.4	15.5	18.8	19.6	19.3	18.3	17.9	17.4	15.5	13.5	11.5	1963 - 72
Villa Hidalgo	12.9	13.3	15.5	19.4	21.0	20.4	19.3	19.0	18.2	17.1	14.9	13.2	1967 - 72
Villa Juárez	11.6	12.6	15.4	18.1	20.2	20.6	19.5	19.2	18.4	16.2	14.3	12.7	1963 - 71
Suma	61.8	66.1	79.4	94.9	102.2	102.1	96.5	95.1	91.5	82.5	73.3	64.0	
Promedio	12.3	13.2	15.8	18.9	20.5	20.5	19.4	19.1	18.3	16.5	14.6	12.8	

ZONA: VILLA HIDALGO	LOCALIDAD: ZACATECAS		
FUENTE 9	MUESTRA 642	FECHA 20/VI/74	
CONDUCTIVIDAD ELECT. 868	MICROMOHS	P.H. 7.8	
ELEMENTO	HUELLA	BORO	GAMAS/LITRO

ANALISIS QUIMICO

ANIONES	P.P.M.	RECIPROCO EQUIVALENTE	UNIDAD DE REACCION	SUMA DE UNIDAD DE REACCION	%	SUMA DE %
SO ₄	50	0.0208	1.04		8.59	
Cl.	50	0.0282	1.41		11.65	
NO ₂		0.0217				
NO ₃		0.0161				
Σ A.F.				2.4500		20.24
CO ₃	12	0.0333	0.3996		3.30	
HCO ₃	156	0.0164	2.5584		21.14	
PO ₄		0.0316				
Σ A.D.				2.9580		24.44
CATIONES						
Na	54	0.0456	2.457		20.30	
K	4	0.0258	0.1032		0.90	
Li		0.1441				
NH ₄		0.0554				
Σ Alc.				2.5602		21.20
Ca	48	0.0448	2.1552			17.80
Mg	24	0.0823	1.9752			16.32
Σ T				4.1304		
					Total	100.00

COLOIDES

SiO ₂	
Al ₂ O ₃	
FeO	
MnO	
DUR. TOT.	220
SOL. TOT.	340
SOL. DIST.	
SOL. SUSP.	

Concentración Solos **Σ**

I.G.G.	
RELACIONES	
SO ₄ /Cl	0.7375
(Cl-Na)/Mg	
Na/Ca	1.1400
Na/Mg	1.2439
Mg/Ca	0.9164

12.0986 +5=

Dibujó: _____ Revisó: _____

Estudio Geométrico Preliminar de la Zona:
CALCULO DE INTERPRETACION GEOQUIMICA

TABLA 6.3.1

ZONA:	VILLA HIDALGO	LOCALIDAD:	ZACATECAS
FUENTE	18	MUESTRA	643
FECHA	20/VI/74		
CONDUCTIVIDAD ELECT.	1484	MICROMOHS	P.H. 7.7
ELEMENTO	HUELLA	BORO	GAMAS/LITRO

ANALISIS QUIMICO

ANIONES	P.P.M.	RECIPROCO EQUIVALENTE	UNIDAD DE REACCION	SUMA DE UNIDAD DE REACCION	%	SUMA DE %
SO ₄	300	0.0208	6.24		25.54	
Cl.	55	0.0282	1.551		6.35	
NO ₂		0.0217				
NO ₃		0.0161				
Σ A.F.				7.791		31.89
CO ₃	12	0.0333	0.3996		1.63	
HCO ₃	300	0.0164	4.9200		20.14	
PO ₄		0.0316				
Σ A.D.				5.3196		21.77
CATIONES						
Na	104	0.0455	4.7320		19.40	
K	8	0.0258	0.2064		0.84	
LI		0.1441				
NH ₄		0.0554				
Σ Alc.				4.9384		20.24
Ca	98	0.0449	4.4002			18.02
Mg	24	0.0823	1.9752			8.08
Σ T				6.3754		
					Total	100.00

COLOIDES		Concentración Salina M	24.4244	÷ 5 =
SiO ₂		I.G.Q.		
Al ₂ O ₃				
FeO				
MnO				
DUR. TOT.	345	RELACIONES		
SOL. TOT.	789	SO ₄ /Cl	4.0232	
SOL. DIST.		(Cl-Na)/Na		
SOL. SUSP.		Na/Ca	1.0754	
		Na/Mg	2.3957	
		Mg/Ca	0.4488	

Dibujó: _____ Revisó: _____

Estudio Geohidrológico Preliminar de la Zona:
CALCULO DE INTERPRETACION GEOQUIMICA
 Conforme _____ Aprobó _____
 Jefe de la Oficina
 Tabla 6.3.2

ZONA:	VILLA HIDALGO	LOCALIDAD:	ZACATECAS
FUENTE	157	MUESTRA	661
FECHA	23/VI/74		
CONDUCTIVIDAD ELECT.	749	MICROMOHS	P.H. 8.1
ELEMENTO	HUELLA	BORO	GAMAS/LITRO

ANALISIS QUIMICO

ANIONES	P.P.M.	RECIPROCO EQUIVALENTE	UNIDAD DE REACCION	SUMA DE UNIDAD DE REACCION	%	SUMA DE %
SO ₄	220	0.0208	4.576		28.38	
Cl.	60	0.0282	1.692		10.49	
NO ₂		0.0217				
NO ₃		0.0161				
ΣA.F.				6.268		38.87
CO ₃	27	0.0333	0.8991		5.57	
HCO ₃	150	0.0164	2.46		15.30	
PO ₄		0.0316				
ΣA.D.				3.3591		20.87
CATIONES						
Na	16	0.0455	0.728		4.51	
K	3	0.0258	0.0774		0.48	
Li		0.1441				
NH ₄		0.0554				
ΣAlc.				0.8054		4.99
Ca	46	0.0449	2.0654			12.81
Mg	44	0.0823	3.6212			22.46
ΣT				5.6866		
					Total	100.00

COLOIDES		Concentración Salina Σ	16.1191 ÷ 5 =
SiO ₂		I.G.Q.	
Al ₂ O ₃			
FeO		RELACIONES	
MnO		SO ₄ /Cl	2.7044
DUR. TOT.	300	(Cl-Na)/Na	
SOL. TOT.	547	Mg/Ca	0.3524
SOL. DIST.		Na/Mg	0.201
SOL. SUSP.		Mg/Ca	1.7532

El jefe: _____ Revisó: _____

Dirección de hidrología y de zonas áridas
 Estudio Geohidrológico Preliminar de la Zona:
 CALCULO DE INTERPRETACION GEOQUIMICA
 Conforme _____ Aprobó _____
 Jefe de Oficina
 Mes. 2.1 TABLA 6.3.19

ZONA: VILLA HIDALGO	LOCALIDAD: ZACATECA		
FUENTE 160	MUESTRA 662	FECHA 24/VI/74	
CONDUCTIVIDAD ELECT. 624	MICROMOHS	P.H. 7.7	
ELEMENTO	HUELLA	BORO	GAMAS/LITRO

ANALISIS QUIMICO

ANIONES	P.P.M.	RECIPROCO EQUIVALENTE	UNIDAD DE REACCION	SUMA DE UNIDAD DE REACCION	%	SUMA DE %
SO ₄	165	0.0208	3.4320		25.56	
Cl.	65	0.0282	1.833		13.65	
NO ₂		0.0217				
NO ₃		0.0161				
Σ A.F.				5.265		39.21
CO ₃		0.0333				
HCO ₃	222	0.0164	3.6408		27.11	
PO ₄		0.0316				
Σ A.D.				3.6408		27.11
CATIONES						
Na	60	0.0455	2.73		20.33	
K	5	0.0258	0.129		0.96	
Li		0.1441				
NH ₄		0.0554				
Σ Alc.				2.859		21.29
Ca	26	0.0449	1.1674			8.69
Mg	6	0.0823	0.4938			3.70
Σ T				1.6612		
					Total	100.00

COLOIDES		Concentración Salina Σ	13.4260	÷ 5*
SiO ₂		I.G.Q.		
Al ₂ O ₃				
FeO		RELACIONES		
MnO		SO ₄ /Cl	1.8723	
DUR. TOT.	90	(Cl-Na)/Na		
SOL. TOT.	484	Na/Ca	2.3385	
SOL. DIST.		Na/Mg	5.5285	
SOL. SUSP.		Mg/Ca	0.4229	

Dibujó: _____ Revisó: _____

Estudio Geohidrológico Preliminar de la Zona:
 CALCULO DE INTERPRETACION GEOQUIMICA
 Conforme _____ Aprobó _____
 Jefe de Oficina
 Mod. 4.1

TABLA 6.3.20

ZONA: VILLA HIDALGO LOCALIDAD: ZACATECAS
 FUENTE 164 MUESTRA 663 FECHA 24/VI/74
 CONDUCTIVIDAD ELECT. 783 MICROMOHS P.H. 8.2
 ELEMENTO HUELLA BORO GAMAS/LITRO

ANALISIS QUIMICO

ANIONES	P.P.M.	RECIPROCO EQUIVALENTE	UNIDAD DE REACCION	SUMA DE UNIDAD DE REACCION	%	SUMA DE %
SO ₄	165	0.0208	3.432		12.53	
Cl.	70	0.0282	1.974		13.20	
NO ₂		0.0217				
NO ₃		0.0161				
Σ A.F.				5.406		36.13
CO ₃	30	0.0333	0.999		6.70	
HCO ₃	180	0.0164	2.952		19.73	
PO ₄		0.0316				
Σ A.D.				3.951		26.43
CATIONES						
Na	70	0.0455	3.185		21.28	
K	3	0.0258	0.0774		0.51	
Li		0.1441				
NH ₄		0.0554				
Σ Alc.				3.2624		21.79
Ca	32	0.0449	1.4368			9.60
Mg	11	0.0823	0.9053			6.05
Σ T				2.3421		
					Total	100.00

COLOIDES		Concentración Salina Σ	14.9615	÷5 =
SiO ₂		I.G.Q.		
Al ₂ O ₃		RELACIONES		
FeO		SO ₄ /Cl	1.7386	
MnO		(Cl-Na)/Na		
DUR. TOT.	125	Nq/Co	2.2167	
SOL. TOT.	488	Na/Mg	3.5181	
SOL. DIST.		Mg/Ca	0.63	
SOL. SUSP.				

Dibujó: _____ Revisó: _____

Estudio Geohidrologico Preliminar de la Zona:
 CALCULO DE INTERPRETACION GEOQUIMICA
 Conforme _____ Aprobó _____
 Jefe de la Oficina
 Tabla 6.3.21

ZONA: VILLA HIDALGO		LOCALIDAD: ZACATECAS	
FUENTE 359	MUESTRA 697	FECHA 26/VI/74	
CONDUCTIVIDAD ELECT. 800	MICROMOHS	P.H. 8,2	
ELEMENTO	HUELLA	BORO	GAMAS/LITRO

ANALISIS QUIMICO

ANIONES	P.P.M.	RECIPROCO EQUIVALENTE	UNIDAD DE REACCION	SUMA DE UNIDAD DE REACCION	%	SUMA DE %
SO ₄	250	0.0208	5.2		35.60	
Cl.	12	0.0282	0.3348		2.30	
NO ₂		0.0217				
NO ₃		0.0161				
Σ A.F.				5.5348		37.90
CO ₃	12	0.0333	0.3996		2.73	
HCO ₃	180	0.0164	2.952		20.20	
PO ₄		0.0316				
Σ A.D.				3.3516		20.93

CATIONES						
Na	74	0.0455	3.367		23.04	
K	3	0.0258	0.0774		0.52	
Li		0.1441				
NH ₄		0.0554				
Σ Alk.				3.4444		23.56
Ca	16	0.0449	0.7184			4.91
Mg	19	0.0823	1.5637			10.70
Σ T				2.2821		
					Total	100.00

COLOIDES		Concentración Salina M	14.6129 ÷ 5
SiO ₂		I.G.Q.	
Al ₂ O ₃		RELACIONES	
FeO		SO ₄ /Cl	15.5315
MnO		(Cl-Na)/Na	
DUR. TOT.	120	Na/Ca	4.6868
SOL. TOT.	527	Na/Mg	2.1532
SOL. DIST.		Mg/Ca	2.1766
SOL. SUSP.			

Dibujó: _____ Revisó: _____

Estudio Geohidrológico preliminar de la Zona

CALCULO DE INTERPRETACION GEOQUIMICA

Conforme _____ Aprobó _____

Jefe de Oficina

Mex 11 TABLA 6.3.55

T A B L A 6.3.63

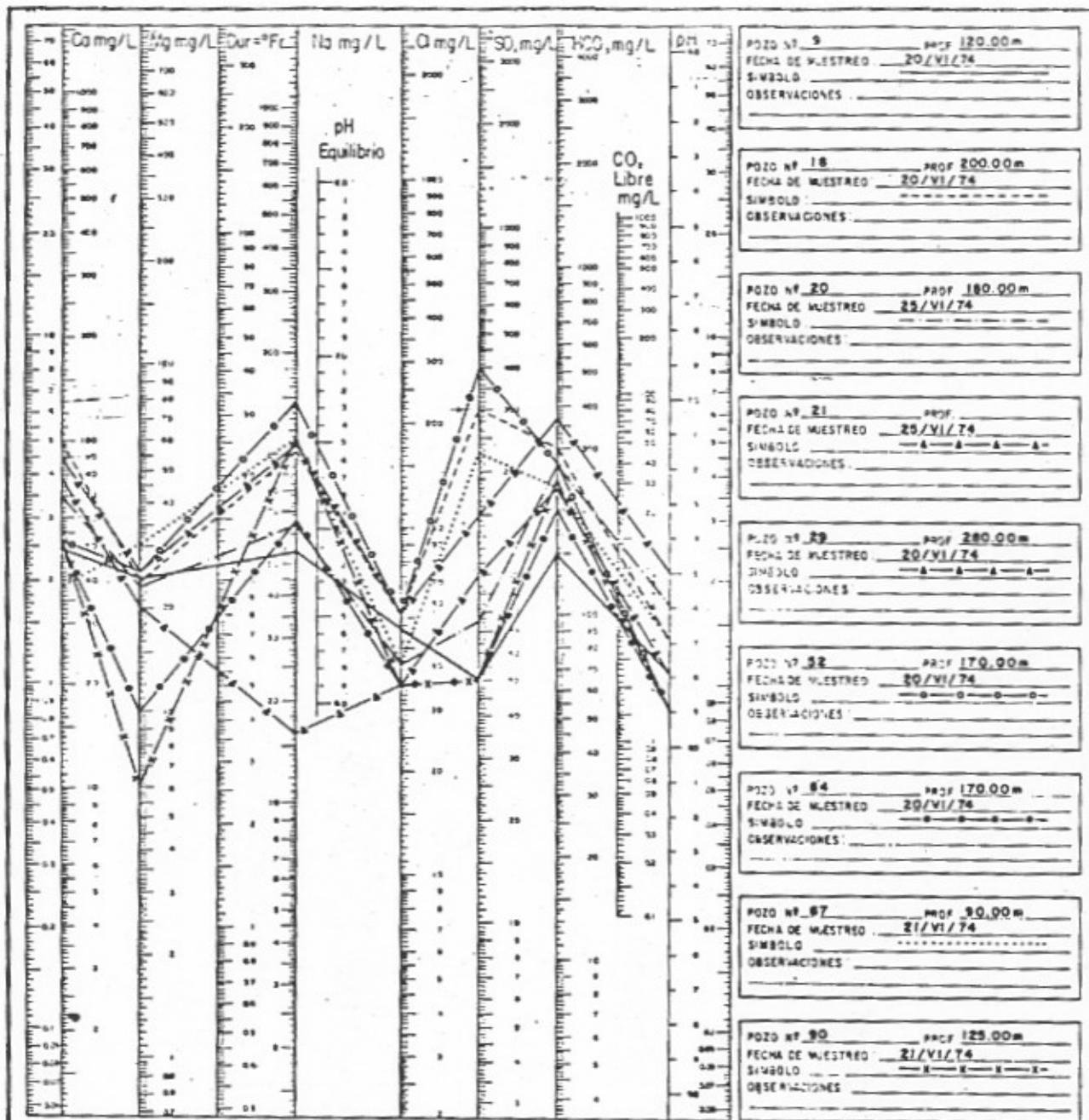
RESISTIVIDADES ELECTRICAS

CORREGIDAS A LA TEMPERATURA DE 25° C EN OHMS - M

POZO No.	RESISTIVIDAD ELECTRICA	POZO No.	RESISTIVIDAD ELECTRICA
9	11.55	206	11.76
18	6.74	211	13.19
20	9.92	215	13.05
21	12.74	219	12.00
29	7.06	222	10.92
52	6.89	231	8.57
64	10.34	235	10.92
67	8.89	237	10.92
75	10.81	240	8.33
79	10.00	268	10.53
83	10.17	272	10.53
87	10.08	276	12.50
90	10.17	277	12.50
98	11.76	289	11.06
125	12.77	291	11.66
129	12.50	293	12.12
144	13.19	296	10.53
154	11.76	298	11.11
157	13.35	301	10.53
160	16.03	302	10.53
164	12.77	338	11.76
166	12.50	341	11.76
173	12.50	348	10.53
183	12.77	350	10.53
187	12.38	353	10.08
190	12.38	355	10.72
202	13.05	359	12.50
203	13.05	389	9.52

ESTADO : ZACATECAS. RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICOS REALIZADOS A MUESTRAS DE AGUA
 ZONA : VILLA MALLER

NUMERO DE POZO PROFUNDIDAD POZO EN EL CENSO	FECHA MUESTREO	C. E. (p.p.m)	P. H.	TEMP. °C	ANIONES			CATIONES			RELACION			DUREZA TOTAL (p.p.m)	RAS	CLASIFICACION WILCOX	
					SO ₄ (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	CO ₃ (ppm)	Mg ⁺⁺ (ppm)	Ca ⁺⁺ (ppm)	Fx (ppm)	NO ₃ (ppm)	Ca ⁺⁺ (ppm)	SO ₄ / Ca ⁺⁺				NO ₃ / Ca ⁺⁺
18	20/VI/74	865	7.8	25	50	53	158	12	34	4.9	48	24	0.9184	0.7375	340	220	C ₂ -S ₁
19	20/VI/74	1484	7.7	25	300	55	300	12	104	8.0	98	24	0.4448	4.0932	789	345	C ₂ -S ₁
20	25/VI/74	1008	7.6	25	75	40	270	15	84	6.0	88	23	0.6200	1.3800	481	265	C ₂ -S ₁
21	25/VI/74	785	7.8	25	100	35	228	8	16	4.0	78	20	0.4700	2.1074	470	280	C ₂ -S ₁
22	25/VI/74	1417	7.5	25	150	35	380	8	108	8.0	88	26	0.5418	2.0118	85	330	C ₂ -S ₁
23	25/VI/74	1451	7.9	25	400	55	270	18	144	9.0	52	25	0.8912	8.2642	826	235	C ₂ -S ₁
24	25/VI/74	987	7.9	25	50	35	304	15	64	4.0	50	10	0.3903	1.0528	384	165	C ₂ -S ₁
25	25/VI/74	1125	7.7	25	225	40	228	8	112	6.0	38	30	1.4470	4.1488	587	220	C ₂ -S ₁
26	25/VI/74	925	8.0	25	25	40	204	18	84	4.0	48	8	0.3054	0.4608	345	155	C ₂ -S ₁
27	25/VI/74	1000	7.8	25	200	35	228	8	96	4.0	52	11	0.3877	4.2147	532	175	C ₂ -S ₁
28	25/VI/74	983	8.0	25	150	40	204	12	108	4.0	52	8	0.2810	2.7658	606	165	C ₂ -S ₁
29	25/VI/74	982	7.7	25	100	40	216	8	112	4.0	56	6	0.1983	1.8439	424	165	C ₂ -S ₁
30	25/VI/74	983	7.8	25	50	35	240	9	120	4.0	52	6	0.2114	1.0536	592	153	C ₂ -S ₁
31	25/VI/74	850	8.0	25	75	35	192	8	84	4.0	44	8	0.3332	1.5803	503	145	C ₂ -S ₁
32	25/VI/74	783	8	25	250	40	180	3	60	3.0	54	11	0.3733	4.8099	538	180	C ₂ -S ₁
33	25/VI/74	800	7.8	25	175	55	200	64	3.0	48	11	0.1	0.4000	2.3488	489	185	C ₂ -S ₁
34	25/VI/74	758	7.7	25	125	60	168	81	7.0	3.0	38	43	2.1893	1.5336	451	270	C ₂ -S ₁
35	25/VI/74	850	7.8	25	200	60	186	15	90	10.0	40	17	0.7760	2.7044	538	170	C ₂ -S ₁
36	25/VI/74	749	8.1	25	220	60	150	27	16	3.0	46	44	1.7532	2.7044	547	300	C ₂ -S ₁
37	25/VI/74	624	7.7	23	165	65	222	62	5.0	26	6	0.4229	1.8723	484	90	C ₂ -S ₁	
38	25/VI/74	783	8.2	23	105	70	180	30	7.0	3.0	32	11	0.6300	1.7356	488	125	C ₂ -S ₁
39	25/VI/74	800	8	23	110	85	156	30	30	3.0	40	13	0.5057	1.2462	414	165	C ₂ -S ₁
40	25/VI/74	600	7.8	23	160	70	186	24	34	3.0	44	14	0.5832	1.5803	488	170	C ₂ -S ₁
41	25/VI/74	783	7.9	23	200	60	144	30	30	4.0	40	10	0.4282	2.4580	484	140	C ₂ -S ₁
42	25/VI/74	808	8	23	150	60	180	37	10.0	44	8	0.2499	1.8439	448	135	C ₂ -S ₁	
43	25/VI/74	908	7.8	23	100	60	180	12	70	2.0	38	16	0.7717	0.8185	438	160	C ₂ -S ₁
44	25/VI/74	766	7.9	23	100	50	168	12	84	9.0	38	6	0.2884	1.4751	374	120	C ₂ -S ₁
45	25/VI/74	766	7.9	23	800	40	168	15	42	3.0	32	2	0.1148	2.6879	448	90	C ₂ -S ₁
46	25/VI/74	850	7.8	23	300	50	180	8	34	2.0	44	17	0.7081	2.9503	497	180	C ₂ -S ₁
47	25/VI/74	758	7.5	23	100	35	192	8	40	11.0	44	7	0.2818	1.341	368	140	C ₂ -S ₁
48	25/VI/74	766	7.7	23	200	45	192	6	22	8.0	48	10	0.3818	2.2781	501	160	C ₂ -S ₁
49	25/VI/74	833	7.8	23	100	60	168	15	42	5.0	44	10	0.4165	0.8195	427	150	C ₂ -S ₁
50	25/VI/74	916	7.7	23	250	70	192	9	40	5.0	60	12	0.3885	2.0342	643	200	C ₂ -S ₁
51	25/VI/74	1187	7.6	23	200	60	180	82	5.0	60	10	0.3665	1.6390	542	200	C ₂ -S ₁	
52	25/VI/74	916	7.9	23	300	30	168	18	128	10.0	48	24	0.9184	7.3753	588	220	C ₂ -S ₁
53	25/VI/74	916	8	23	200	50	216	8	82	3.0	52	12	0.4229	2.9503	536	180	C ₂ -S ₁
54	25/VI/74	1200	8	23	250	50	300	18	70	3.0	68	17	0.4282	2.6879	703	240	C ₂ -S ₁
55	25/VI/74	960	7.9	23	200	40	216	12	80	11.0	58	12	0.4220	3.6879	532	180	C ₂ -S ₁
56	25/VI/74	950	7.7	23	200	60	216	12	92	11.0	48	10	0.3818	2.4586	548	160	C ₂ -S ₁
57	25/VI/74	800	7.7	23	200	50	216	12	70	5.0	52	5	0.1762	2.9503	535	150	C ₂ -S ₁
58	25/VI/74	800	8.1	23	100	30	192	18	84	9.0	32	26	1.4892	2.4586	396	190	C ₂ -S ₁
59	25/VI/74	904	8	23	200	50	192	18	70	4.0	52	5	0.1762	2.9503	817	150	C ₂ -S ₁
60	25/VI/74	858	7.7	23	150	30	228	12	84	2.0	40	19	0.8708	3.6879	488	180	C ₂ -S ₁
61	25/VI/74	825	8.1	23	200	40	204	18	25	1.0	48	14	0.5348	4.6099	574	180	C ₂ -S ₁
62	25/VI/74	950	8	23	150	50	204	18	74	1.5	48	7	0.2873	2.2127	477	160	C ₂ -S ₁
63	25/VI/74	900	7.6	23	250	40	240	12	74	5.0	58	1	0.0318	4.6099	601	150	C ₂ -S ₁
64	25/VI/74	950	8.0	23	250	50	228	18	82	5.0	48	14	0.5348	2.6879	608	180	C ₂ -S ₁
65	25/VI/74	850	8.1	23	200	50	192	12	25	1.0	52	7	0.2487	2.9503	477	160	C ₂ -S ₁
66	25/VI/74	850	8.1	23	200	50	204	12	34	3.0	32	24	1.3747	2.9503	522	180	C ₂ -S ₁
67	25/VI/74	950	8.1	23	200	40	192	12	74	2.5	32	5	0.2864	3.6879	481	100	C ₂ -S ₁
68	25/VI/74	950	8.1	23	100	40	168	18	84	3.0	34	2	0.1527	1.8439	402	70	C ₂ -S ₁
69	25/VI/74	992	8.1	23	200	40	204	18	54	2.5	40	2	0.0918	2.6879	650	110	C ₂ -S ₁
70	25/VI/74	933	8.1	23	200	50	204	18	70	5.0	28	7	0.4582	3.6879	607	100	C ₂ -S ₁
71	25/VI/74	800	8.2	23	250	50	180	12	74	3.0	16	19	2.1768	3.6879	527	120	C ₂ -S ₁
72	25/VI/74	1050	8.1	23	200	30	228	12	92	3.0	40	14	0.6415	4.9172	624	160	C ₂ -S ₁



POZO N° 9 PROF 120.00m
 FECHA DE MUESTREO 20/VI/74
 SIMBOLO
 OBSERVACIONES

POZO N° 18 PROF 200.00m
 FECHA DE MUESTREO 20/VI/74
 SIMBOLO
 OBSERVACIONES

POZO N° 20 PROF 180.00m
 FECHA DE MUESTREO 25/VI/74
 SIMBOLO
 OBSERVACIONES

POZO N° 21 PROF
 FECHA DE MUESTREO 25/VI/74
 SIMBOLO
 OBSERVACIONES

POZO N° 29 PROF 280.00m
 FECHA DE MUESTREO 20/VI/74
 SIMBOLO
 OBSERVACIONES

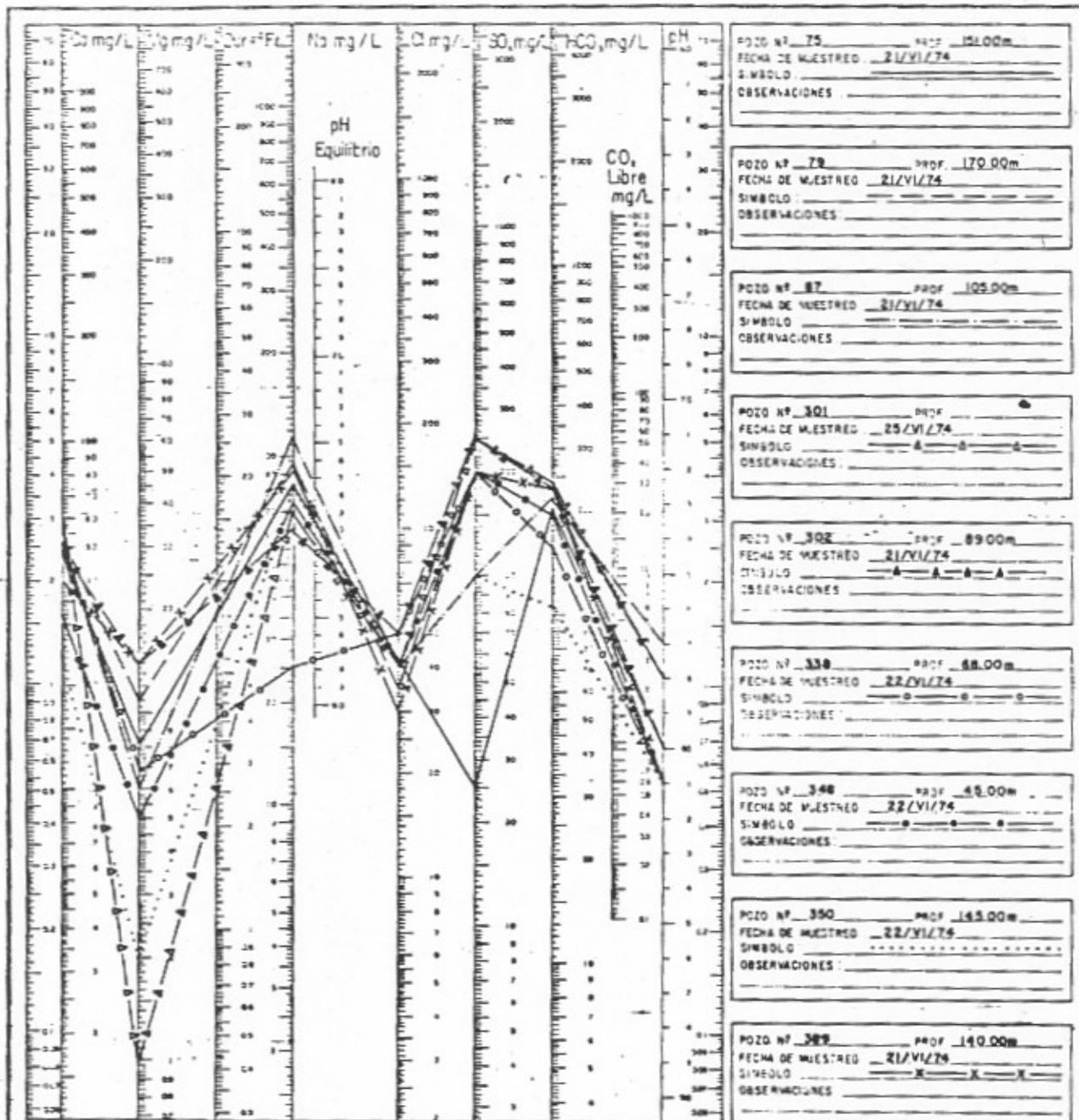
POZO N° 32 PROF 170.00m
 FECHA DE MUESTREO 20/VI/74
 SIMBOLO
 OBSERVACIONES

POZO N° 34 PROF 170.00m
 FECHA DE MUESTREO 20/VI/74
 SIMBOLO
 OBSERVACIONES

POZO N° 37 PROF 90.00m
 FECHA DE MUESTREO 21/VI/74
 SIMBOLO
 OBSERVACIONES

POZO N° 39 PROF 125.00m
 FECHA DE MUESTREO 21/VI/74
 SIMBOLO
 OBSERVACIONES

INSTITUTO MEXICANO DE INVESTIGACIONES Y EVALUACIONES DE RECURSOS HÍDRICOS, S.A.
DIAGRAMA DE SCHOELLER
 CANTONAL EL DIRECTOR
 ASESOR
 FIGURA 6.5.1



INSTITUTO GEOLOGICO NACIONAL DE LA CIUDAD DE
VILLA HERRERA, S.A.
DIAGRAMA DE SCHOELLER
Cada uno EL DIRECTOR GEOLOGICO VILLAS
Aprobado
FIGURA 6.5.2

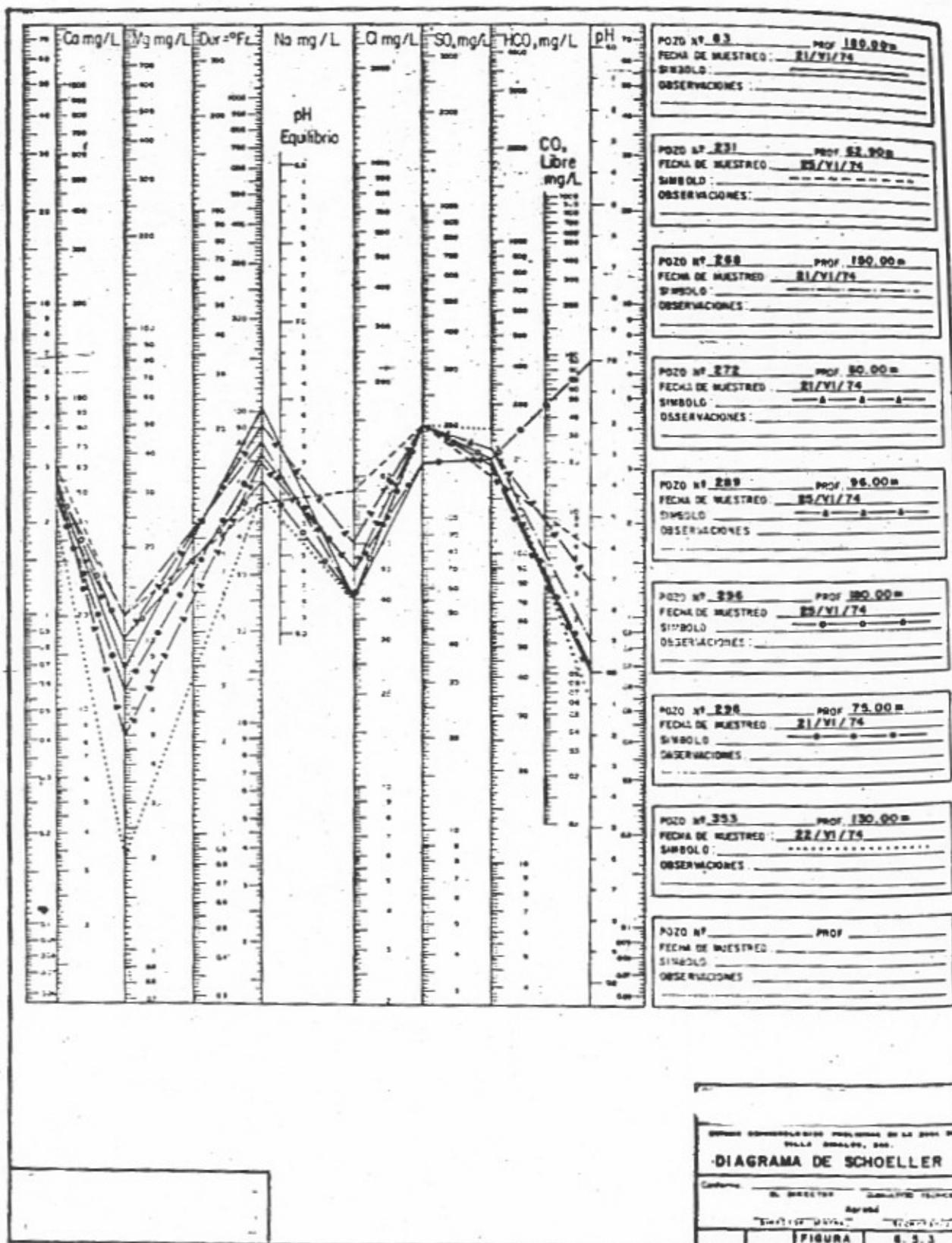


DIAGRAMA DE SCHOELLER

El Director: *[Signature]*

Asesor: *[Signature]*

FIGURA 8.5.3

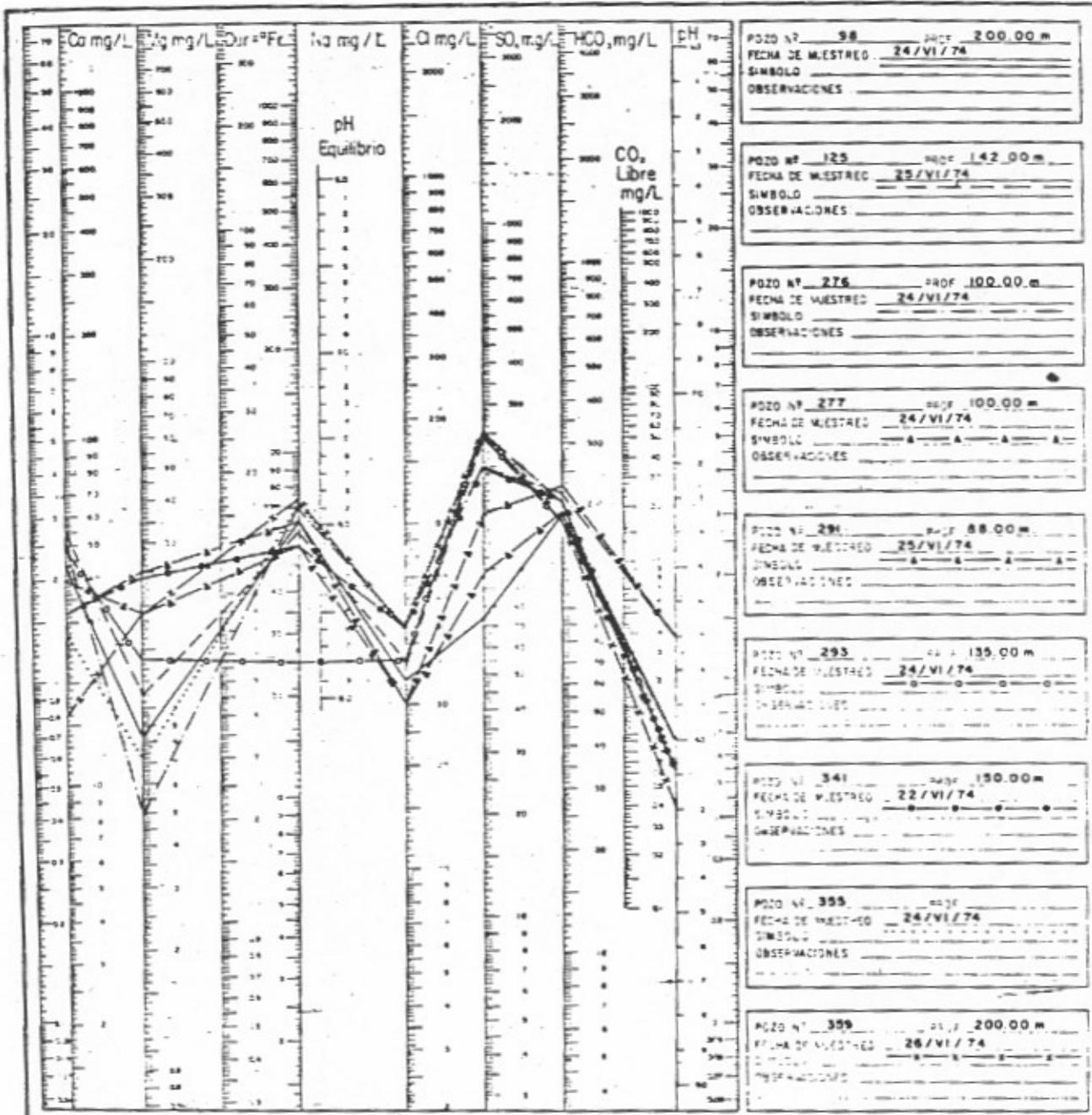
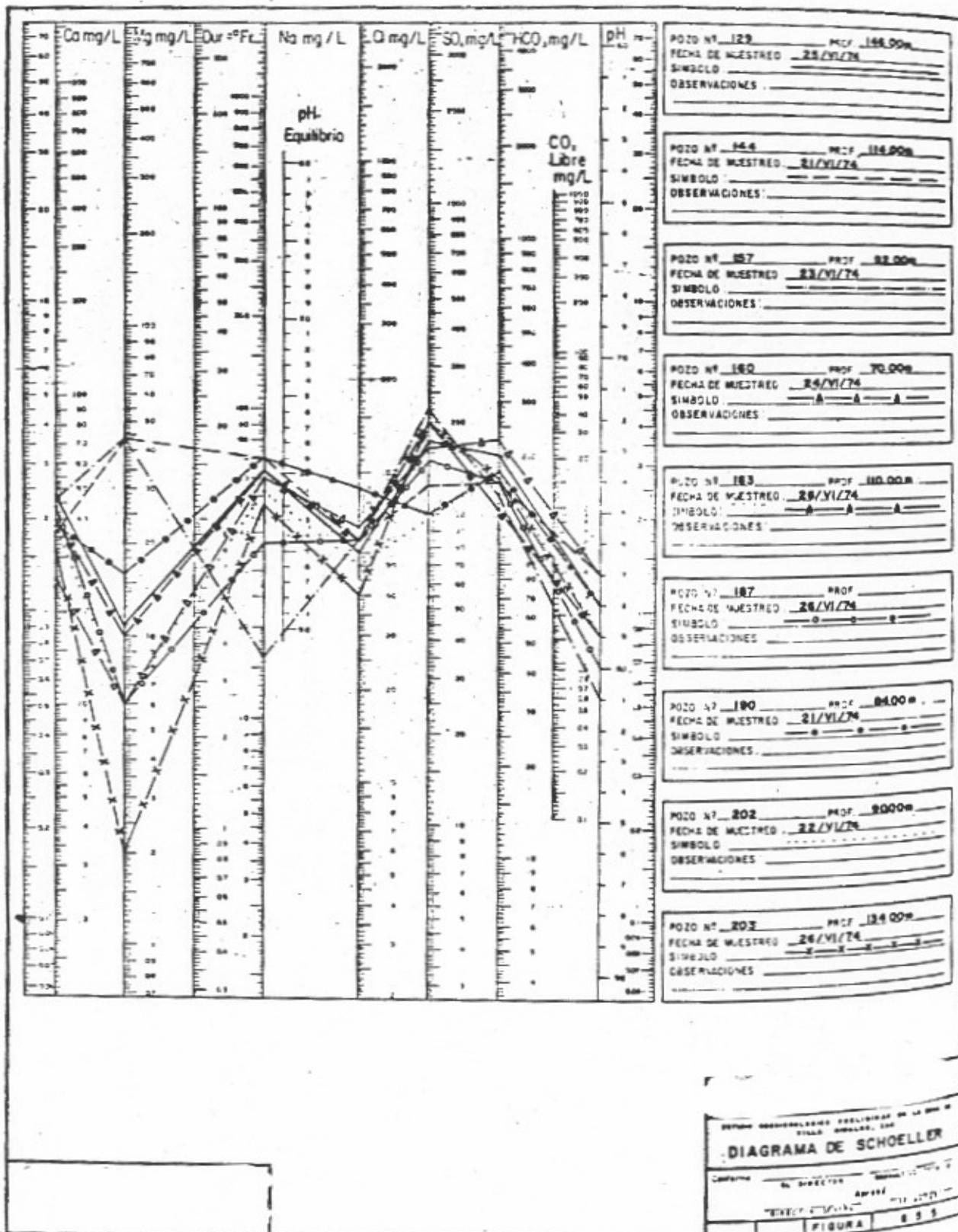


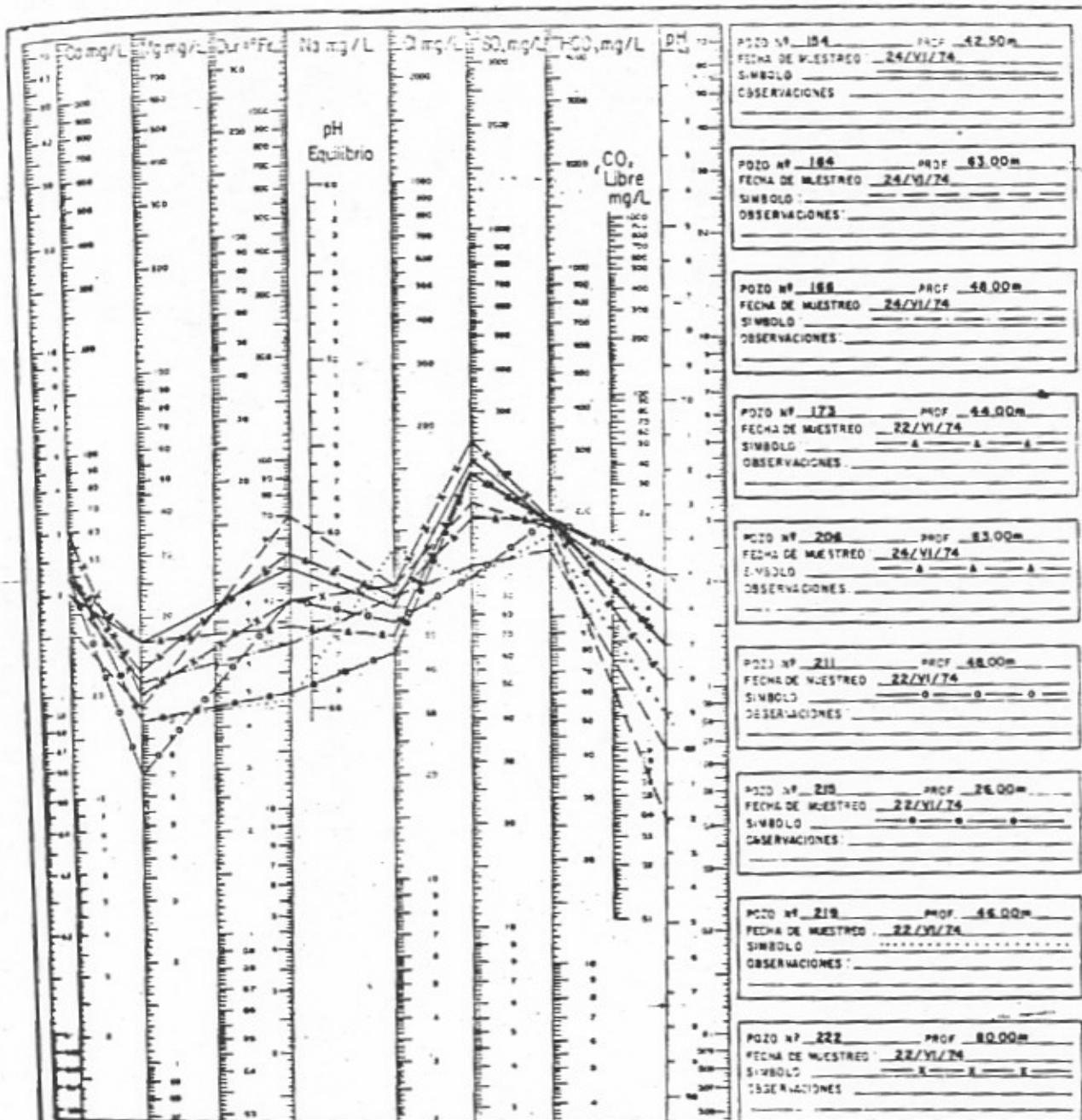
DIAGRAMA DE SCHOELLER

El Director

Aprata

FIGURA 6.2.4





INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES DE LA ZONA DE
 TRUJILLO, S.A.
DIAGRAMA DE SCHOELLER
 Contorno: EL MUESTREO: 24/VI/74
 Escala: 1:1000
 FIGURA 6.3.6

ESTADO ZACATECAS ZONA VILLA HIDALGO AÑO 1974-1976

TABLA 7.2.1

NIVELES PIEZOMETRICOS

ESTADO ZACATECAS

ZONA VILLA HIDALGO

AÑO 1974-1976

POZO Nº	Nº DE CUADRO	COORDENADAS UTM	1974 MAYO	1974 JUNIO	1974 JULIO	1974 AGOSTO	1974 SEPT	1974 OCTUBRE	1975 SEPT	1975 AGOSTO
8	17	2110,100	15,00	14,76	15,28	15,50	15,35	15,55	29,06	2080,12
		PNE	2103,18	2103,42	2102,90	2102,68	2102,63	2102,63	2080,12	2080,12
10	17	2130,050	33,74	34,43	35,48	35,13	35,30	35,00	35,16	2101,00
		PNE	2104,32	2103,03	2102,99	2103,38	2102,78	2102,28	2101,00	2101,00
18	24	2104,760	85,78*	50,21	59,74	60,23	60,87	60,06	60,36	2104,40
		PNE	2079,98	2105,55	2105,02	2104,53	2103,09	2104,70	2104,40	2104,40
20	17	2144,250	74,00*	54,40	2000,01	2007,72	2008,56	2008,53	2009,70	2009,70
		PNE	2081,01	2102,17	2102,30	2101,12	2101,42	2101,42	2109,00	2109,00
21	18	2150,500	10,50	10,49	11,03	11,03	10,50	10,55	11,12	2100,01
		PNE	2100,63	2100,29	2100,64	2100,10	2100,57	2100,57	2100,01	2100,01
28	18	2111,120	37,50	38,71	38,70	38,87	38,96	39,00	39,49	2100,01
		PNE	2100,29	2100,29	2100,30	2100,03	2100,04	2100,00	2099,61	2099,61
30	18	2138,900	68,15	68,30	68,33	68,29	68,22	68,21	68,41	2115,71
		PNE	2115,77	2115,82	2115,59	2115,63	2115,70	2115,70	2115,71	2115,71
33	24	2183,920	14,60	14,55	14,43	14,49	14,43	14,46	14,59	2125,24
		PNE	2125,23	2125,28	2125,40	2125,34	2125,40	2125,37	2125,24	2125,24
39	11	2139,800	20,78	20,87	20,74	20,79	20,78	20,79	20,79	2118,72
		PNE	2118,73	2118,64	2118,77	2118,70	2118,73	2118,72	2118,72	2118,72
41	12	2139,510	34,22*	27,55	28,03	28,77	27,50	28,08	27,04	2101,58
		PNE	2094,40	2101,07	2100,70	2097,05	2101,12	2100,58	2101,58	2101,58
52	17	2120,610	30,00	35,35	32,85	30,20	29,72	29,36	27,70	2102,12
		PNE	2094,47	2094,47	2090,07	2090,62	2100,10	2100,40	2102,12	2102,12
63	22	2120,810	65,17*	37,59	39,15	38,00	37,51	37,06	37,06	2102,07
		PNE	2075,76	2101,54	2093,98	2101,13	2101,62	2102,07	2102,07	2102,07
64	22	2130,130	63,13*	40,60	41,23	41,23	41,07	41,12	40,72	2102,77
		PNE	2090,30	2102,09	2102,09	2102,26	2102,42	2102,37	2102,77	2102,77
67	23	2143,400	63,57*	58,94	58,94	58,02	57,99	58,45	59,45	2099,61
		PNE	2090,40	2100,12	2100,12	2101,04	2101,04	2100,61	2099,61	2099,61
75	21	2150,050	68,17*	37,87	38,62	39,21	38,87	38,87	39,49	2101,55
		PNE	2071,05	2102,35	2101,60	2101,01	2101,55	2101,55	2101,73	2101,73
77	22	2140,210	68,88*	36,27	37,13	35,58	35,21	36,31	36,01	2100,07
		PNE	2067,20	2069,81	2098,95	2100,50	2100,87	2099,77	2100,07	2100,07
79	22	2136,070	81,80*	37,47	37,47	37,98	36,86	37,44	37,28	2098,03
		PNE	2074,23	2098,04	2098,04	2098,13	2098,25	2098,57	2098,03	2098,03

* NIVEL BARRICA
PNE PROFUNDIDAD AL NIVEL ESTÁTICO EN M
EN M.E. ELECCIÓN DE NIVEL ESTÁTICO EN M.E.

TABLA 7.2.1
N I V E L E S P I E Z O M E T R I C O S

(2/5)

AÑO 1974-1975

ESTADO ZACATECAS ZONA VILLA HIDALGO

POZO Nº	Nº DE CUADRO	HOSPITAL DEL POZO	ELEVACION BANCAL M.S.N.M.	1974 MAYO	1974 JUNIO	1974 JULIO	1974 AGOSTO	1974 SEPT.	1974 OCTUBRE	1975 SEPT.	1975 OCTUBRE
87	16	105.00	2126.046	62.56* Elev. NE 2063.49	31.13 2094.92	26.97 2097.08	27.47 2098.21	26.84 2098.21	26.92 2097.13	26.84 2098.21	26.84 2098.21
90	16	125.00	2125.052	53.95* Elev. NE 2071.10	33.03 2091.12	32.15 2092.90	29.77 2095.28	24.50 2100.85	28.34 2096.71	24.50 2100.85	24.50 2100.85
98	16	200.00	2122.048	24.44 Elev. NE 2098.51	21.33 2101.82	21.50 2102.27	20.68 2101.42	17.17 2095.76	21.53 2101.42	17.17 2095.76	17.17 2095.76
107	5	125.00	2186.260	8.61 Elev. NE 2177.65	9.15 2177.11	9.30 2177.96	9.39 2176.87	9.04 2177.22	9.04 2177.22	9.04 2177.22	9.04 2177.22
122	10	48.00	2181.005	10.59 Elev. NE 2170.44	10.62 2170.41	10.64 2170.43	10.64 2170.39	10.67 2170.36	10.72 2170.31	11.31 2169.73	11.31 2169.73
125	9	142.00	2131.446	28.22 Elev. NE 2103.23	28.62 2102.63	28.00 2103.43	28.22 2103.23	28.04 2102.69	28.76 2102.69	28.16 2102.20	28.16 2102.20
129	15	146.00	2142.146	37.91 Elev. NE 2104.24	38.51 2103.64	38.56 2103.59	38.76 2103.38	38.53 2103.52	38.65 2103.50	38.97 2102.18	38.97 2102.18
131	15	97.00	2149.858	45.47* Elev. NE 2104.39	41.35 2108.51	42.99 2106.87	42.50 2107.36	41.08 2107.90	42.76 2107.10	42.37 2097.49	42.37 2097.49
144	0	114.00	2136.169	28.50 Elev. NE 2107.87	29.10 2107.07	28.61 2107.56	28.24 2107.63	28.08 2108.08	28.35 2107.82	28.57 2106.80	28.57 2106.80
150	3	70.00	2132.163	38.56* Elev. NE 2093.60	22.83 2109.23	22.78 2109.38	22.50 2109.66	22.49 2109.73	22.49 2109.67	23.69 2108.87	23.69 2108.87
151	3	90.00	2131.484	28.40* Elev. NE 2103.06	24.32 2107.14	23.77 2107.69	23.75 2107.70	23.27 2108.19	23.63 2107.83	33.44 2098.02	33.44 2098.02
153	3	45.00	2138.637	30.69 Elev. NE 2107.93	33.50* 2105.14	30.93 2107.71	30.71 2107.63	30.43 2108.21	30.82 2107.82	31.88 2107.06	31.88 2107.06
154	3	42.50	2138.592	31.09 Elev. NE 2108.49	32.45 2107.13	31.94 2107.64	31.88 2107.70	31.43 2108.15	31.85 2107.73	32.11 2107.57	32.11 2107.57
155	0		2129.332	20.43 Elev. NE 2108.90	21.51 2107.82	21.33 2108.00	21.28 2108.05	21.09 2108.24	21.24 2108.09	46.84 2092.39	46.84 2092.39
157	9	92.00	2130.194	39.22* Elev. NE 2090.97	20.64 2109.55	20.59 2109.60	20.54 2109.65	20.38 2109.81	20.56 2109.63	21.25 2109.84	21.25 2109.84
160	9	70.00	2130.129	21.97 Elev. NE 2108.19	22.08 2108.20	21.88 2108.31	21.79 2108.34	21.62 2108.51	21.78 2108.35	45.49 2093.67	45.49 2093.67
164	0	63.00	2130.465	42.36* Elev. NE 2088.10	23.23 2107.83	22.63 2107.83	22.71 2107.75	22.31 2108.15	22.47 2107.99	38.50 2091.80	38.50 2091.80
166	0	48.00	2130.692	22.22 Elev. NE 2108.47	20.40 2107.29	22.93 2107.76	22.70 2107.69	22.51 2108.18	22.99 2107.60	28.40 2102.29	28.40 2102.29

* NIVEL BANCAL
Elev. NE PROFUNDOS AL NIVEL ESTADÍSTICO EN M.
Elev. NE ELECCION DE NIVEL ESTADÍSTICO EN M.S.N.M.

ESTADO ZACATECAS ZONA VILLA HIDALGO AÑO 1974-1976

TABLA 7.2.1 NIVELES PIEZOMETRICOS

POZO Nº	HP DE INVERSIÓN (ML POZO CUADRO)	ELEVACION PROCAL (M)	1974 MAYO	1974 JUNIO	1974 JULIO	1974 AGOSTO	1974 SEP	1974 OCTUBRE	1975 SEP
173	2	44.00	2133.604	25.19 2108.41	26.15 2107.45	25.97 2107.83	26.04 2107.56	25.42 2108.18	31.03 2102.67
174	9	70.00	2130.946	21.49 2109.46	21.05 2109.00	22.10 2108.85	22.24 2108.81	22.40 2108.65	23.59 2107.36
180	9	60.00	2132.973	39.04* 2093.33	24.87 2108.10	24.91 2108.06	24.89 2108.08	24.86 2108.17	39.96 2093.09
183	9	110.00	2135.173	26.96 2108.21	27.64 2107.53	27.61 2107.56	27.61 2107.56	27.63 2107.54	28.61 2100.00
187	9		2132.705	25.36 2107.34	27.14 2105.60	27.14 2105.56	26.05 2104.65	27.45 2105.25	59.56 2073.12
190	9	84.00	2140.526	35.22 2105.31	35.38 2105.14	35.46 2105.07	35.26 2105.27	35.26 2105.27	62.43 2078.10
199	9	81.00	2134.475	28.30* 2106.17	27.11 2107.36	28.79 2107.68	28.58 2107.89	28.23 2108.24	27.06 2107.42
202	9	90.00	2138.605	55.48* 2083.12	30.15 2108.45	29.87 2108.73	29.88 2108.44	29.16 2109.44	64.95 2073.66
203	8	134.00	2144.644	38.81* 2105.83	36.67 2107.97	36.20 2108.44	36.35 2108.29	34.72 2109.02	73.97 2070.67
206	8	83.00	2136.550	30.92 2107.63	31.54 2107.01	30.96 2107.59	31.26 2107.27	30.47 2108.08	31.53 2107.02
209	8		2141.636	33.84 2107.80	33.29 2107.76	32.23 2108.22	33.88 2107.76	33.42 2108.22	34.11 2107.63
211	2	48.00	2135.825	32.64 2107.10	33.29 2106.54	32.23 2107.60	31.05 2107.88	31.46 2108.37	32.24 2107.66
215	2	26.00	2128.194	20.23 2107.06	20.77 2107.42	20.58 2107.81	20.26 2107.91	19.90 2108.29	20.48 2107.70
219	2	46.00	2126.548	18.94 2107.81	19.15 2107.40	18.90 2107.83	18.64 2107.81	18.27 2108.28	18.88 2107.67
221	8	52.00	2157.208	49.65 2107.59	46.54 2108.70	49.38 2107.88	49.16 2108.08	48.66 2108.38	49.70 2107.64
222	7	80.00	2164.183	36.35 2107.83	56.20 2107.98	56.54 2107.64	56.22 2107.88	55.92 2108.28	56.71 2068.47
224	2		2154.482	40.00 2108.46	46.67 2107.81	46.62 2107.88	46.07 2107.81	46.16 2108.32	53.67 2100.91
227	9	90.00	2153.054	39.51 2114.44	39.63 2114.32	39.52 2114.43	39.66 2114.29	39.60 2114.35	62.40 2091.85

* NIVEL DINAMICO
P.N.E. PROFUNDIDAD AL NIVEL ESTÁTICO EN M.
Elevación de nivel estático en m.

ESTADO ZACATECAS ZONA VILLA HIDALGO

TABLA 7.2.1

NIVELES PIEZOMETRICOS

AÑO 1974-1975
1973

POZO NO. CUADRO	PROFUNDIDAD DEL POZO	ELEVACION BANCAL M.S.N.M.	1974 MAYO	1974 JUNIO	1974 JULIO	1974 AGOSTO	1974 SEP	1974 OCTUBRE	1975 SEP
231	14	62.00	2161.66B P.N.E. 41.32 2120.35	41.67 2120.20	41.67 2120.20	41.63 2120.24	41.62 2120.25	41.39 2120.48	41.64 2120.03
235	19	124.00	2101.152 P.N.E. 2116.38 37.03	37.13 2133.20	33.65 2138.68	33.79 2134.39	33.52 2133.83	33.61 2133.54	33.61 2133.54
237	19	100.00	2191.696 P.N.E. 2154.47 11.90	2.00 2154.37	2.37 2158.05	2.39 2157.91	2.22 2158.18	2.13 2158.09	2.13 2158.09
240	**	70.00	2256.024 P.N.E. 2244.96 50.26	51.39 2253.92	50.67 2254.45	51.40 2254.53	51.86 2254.60	51.51 2254.69	52.58 2254.69
252	22		2150.985 P.N.E. 2100.73 36.97	37.86 2099.60	38.00 2100.32	38.92 2099.99	36.50 2099.13	36.03 2099.48	37.58 2098.41
261	15	150.00	2138.029 P.N.T. 2101.96 62.13	43.39 2101.07	42.84 2102.93	43.80 2102.01	42.02 2102.43	43.52 2102.10	42.22 2101.35
268	15	150.00	2146.703 P.N.E. 2484.00 45.50	2103.54 2106.90	2104.09 2106.70	2103.13 2107.01	2104.01 2107.30	2103.41 2107.09	2104.71 2108.02
272	21	60.00	2152.655 P.N.E. 2107.15 24.96	24.10 2106.90	22.97 2107.70	23.05 2107.01	22.65 2107.30	23.06 2107.09	23.13 2108.02
276	9	100.00	2127.112 P.N.L. 2102.15 24.01	2103.01 24.49	2104.14 24.41	2104.00 24.32	2104.40 24.36	2103.85 24.91	2052.98 66.14
277	16	100.00	2127.405 P.N.E. 2103.18 2.57	2103.00 2.65	2103.08 2.65	2103.17 2.62	2103.13 2.66	2102.58 3.00	2061.36 3.00
283	**		2207.394 P.N.L. 2204.02 50.30	2204.74 50.70	2204.74 50.00	2204.77 50.35	49.61 2107.60	50.37 2107.13	60.28 2107.22
290	14	96.00	2157.501 P.N.E. 2107.20 30.26	2107.24 30.80	2106.64 30.15	2107.19 29.48	2107.60 29.33	2107.13 29.81	2107.22 30.04
291	10	88.00	2136.956 P.N.E. 2106.60 37.51	2106.16 19.94	2106.81 19.45	2107.48 19.72	2107.63 19.20	2107.35 19.82	2108.02 19.56
292	9	129.00	2129.068 P.N.L. 2092.06 32.58	2107.93 33.25	2110.42 32.89	2110.15 33.50	2110.67 33.19	2110.05 33.45	2110.31 33.45
296	15	180.00	2136.277 P.N.E. 2103.70 49.10	2103.03 47.34	2103.39 47.56	2102.72 47.95	2103.06 46.46	2102.83 46.04	2084.70 49.06
298	14	75.00	2154.119 P.N.E. 2105.02 46.09	2106.78 46.91	2106.56 46.91	2106.17 47.20	2107.72 46.69	2107.18 47.07	2106.06 47.88
302	22	89.00	2149.055 P.N.E. 2102.07 14.91	2102.14 14.55	2102.14 14.52	2101.85 14.51	2102.36 15.03	2101.98 15.00	2101.19 15.00
313	**		2375.651 P.N.E. 2360.74 14.91	2361.10 14.55	2361.13 14.52	2361.14 14.51	2360.62 15.03	2360.65 15.00	2360.65 15.00

* NIVEL OBSERVADO

P.N.E. = PROFUNDIDAD AL NIVEL OBSERVADO EN M.

P.N.L. = ELEVACION DEL NIVEL OBSERVADO EN M.S.N.M.

TABLA T. E. 1
NIVELES PIEZOMETRICOS

AÑO 1974-1975
1973

ESTADO ZACATECAS - ZONA VILLA HIDALGO

FOZ Nº	Nº DE CUADRO	PROFUNDIDAD DEL POZO	ELEVACION BANCAL M.S.N.	1974 MAYO	1974 JUNIO	1974 JULIO	1974 AGOSTO	1974 SEP.	1974 OCTUBRE	1975 SEP.
315	**	120.00	2317.603	11.34 2305.59 36.51	12.00 2305.59 36.51	11.00 2305.60 36.56	11.62 2305.07 36.56	11.55 2306.40 36.57	11.13 2306.40 36.57	
316	**	93.00	2207.058	2170.55 21.86	2170.19 21.80	2170.50 21.84	2170.48 21.86	2170.49 21.84	2170.49 21.85	21.78
326	11	162.00	2146.720	2124.87 20.85	2124.83 19.07	2124.89 19.73	2124.87 19.85	2124.80 19.30	2124.88 20.00	2124.85 40.83
338	16	68.00	2123.197	2102.55 18.65	2103.23 23.31	2103.47 24.56	2103.35 23.05	2103.90 21.98	2103.11 21.95	2002.07 37.21
341	10	150.00	2129.601	2110.81 14.18	2106.25 14.41	2105.00 14.79	2106.51 14.76	2107.58 14.52	2107.61 14.16	2092.35 14.08
348	18	45.00	2117.705	2103.52 14.89	2103.29 15.58	2102.81 14.00	2102.94 18.02	2103.18 14.95	2103.54 14.87	2102.83 13.16
350	18	145.00	2115.785	2101.07 43.40*	2100.18 30.09	2100.83 30.35	2100.67 31.85	2100.81 30.28	2100.80 28.98	2102.50 32.13
353	15	130.00	2132.168	2088.77 27.32	2101.18 27.03	2101.82 27.05	2100.32 28.31	2101.89 27.72	2102.19 28.24	2100.04 28.32
355	16		2128.254	2100.93 38.75*	2100.32 25.76*	2100.30 18.37	2099.94 19.30	2100.53 18.16	2100.01 18.60	2099.93 20.70
359	18	200.00	2123.430	2084.69 3.64	2097.68 3.63	2105.07 3.61	2104.14 3.65	2105.28 3.74	2104.84 3.70	2102.74
360	14		2179.080	2175.45 15.30	2175.46 15.24	2175.48 15.25	2175.44 15.22	2175.95 15.22	2175.30 15.27	2175.30 15.30
384	21	60.00	2172.784	2157.49 73.81	2157.55 74.50	2157.54 74.26	2157.57 74.14	2157.57 74.13	2157.52 74.07	2157.40
388	**		2202.518	2128.71 56.03*	2128.02 50.22	2128.26 50.69	2128.38 50.76	2128.30 50.72	2128.45 51.07	52.26
389	22	140.00	2152.488	2006.43	2102.84	2101.77	2101.70	2101.74	2101.39	2100.21

* NIVEL MINIMIZADO
P.N.E. PROFUNDIDAD AL NIVEL ESTADICO EN M.
Elev. N.E. ELEVACION DE NIVEL ESTADICO EN M.S.N.

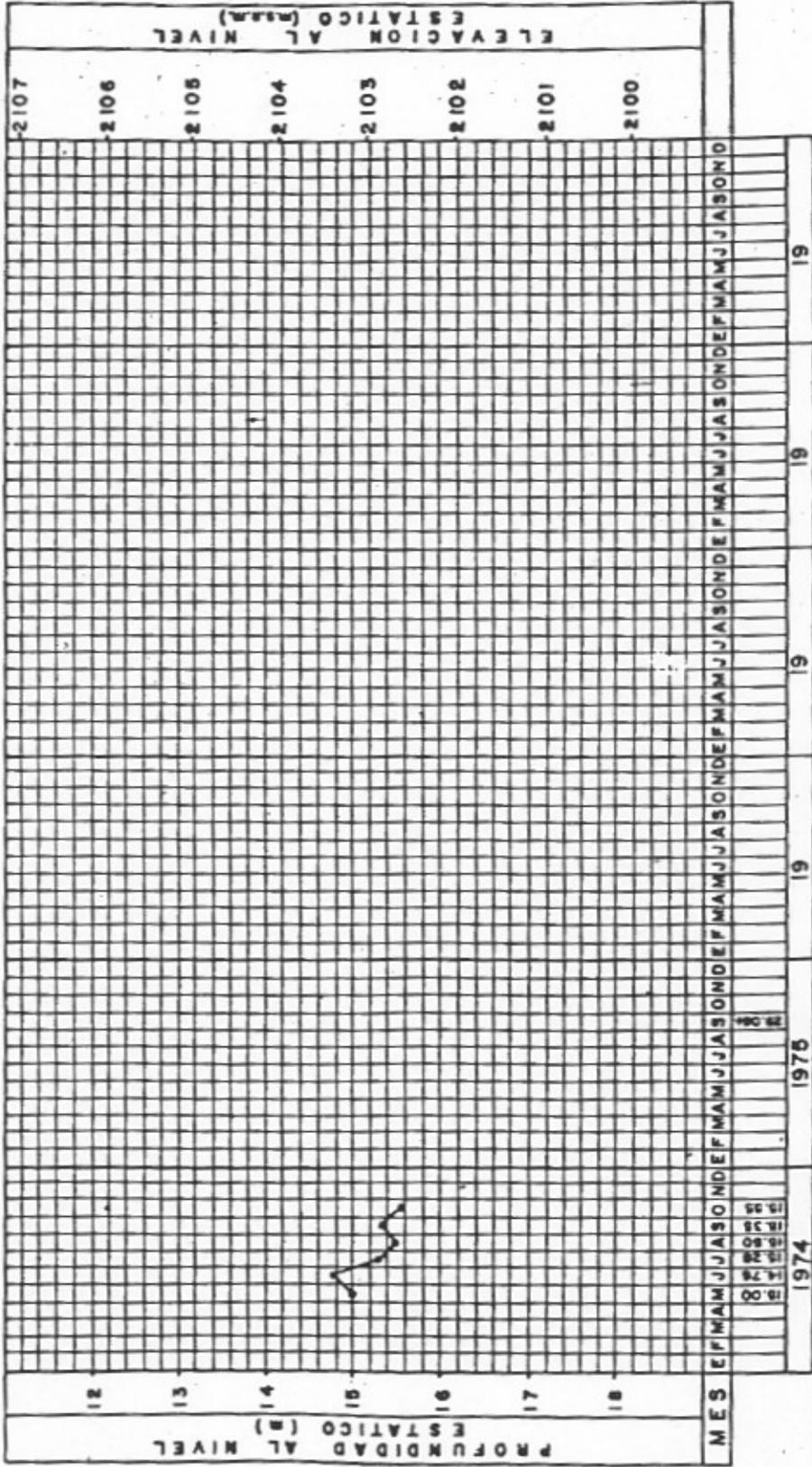
GRAFICA DE EVOLUCION DEL NIVEL ESTATICO

Estado: ZACATECAS

Zona: VILLA HIDALGO

Pozo No.: 9

Elevación del brocal (m.s.n.m.): 2118.18



+ NIVEL DINAMICO

Dibujó: _____
Revisó: _____

Fig 7.2.1

GRAFICA DE EVOLUCION DEL NIVEL ESTATICO

Zona: VILLA HIDALGO
 Elevación del brocal (m.s.n.m.): 2136.058

Estado: ZACATECAS
 Pozo No.: 16

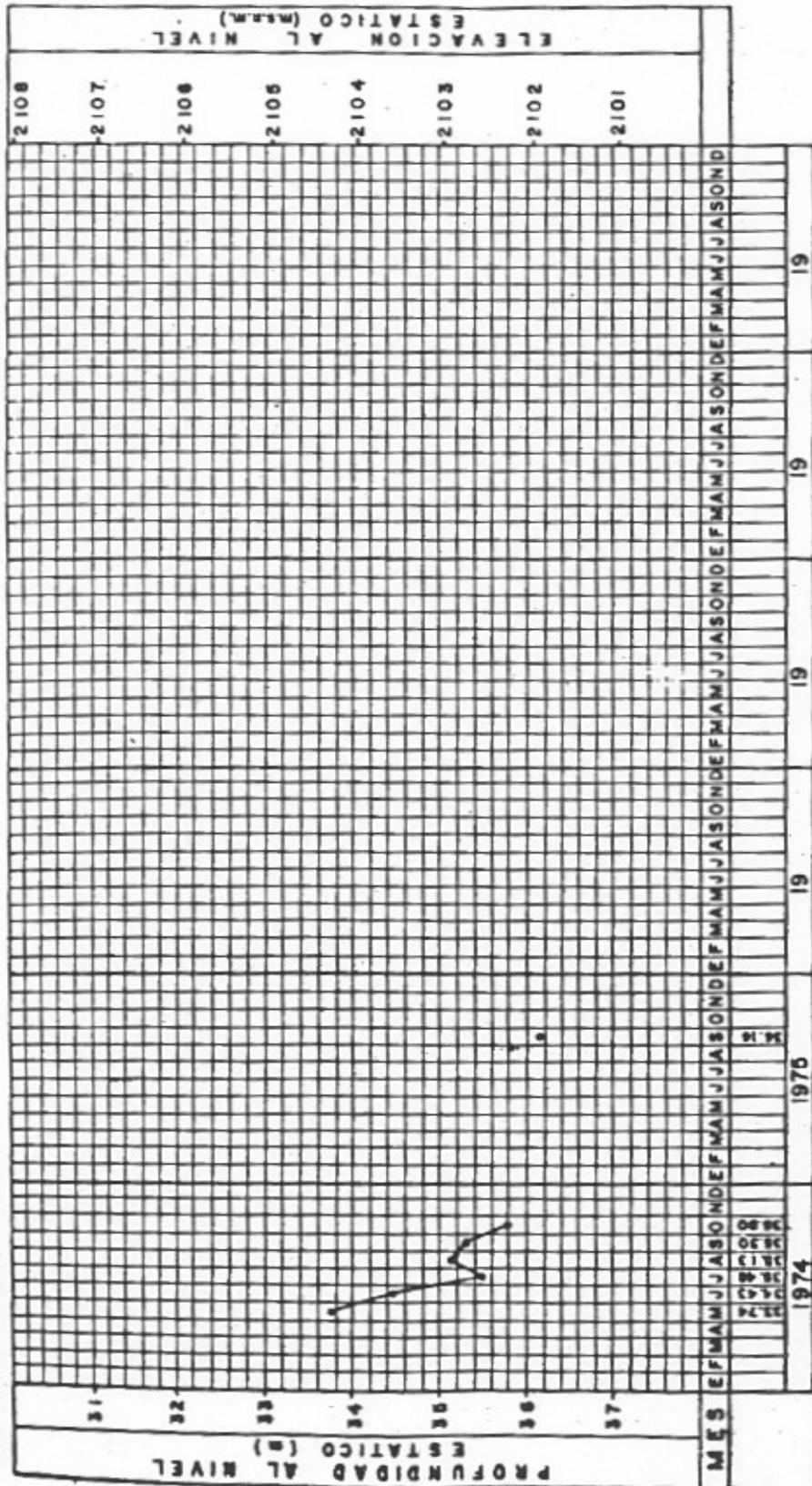


Fig 7.2.2

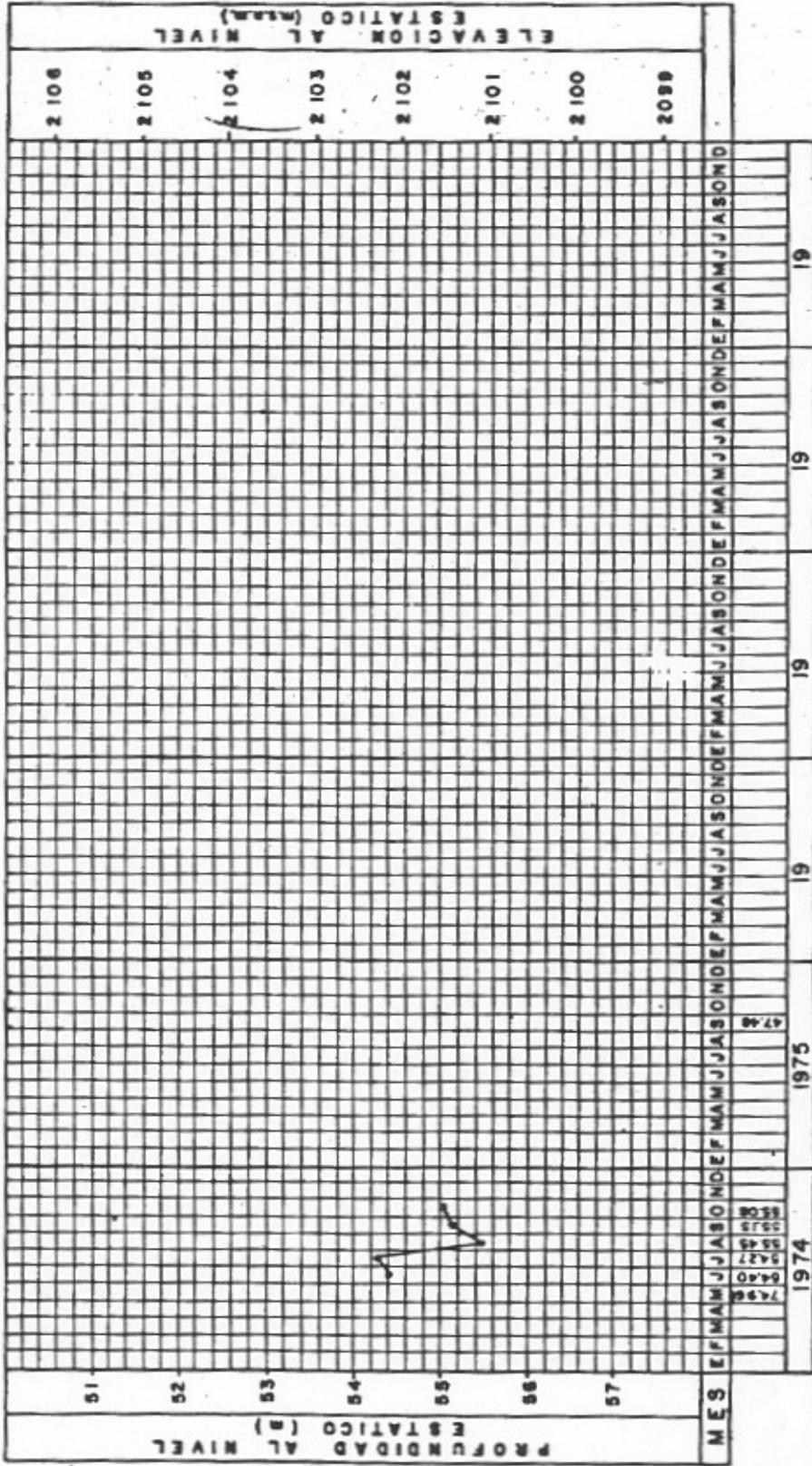
GRÁFICA DE EVOLUCION DEL NIVEL ESTÁTICO

Estado: ZACATECAS

Zona: VILLA HIDALGO

Pozo No.: 21

Elevación del brocal (m.s.n.m.): 2156.567



+ NIVEL DINAMICO

Dibujó: _____ Revisó: _____

Fig 7.2.5

GRAFICA DE EVOLUCION DEL NIVEL ESTATICO

Estado: ZACATECAS

Zona: VILLA HIDALGO

Pozo No.: 30

Elevación del brocal (m.s.n.m.): 2138.997

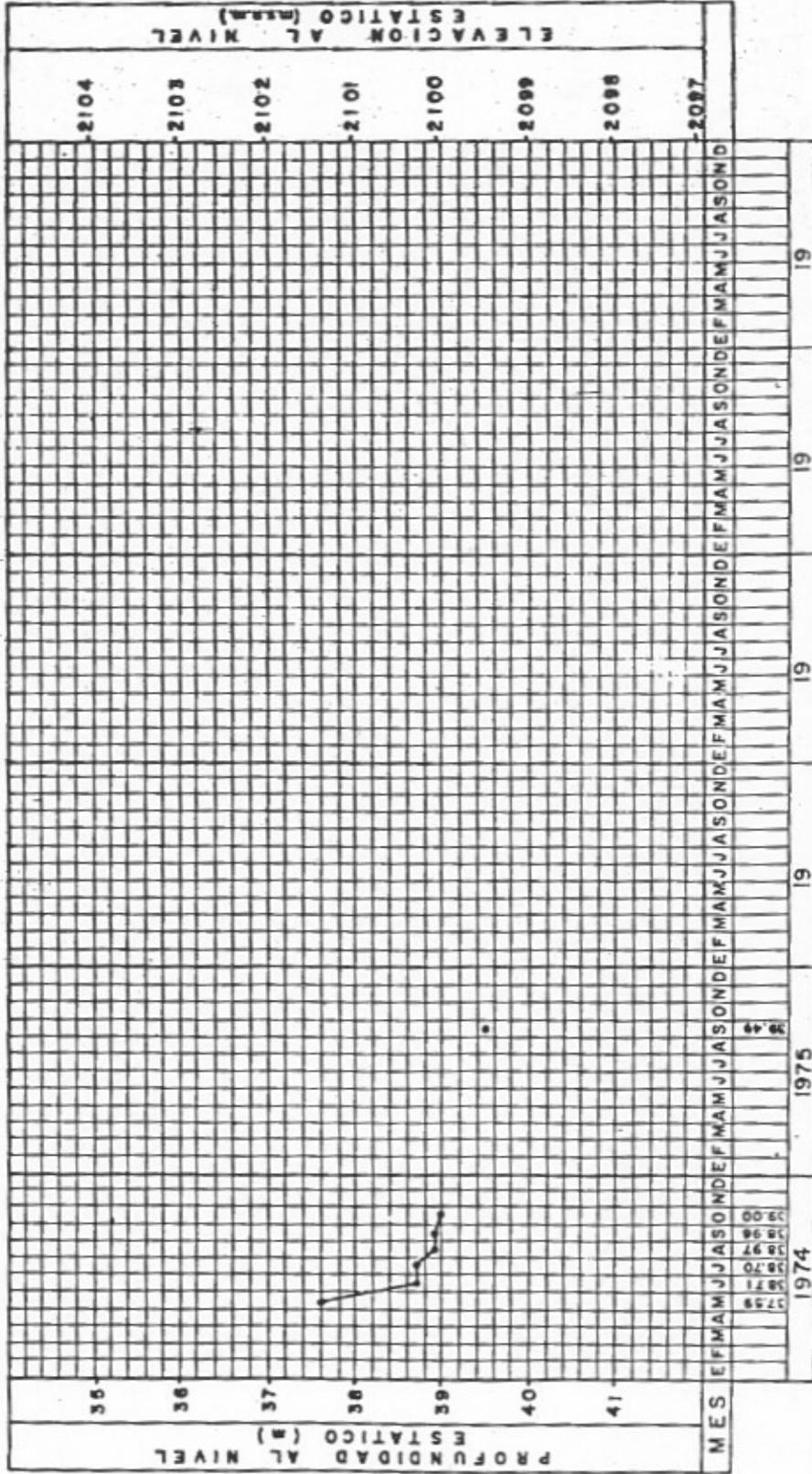


FIG 7.2.7

Dibujó: _____ Revisó: _____

GRAFICA DE EVOLUCION DEL NIVEL ESTATICO

Estado: ZACATECAS Zona: VILLA HIDALGO
 Pozo No.: 33 Elevación del brocal (m.s.n.m.): 2183.922

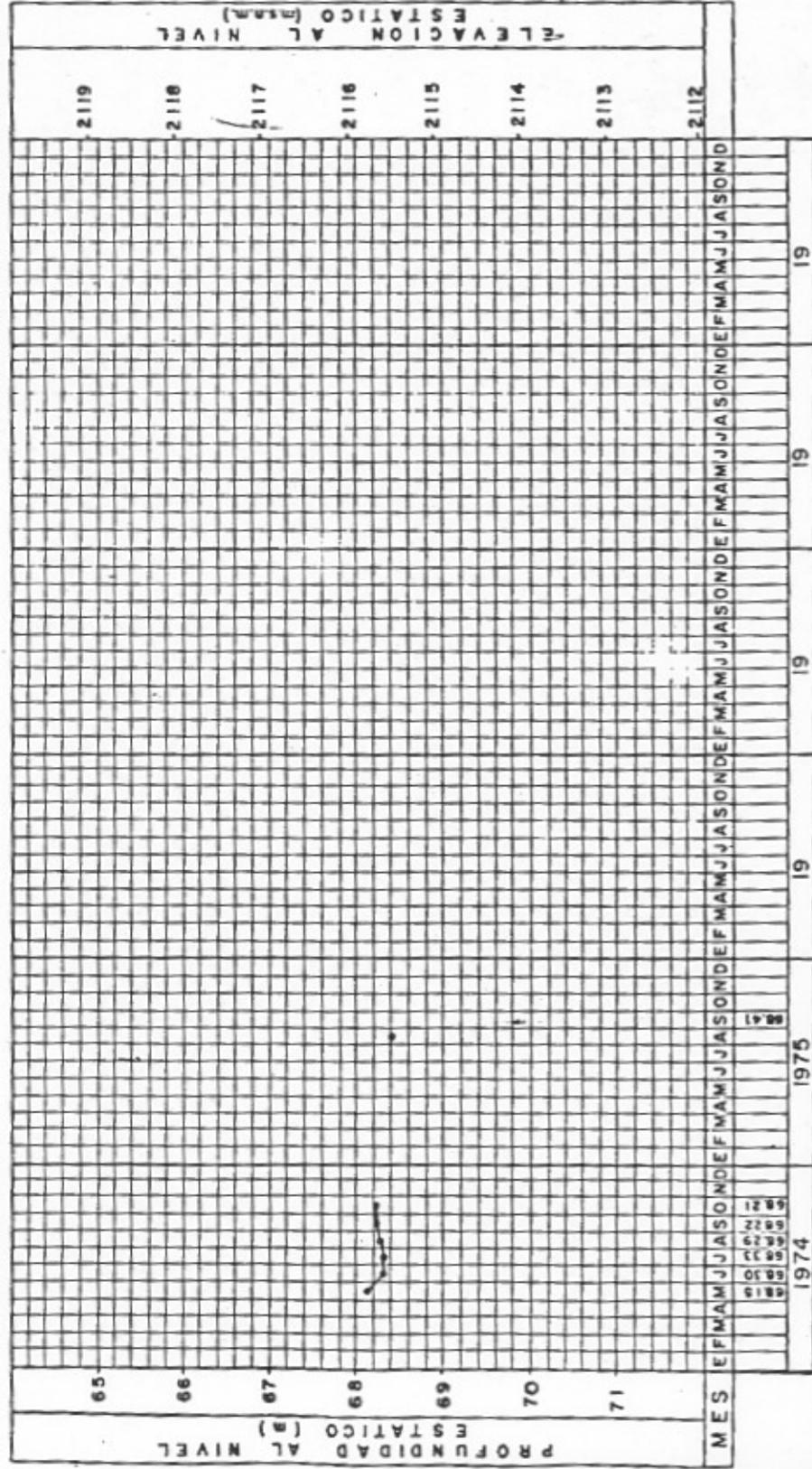


Fig 7.2.8

Dibujo: _____ Revisó: _____

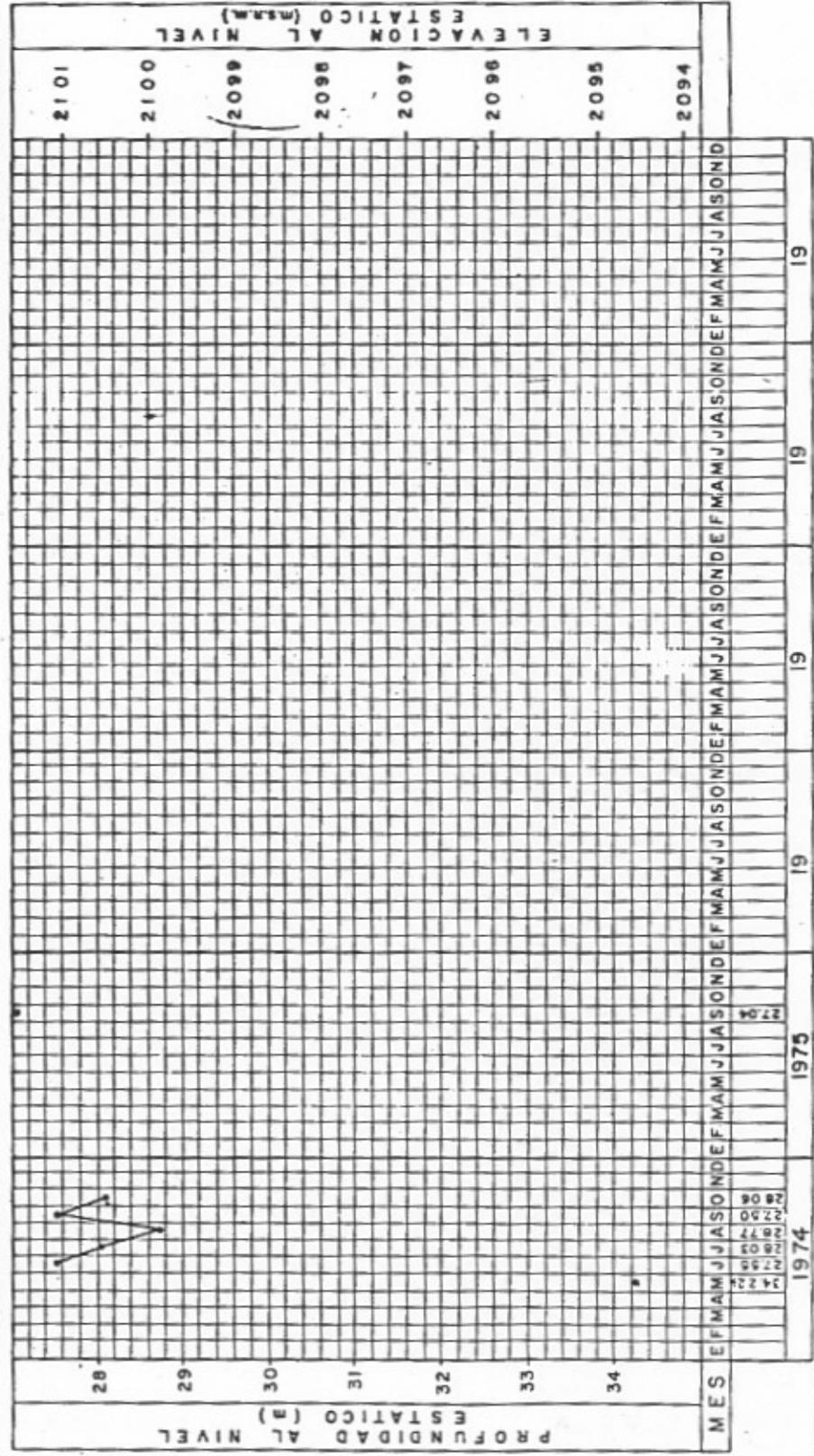
GRAFICA DE EVOLUCION DEL NIVEL ESTATICO

Estado: ZACATECAS

Zona: VILLA HIDALGO

Pozo No.: 52

Elevación del brocal (m.s.n.m.): 2128.619



+ NIVEL DINAMICO

Fig 7.2.11

Dibujó: _____ Revisó: _____

GRAFICA DE EVOLUCION DEL NIVEL ESTATICO

Estado: ZACATECAS

Zona: VILLA HIDALGO

Pozo No.: 63

Elevación del brocal (m.s.n.m.): 2129.818

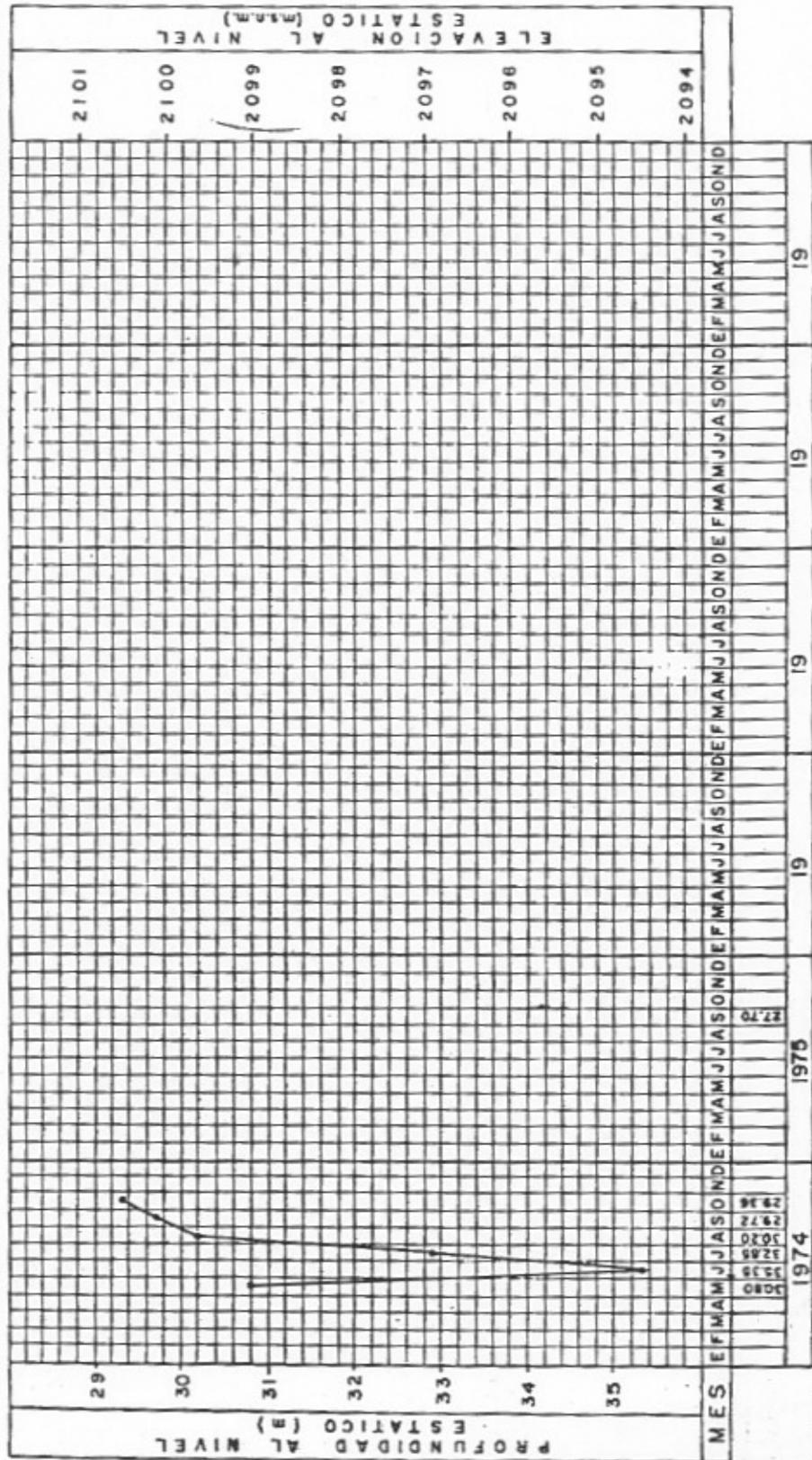


Fig 7.2.12

Dibujó: _____ Revisó: _____

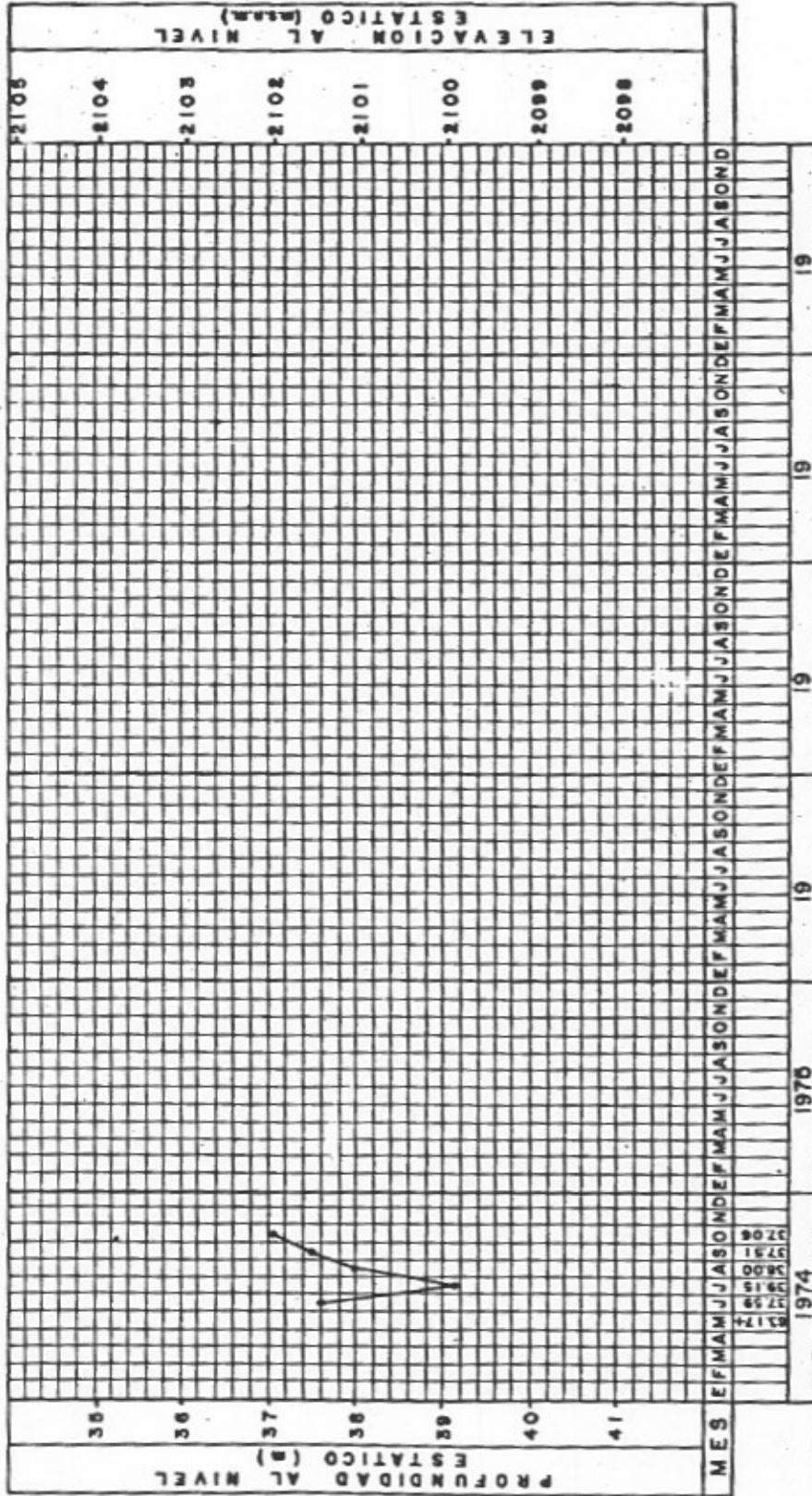
GRAFICA DE EVOLUCION DEL NIVEL ESTÁTICO

Estado: ZACATECAS

Zona: VILLA HIDALGO

Pozo No.: 64

Elevación del brocal (m.s.n.m.): 2139.132



+ NIVEL DINAMICO

FIG 7.R.13

Dibujó: _____ Revisó: _____

GRAFICA DE EVOLUCION DEL NIVEL ESTATICO

Estado: ZACATECAS

Pozo No.: 125

Zona: VILLA HIDALGO

Elevación del brocal (m.s.n.m.): 2131.446

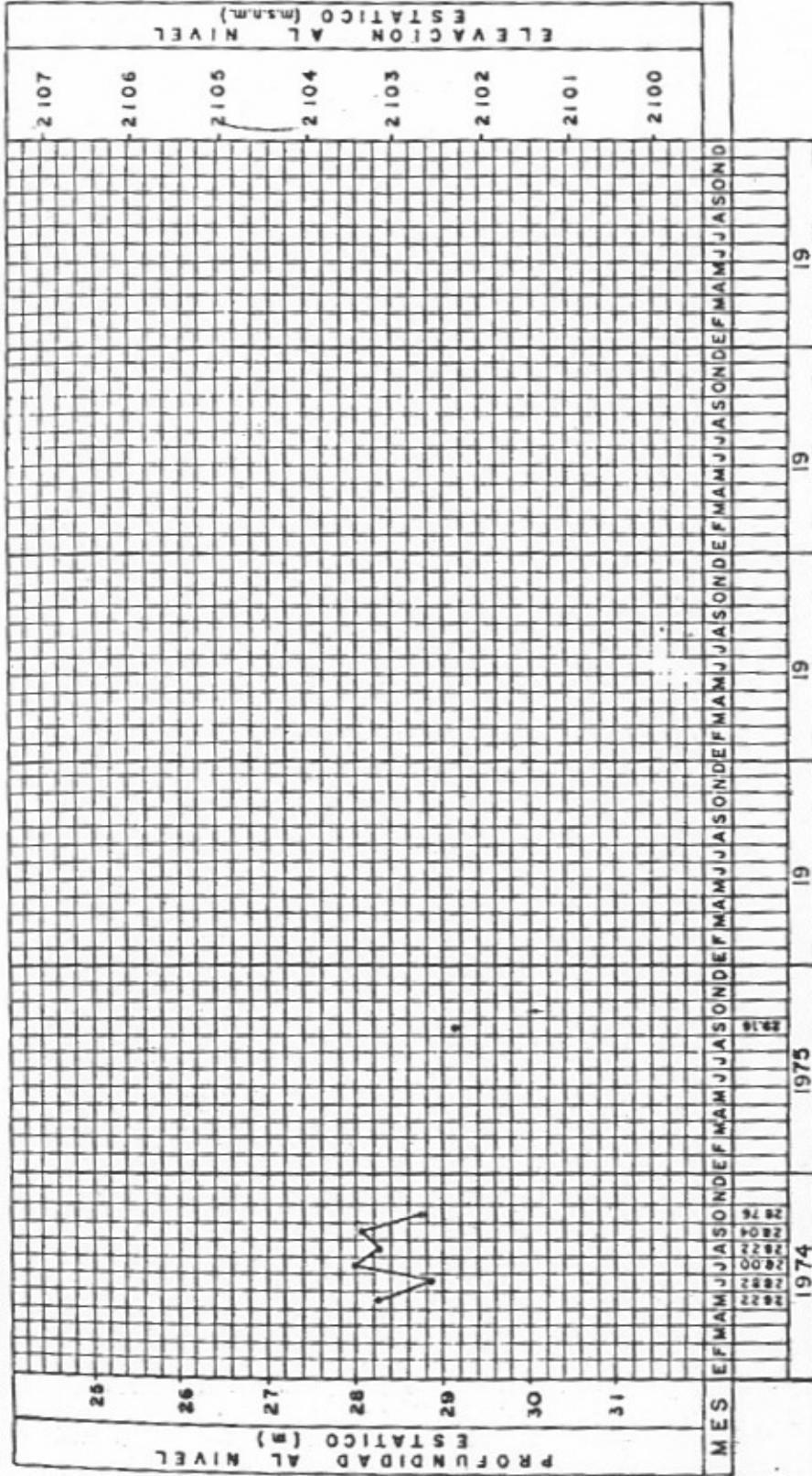


Fig 7.2.24

Dibujo: _____ Revisó: _____

GRAFICA DE EVOLUCION DEL NIVEL ESTATICO

Estado: ZACÁTECAS

Zona: VILLA HIDALGO

Pozo No.: 154

Elevación del brocal (m.s.n.m.): 2139.562

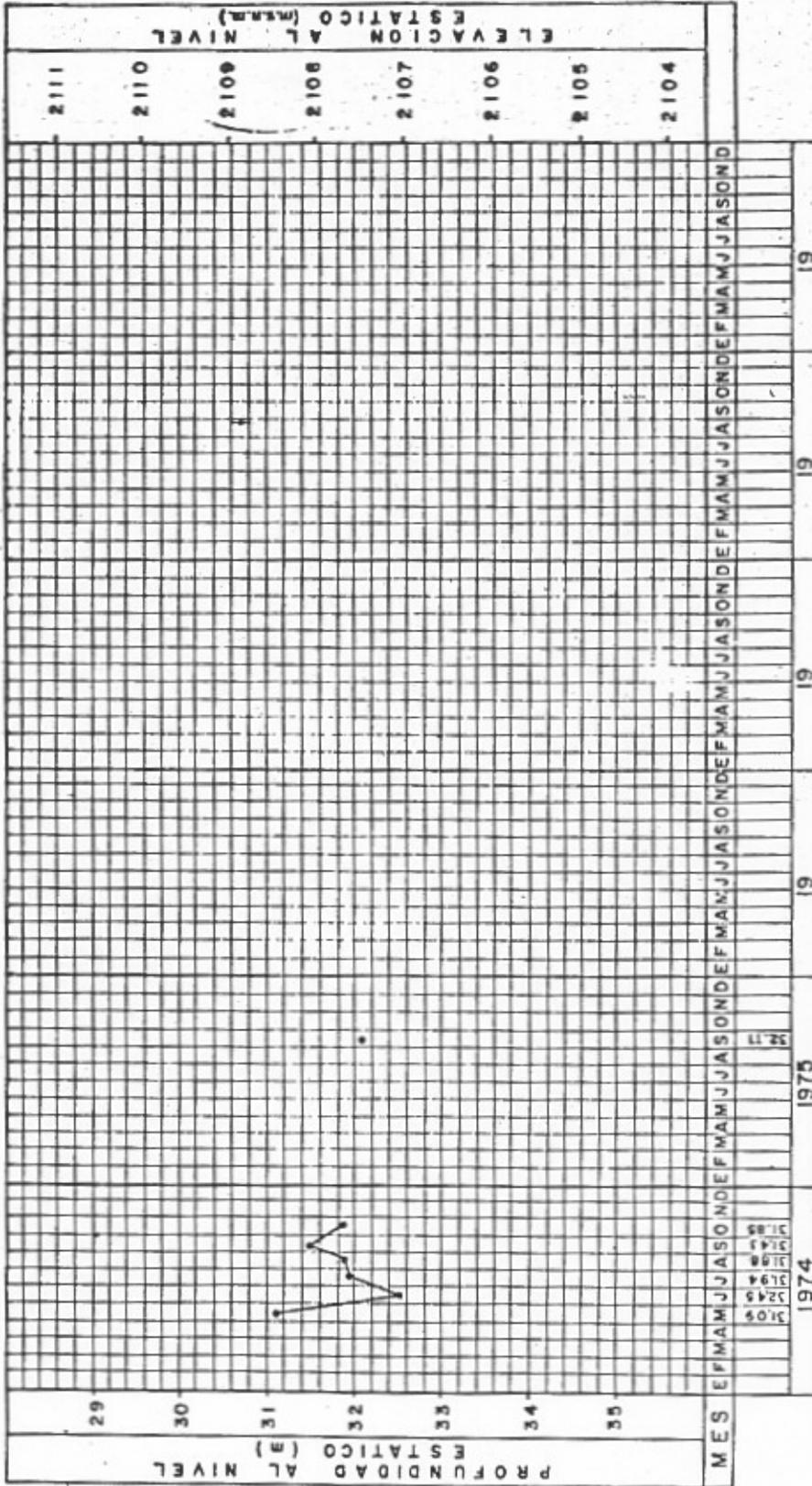


Fig 7.2.31

Dibujo: _____ Revisó: _____

GRAFICA DE EVOLUCION DEL NIVEL ESTATICO

Estado: ZACATECAS
 Pozo No.: 174

Zona: VILLA HIDALGO
 Elevación del brocal (m.s.n.m.): 2130.946

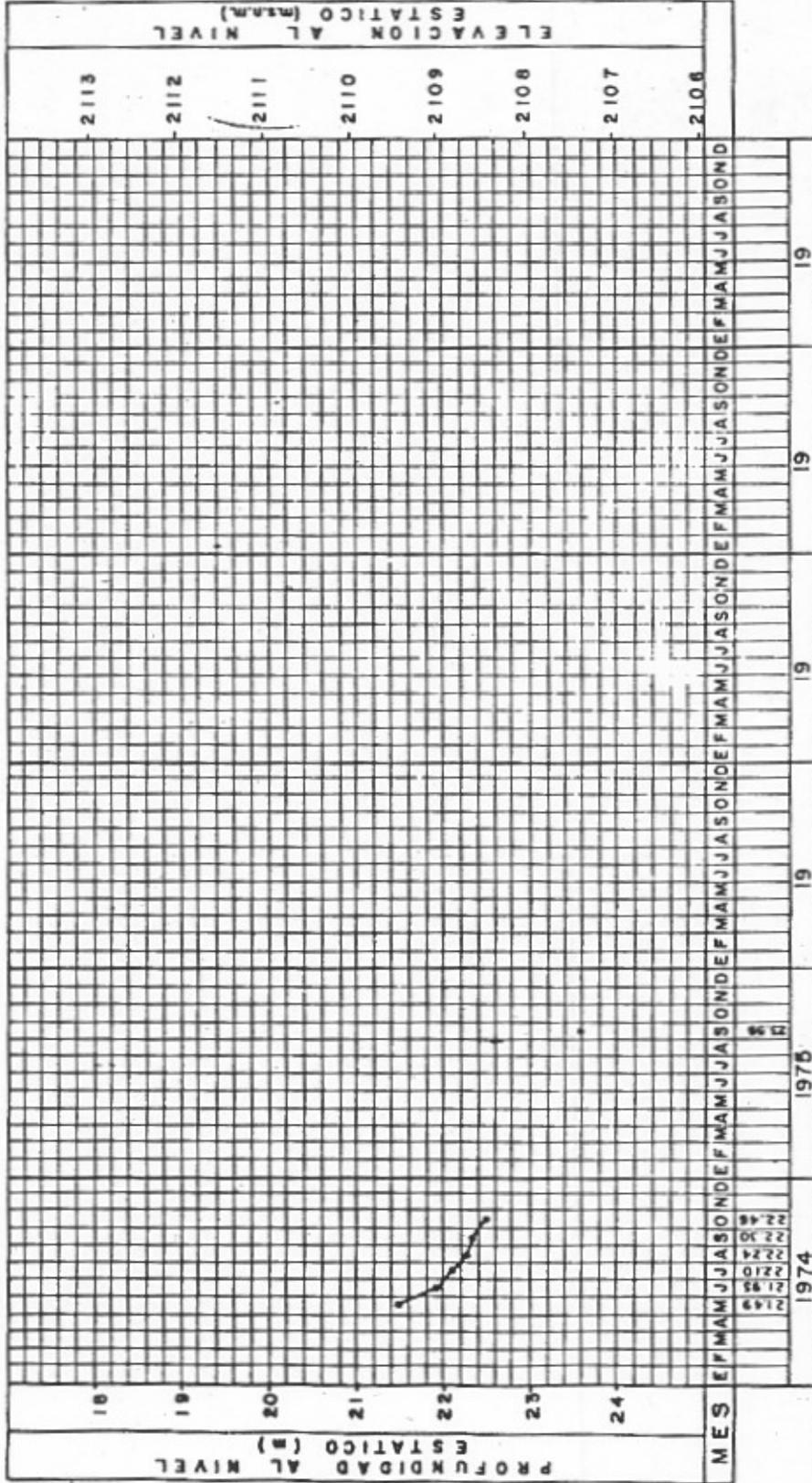


Fig 7.2.98

Dibujo: _____ Revisó: _____

GRAFICA DE EVOLUCION DEL NIVEL ESTATICO

Estado: ZACATECAS

Zono: VILLA HIDALGO

Pozo No.: 183

Elevación del brocal (m.s.n.m.): 2135.173

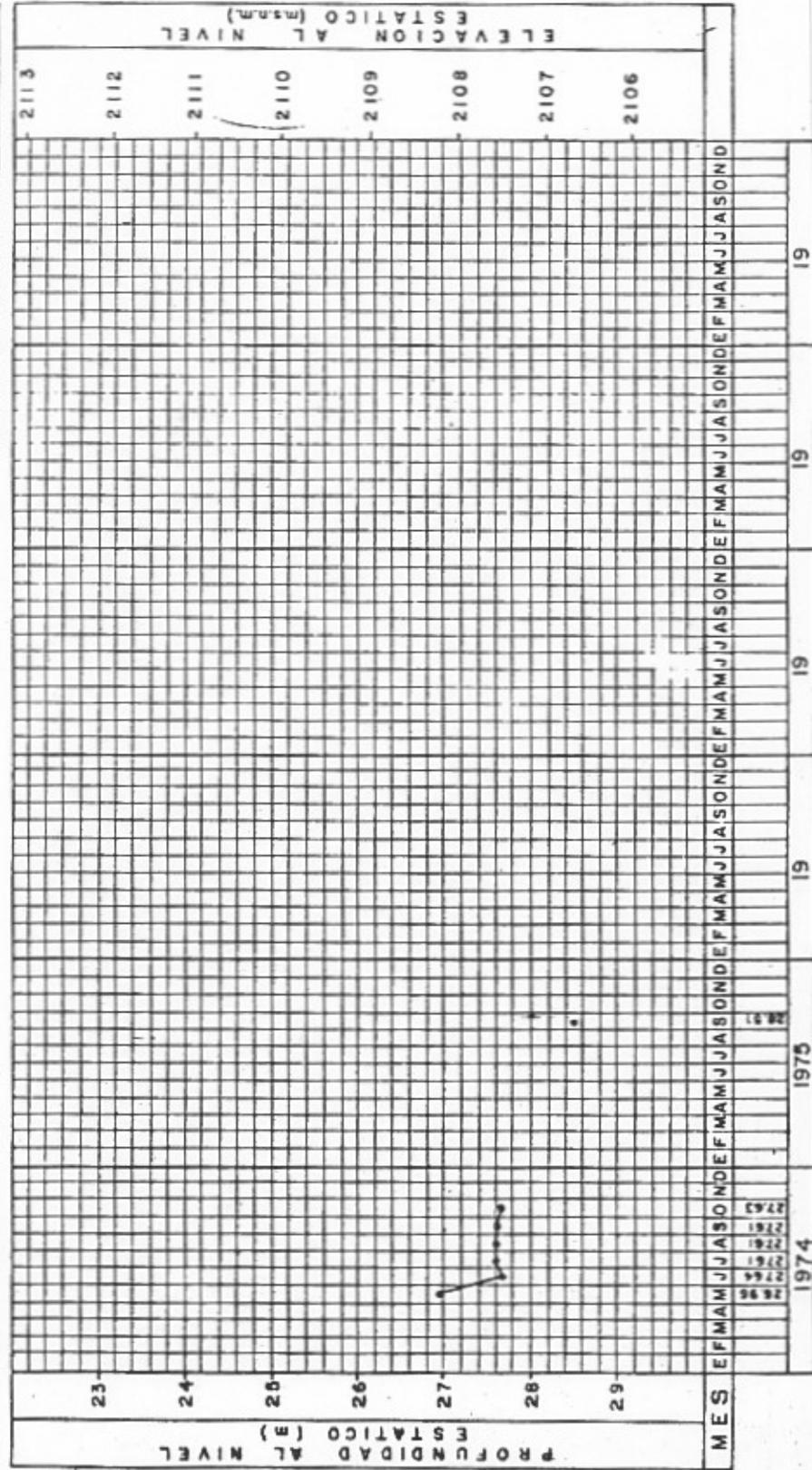


Fig 7.2.40

Dibujó: _____ Revisó: _____

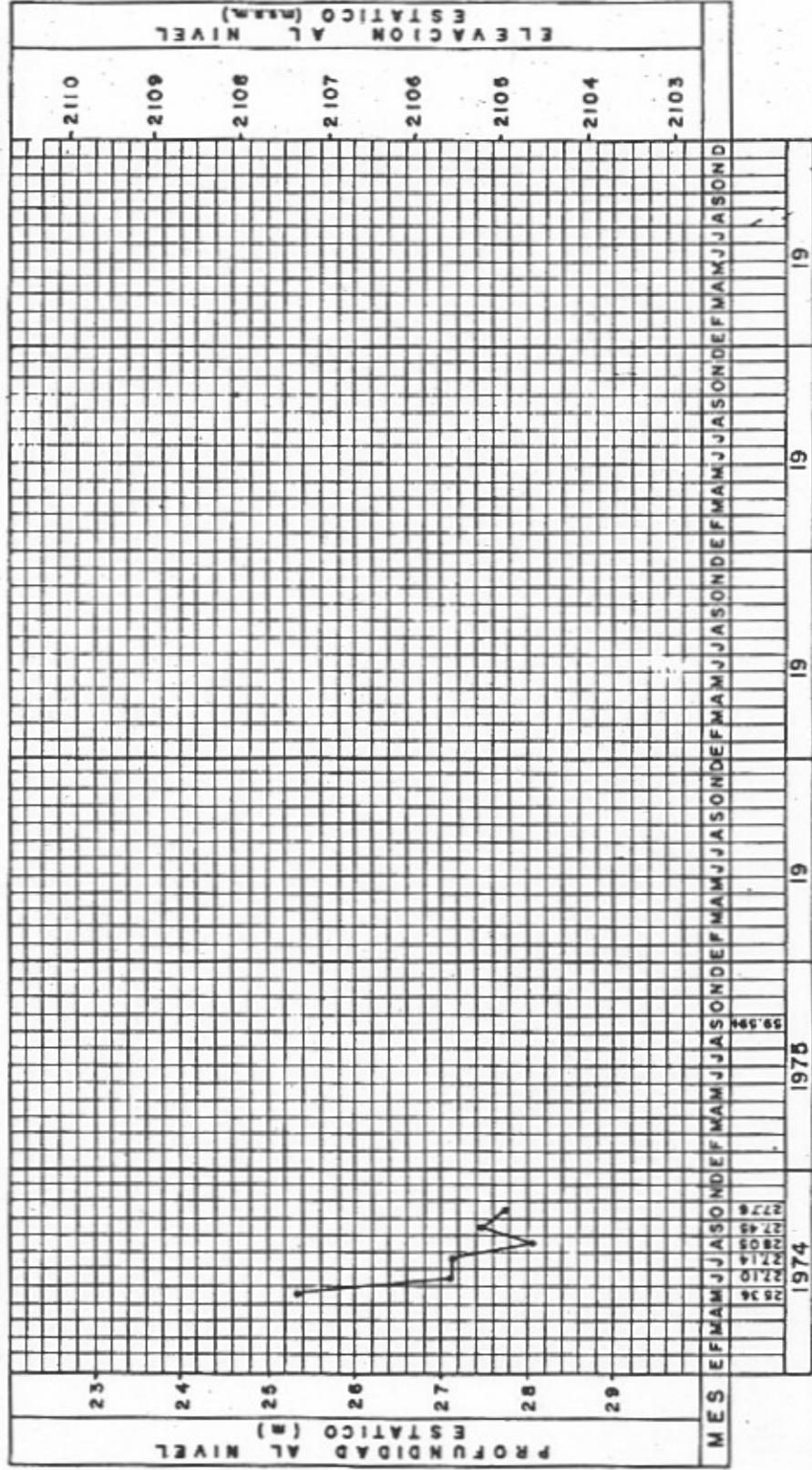
GRAFICA DE EVOLUCION DEL NIVEL ESTATICO

Estado: ZACATECAS

Zona: VILLA HIDALGO

Pozo No.: 187

Elevación del brocal (m.s.n.m.): 2132,705



↑ NIVEL DINAMICO

Dibujó: _____ Revisó: _____

Fig 7.2.41

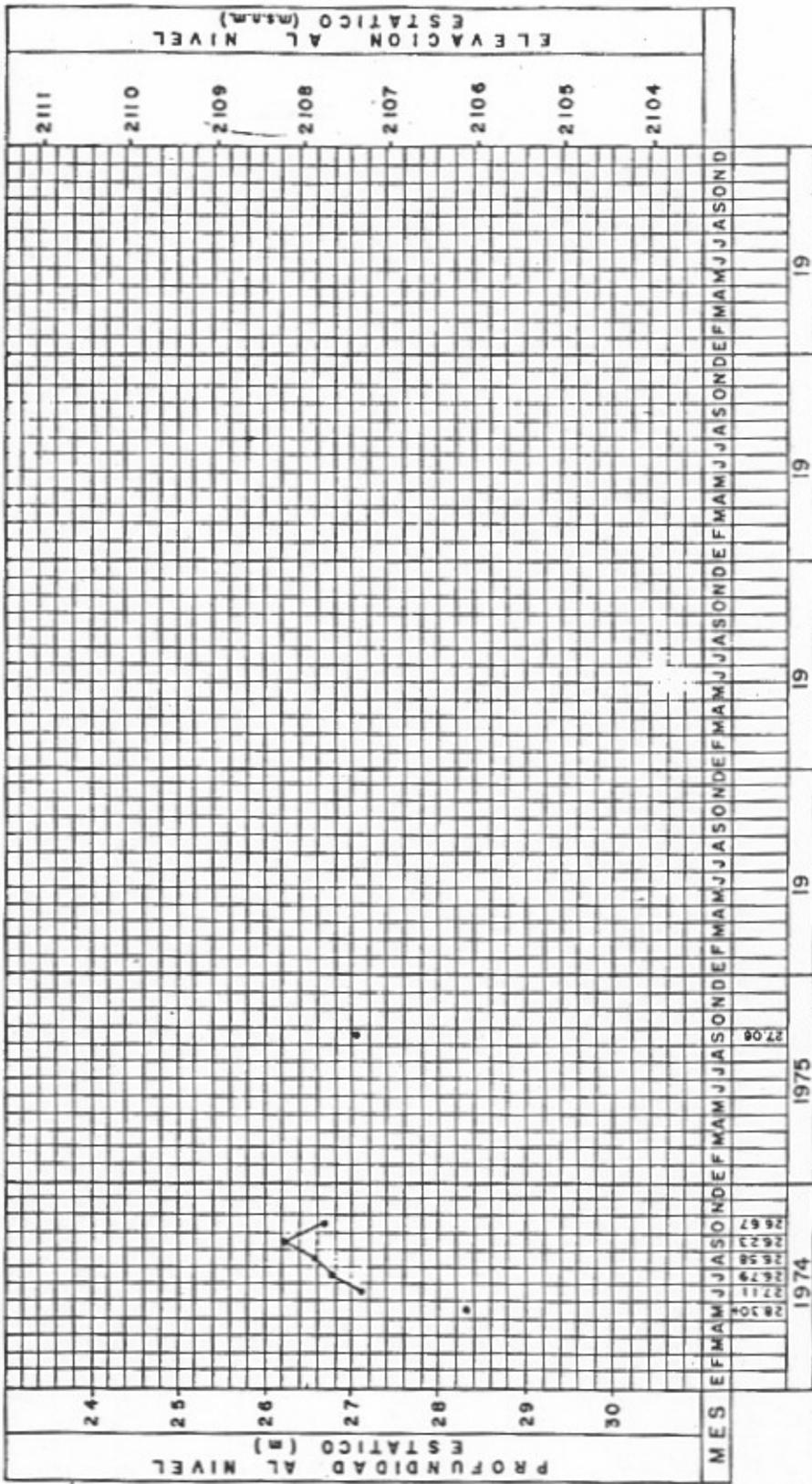
GRÁFICA DE EVOLUCION DEL NIVEL ESTÁTICO

Estado: ZACATECAS

Zona: VILLA HIDALGO

Pozo No.: 199

Elevación del brocal (m.s.n.m.): 2134.475



• NIVEL DINAMICO

Dibujo: _____ Revisó: _____

Fig 7.2.43

GRAFICA DE EVOLUCION DEL NIVEL ESTATICO

Estado: ZACATECAS Zona: VILLA HIDALGO
 Pozo No.: 206 Elevación del brocal (m.s.n.m.): 2138.550

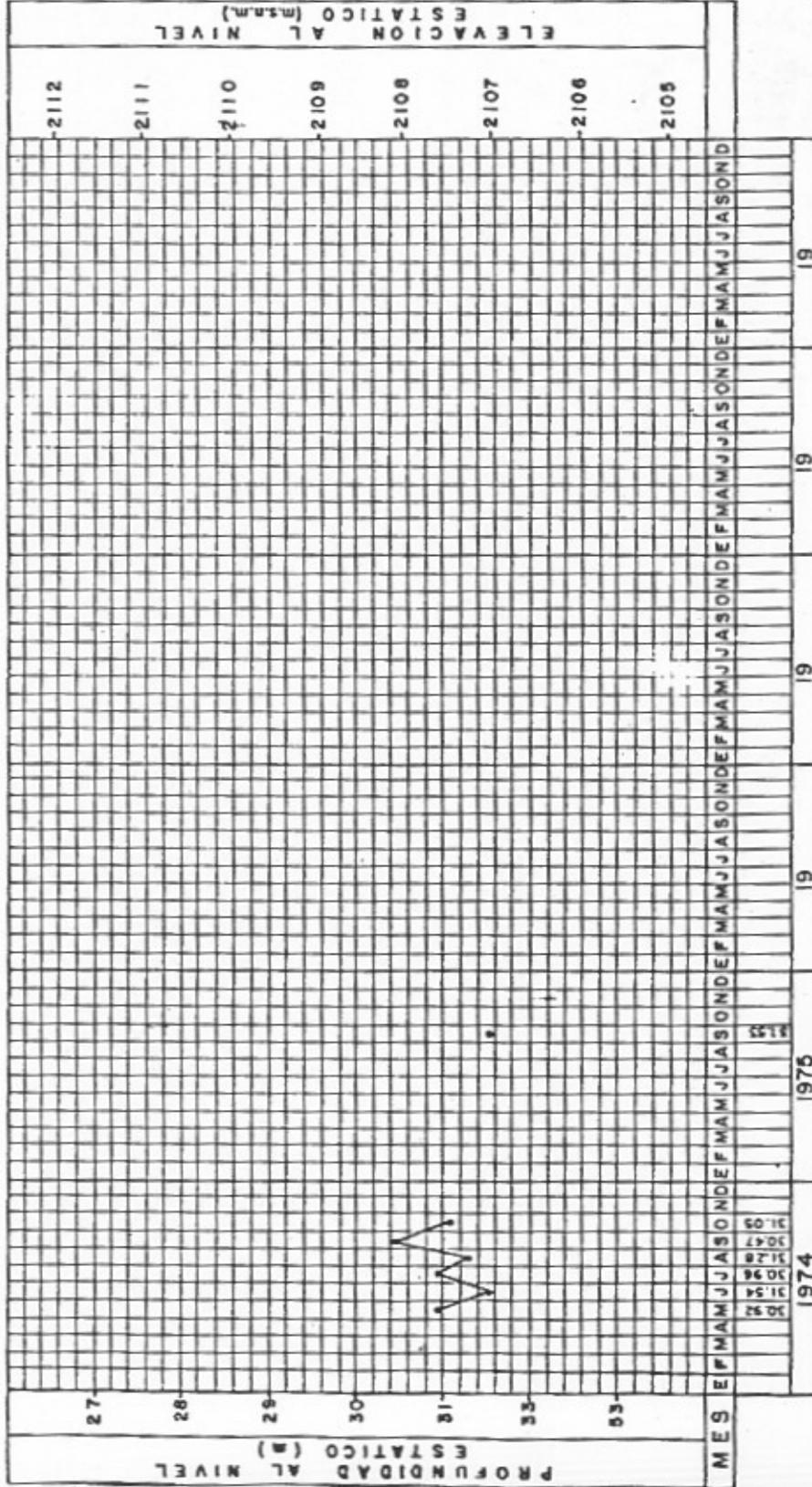


Fig 7.2.46

Dibujo: _____ Revisó _____

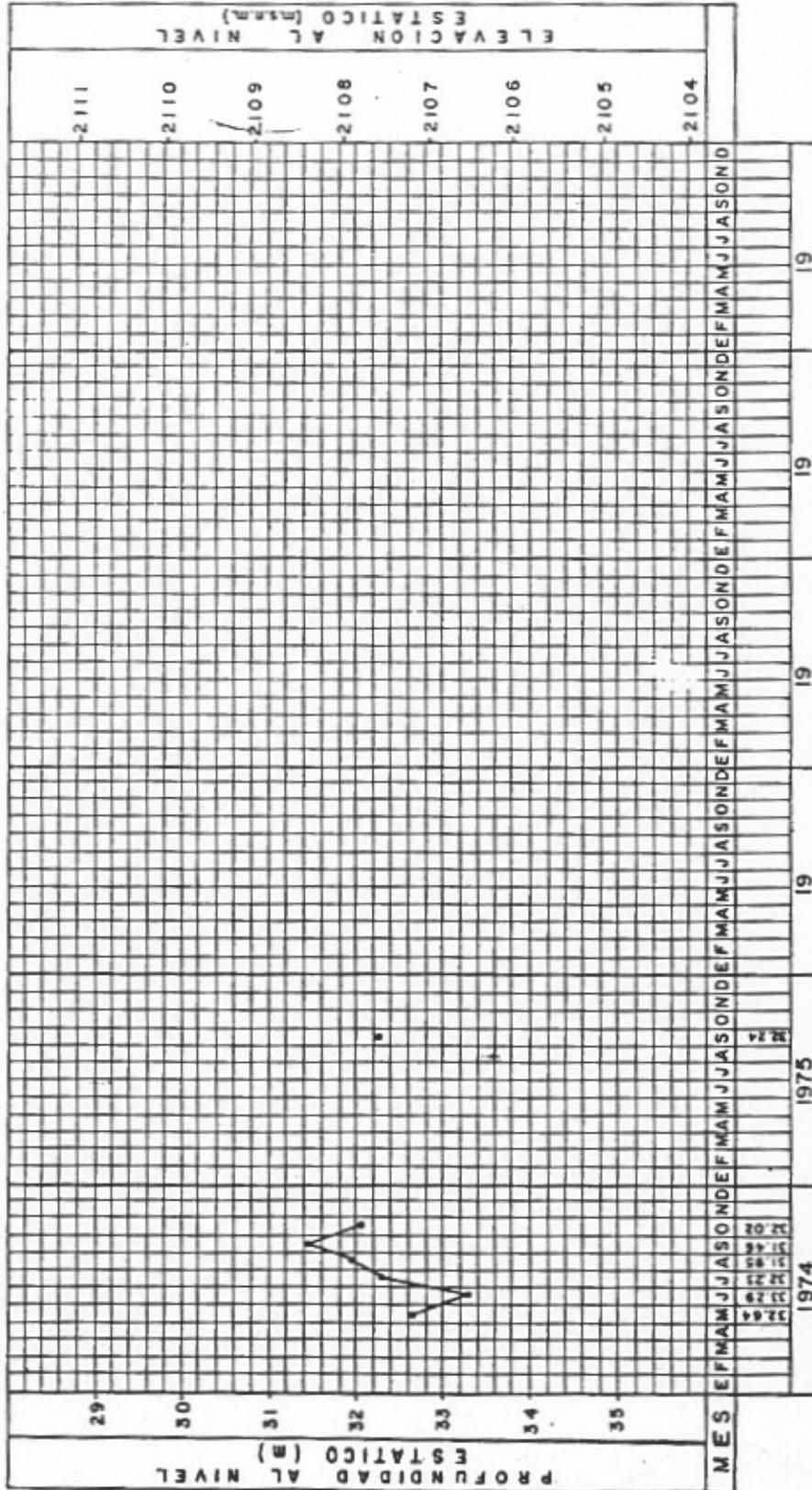
GRAFICA DE EVOLUCION DEL NIVEL ESTATICO

Estado: ZACATECAS

Zona: VILLA HIDALGO

Pozo No.: 211

Elevación del brocal (m.s.n.m.): 2139.825



ELEVACION AL NIVEL ESTATICO (m.s.n.m.)

2111
2110
2109
2108
2107
2106
2105
2104

Fig 7.2.48

Dibujó: _____ Revisó: _____

GRAFICA DE EVOLUCION DEL NIVEL ESTATICO

Estado: ZACATECAS

Zono: VILLA HIDALGO

Pozo No.: 252

Elevación del brocal (m.s.n.m.): 2150.986

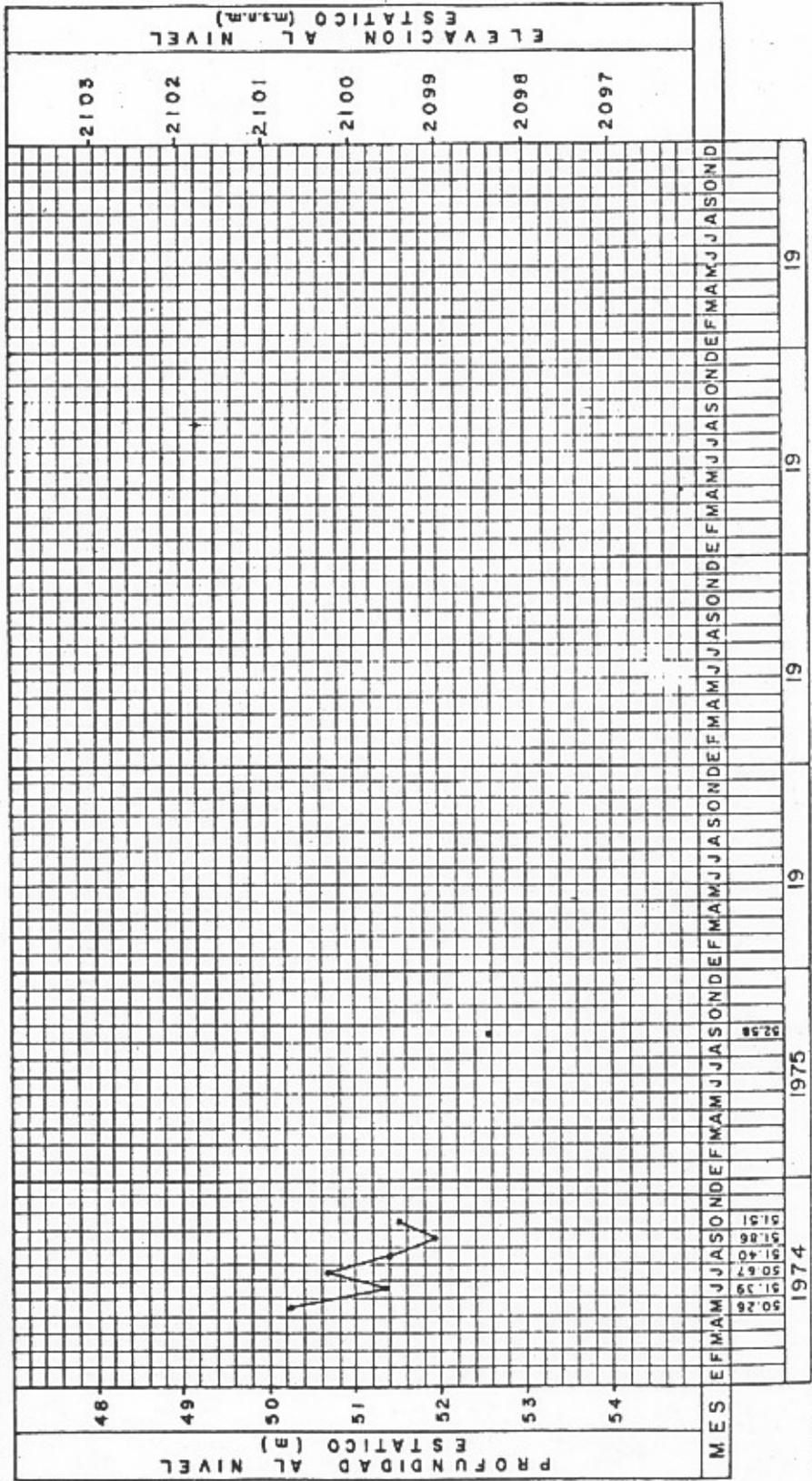


Fig 7.2.59

Dibujo: _____ Revisó: _____

GRAFICA DE EVOLUCION DEL NIVEL ESTATICO

Estado: ZACATECAS

Zona: VILLA HIDALGO

Pozo No.: 261

Elevación del brocal (m.s.n.m.): 2138.929

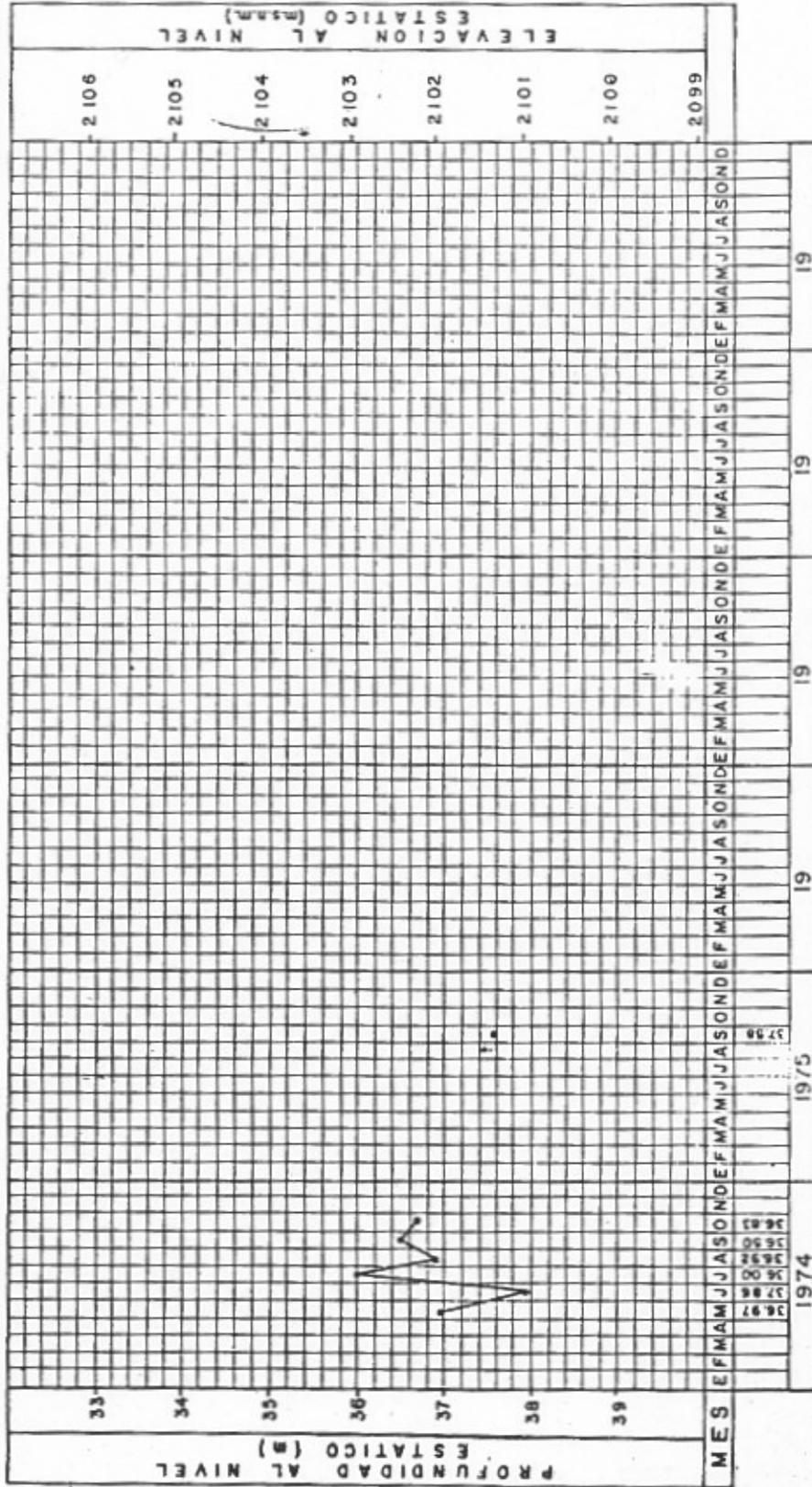


Fig 7.2.60

Dibujó: _____ Revisó: _____

GRAFICA DE EVOLUCION DEL NIVEL ESTATICO

Estado: ZACATECAS
 Pozo No.: 268

Zona: VILLA HIDALGO
 Elevación del brocal (m.s.n.m.): 2146.933

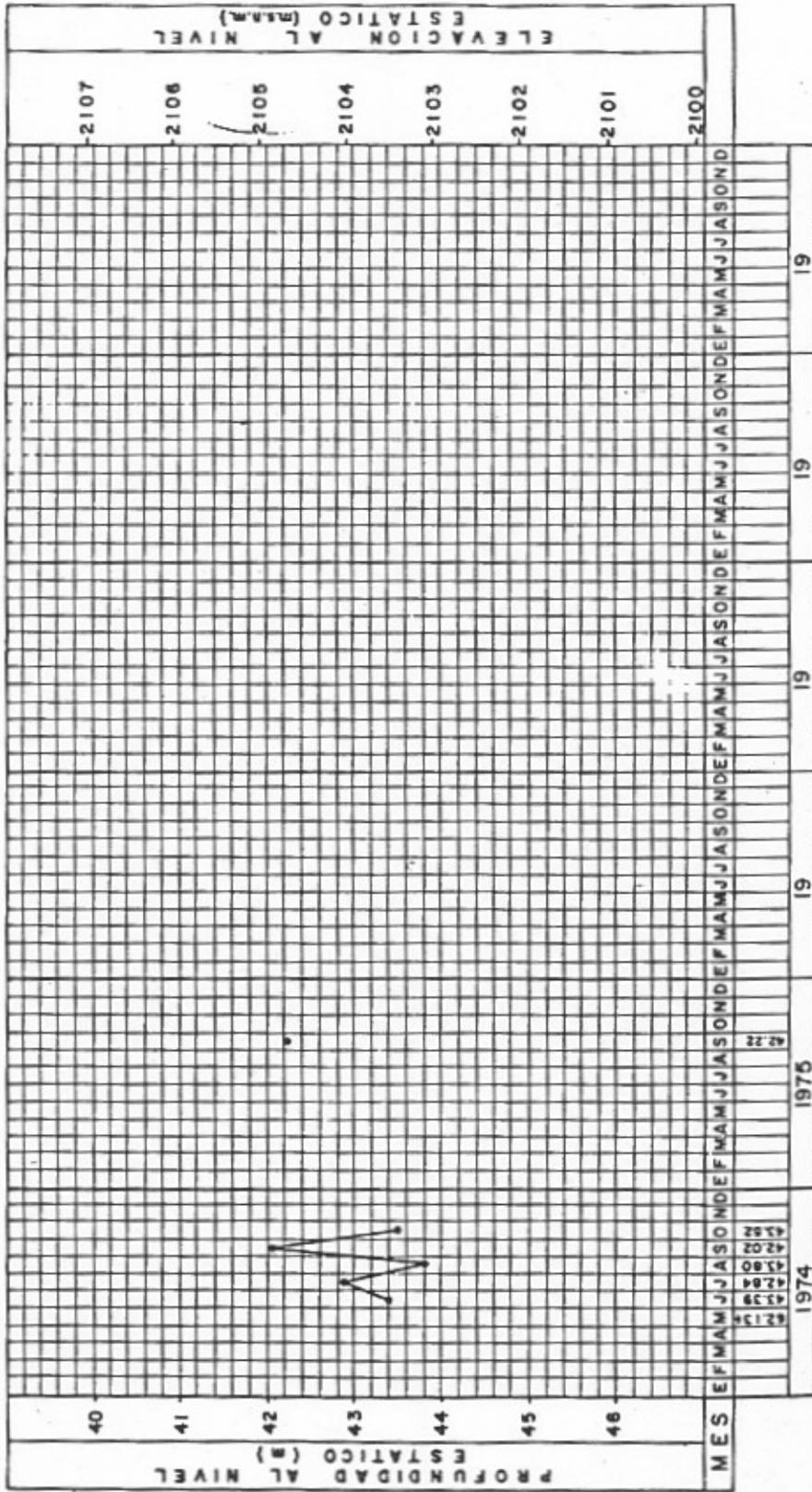


Fig 7.2.61

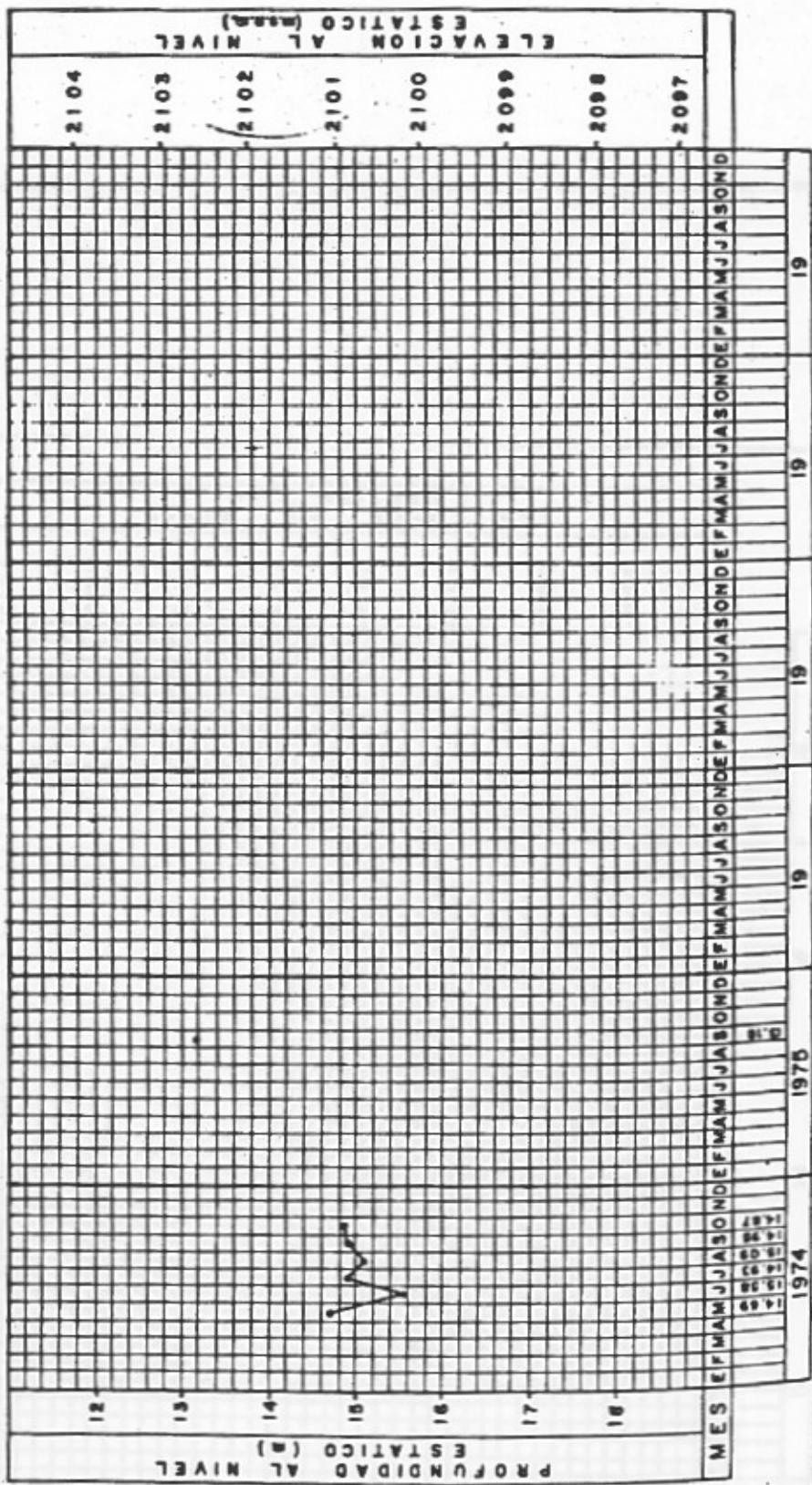
+ NIVEL DINAMICO

Dibujó: _____ Revisó: _____

GRAFICA DE EVOLUCION DEL NIVEL ESTATICO

Estado: ZACATECAS
 Pozo No.: 350

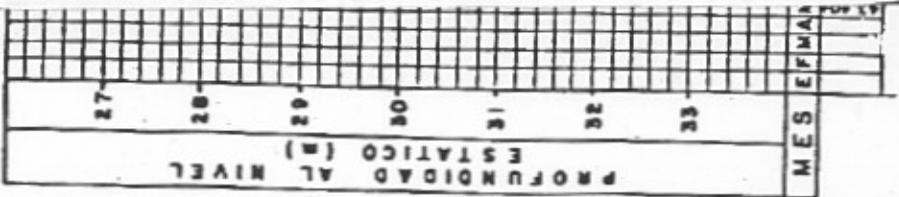
Zona: VILLA HIDALGO
 Elevación del brocal (m.s.n.m.): 2115.765



258

FIG 7.8.79

Estado: ZACATECAS
 Pozo No.: 350



259

Dibujó: _____

TABLA 7.6.1

PRUEBAS DE BOMBEO DE CORTA DURACION
VILLA HIDALGO, ZAC.

146

POZO N°	PROFUNDIDAD (m)	TIEMPO DE DURACION (hrs.)		N. E. (m)	N. D. (m)	CAUDAL (l.p.s.)	Q/s. (l.n.s./m.)	T _A x 10 ⁻³ (m ² /seg.)	T _R x 10 ⁻³ (m ² /seg.)	INTERPRETACION
		ABATIMIENTO	RECUPERACION							
		1	137.00							
16	120.00	5.00	1.50	35.30	66.38	11.4	0.37	0.092	0.094	Hantush
18	220.00	7.00	3.00	60.13	104.90	13.4	0.30	0.060	0.060	Hantush
52	170.00	9.00	2.50	27.38	73.40	21.5	0.47	0.160	0.175	Hantush
64	170.00	7.50	1.50	37.59	64.40	36.0	1.34	1.730	2.270	Jacob
67	90.00	7.00	1.50	41.09	62.16	15.0	0.71	0.114	0.129	Hantush
75	151.00	4.00	1.75	58.32	63.56	29.0	5.53	NO INTERPRETABLE		
79	170.00	6.50	1.25	35.09	69.70	17.3	0.50	0.220	0.280	Jacob
99	115.00	4.00	1.00	21.35	45.66	5.3	0.22	0.041	0.035	Hantush
124	160.00	4.50	1.50	29.06	37.11	33.0	4.10	1.970	2.800	Hantush
129	150.00	4.00	2.00	38.80	49.14	11.0	1.06	0.310	0.460	Hantush
131	97.00	4.00	1.00	41.96	50.19	22.0	2.67	0.470	N.I.	Hantush
144	114.00	4.00	2.00	28.63	29.39	30.2	39.70	NO INTERPRETABLE		
150	70.00	4.00	2.00	21.93	37.49	5.1	0.33	0.072	0.079	Hantush
154	42.50	4.00	1.00	32.32	40.52	5.3	0.64	0.120	0.046	Hantush
157	70.00	4.00	2.00	20.59	41.25	8.5	0.41	0.038	0.078	Hantush
160	60.00	4.00	2.00	21.80	47.08	4.8	0.19	0.041	0.049	Hantush
164	63.00	4.00	1.00	22.43	40.55	6.4	0.16	0.052	0.048	Hantush
166	48.00	4.00	1.00	22.97	26.62	11.2	3.07	0.780	N.I.	Hantush
173	44.00	4.00	2.00	25.69	31.59	79.0	13.39	7.840	5.820	Hantush
187		6.00	3.00	27.84	61.82	26.0	0.76	0.097	0.218	Hantush
190	94.00	4.00	2.00	35.32	62.83	9.8	0.36	0.051	0.085	Hantush
202	90.00	5.00	3.00	30.08	62.09	15.8	0.47	0.140	0.206	Hantush
206	85.00	4.00	1.50	31.49	36.40	26.2	5.33	NO INTERPRETABLE		
210	73.00	4.00	1.00	38.99	45.58	25.8	3.91	1.640	N.I.	Hantush
216	36.00	2.00	1.00	19.54	20.39	26.1	32.20	NO INTERPRETABLE		

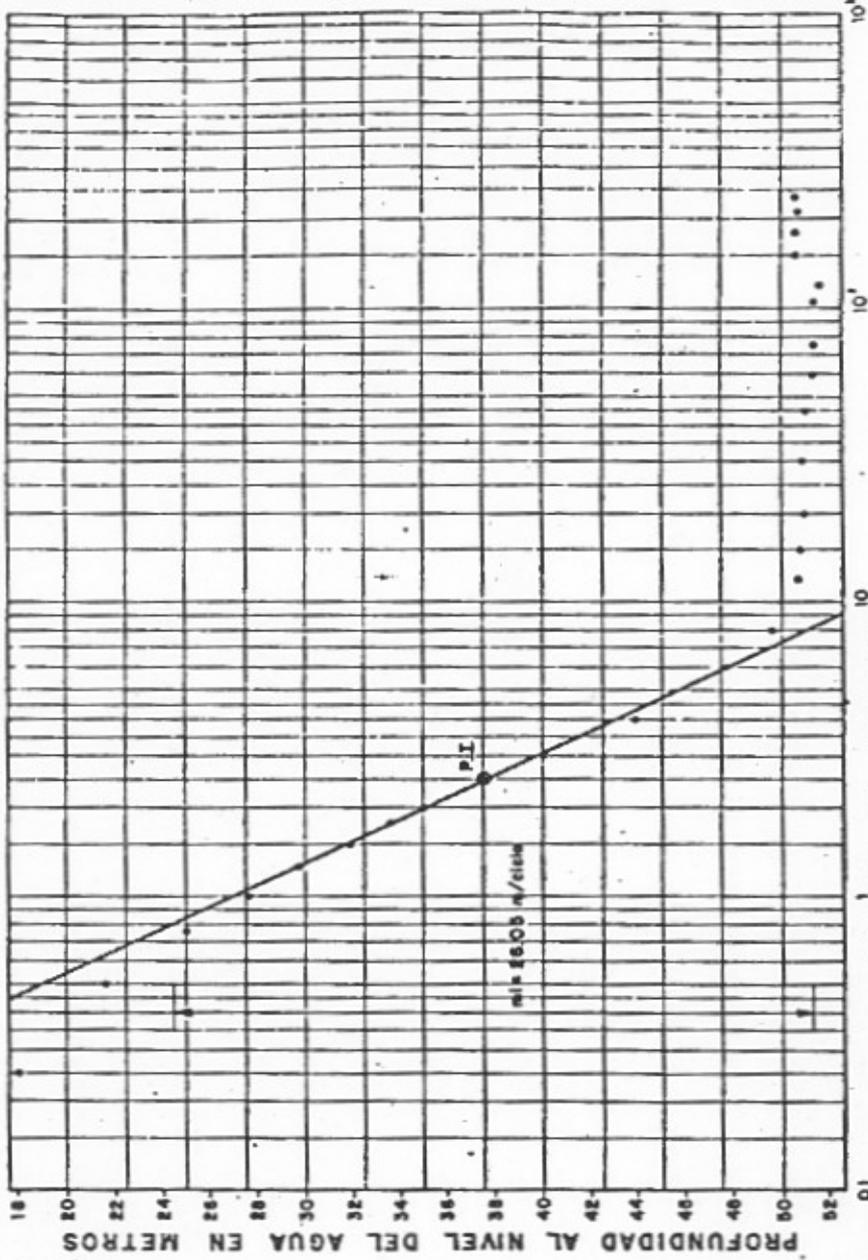
TABLA 7.6.1

PRUEBAS DE BOMBEO DE CORTA DURACION
VILLA HIDALGO, ZAC.

POZO Nº	PROFUNDIDAD (m)	TIEMPO DE DURACION (hrs.)		N. E. (m)	N. D. (m)	CAUDAL (l.p.s.)	Q/s. (l.p.s./m.)	$T_A \times 10^{-3}$ (m ² /seg.)	$T_R \times 10^{-3}$ (m ² /seg.)	INTERPRETACION
		ABATIMIENTO	RECUPERACION							
219	46.00	4.50	1.75	19.15	19.38	42.0	182.60	NO INTERPRETABLE		
222	78.00	2.00	1.00	56.83	56.94	22.0	200.00	NO INTERPRETABLE		
235	124.00	4.00	1.00	57.54	70.58	25.5	1.96	0.875	N.I.	Hantush
237	100.00	4.50	2.50	33.60	42.35	4.7	0.53	NO INTERPRETABLE		
240	18.00	10.00	2.00	2.22	8.11	11.7	1.99	1.020	1.950	Jacob
257	125.00	5.00	1.75	43.70	53.96	14.0	1.36	0.440	0.290	Hantush
268	150.00	6.00	4.00	42.94	61.70	17.7	0.94	0.300	N.I.	Hantush
272	60.00	4.00	0.33	45.18	45.37	25.0	131.58	NO INTERPRETABLE		
276	100.00	4.00	1.00	23.95	67.22	22.5	0.52	0.210	0.150	Hantush
289	94.00	4.00	0.50	50.69	51.22	37.3	67.82	NO INTERPRETABLE		
291	88.00	5.00	1.00	30.18	30.40	24.4	110.90	45.600	N.I.	Hantush
292	129.00	6.00	1.50	19.74	40.50	6.2	0.28	0.060	0.060	Hantush
296	180.00	7.00	1.50	33.73	63.04	25.5	0.87	0.230	0.200	Jacob
300	110.00	6.50	1.00	44.29	58.00	22.4	1.63	0.710	1.300	Jacob
343	114.00	5.00	0.75	26.50	34.50	39.5	4.93	NO INTERPRETABLE		
348	45.00	4.00	2.00	14.95	35.48	4.6	0.22	N.I.	0.760	Jacob
350	145.00	4.00	1.00	15.18	40.27	19.2	0.76	0.150	N.I.	Hantush
389	140.00	7.00	1.50	50.83	57.59	22.3	3.30	1.630	N.I.	Hantush

REPRESENTACION SEMILOGARITMICA

POZO Nº 1 CUADRO 17
 LUGAR SAN AGUSTIN Y ANEXOS.
 FECHA 10-DC-74 DURACION 4.0 Hs.
 PROFUNDIDAD 137 m N.E. 11.59 m.
 CAUDAL 10.0 lps DAM DESCARGA 15.0 cm



TIEMPO (MINUTOS)	PROFUNDIDAD (METROS)	1/t'
0	11.59	
0.75	17.92	
0.90	21.60	
0.75	25.07	
1.00	27.67	
1.35	29.70	
1.36	31.85	
1.75	33.60	
2.00	34.91	
3.00	40.00	
4.00	43.84	
5.00	47.62	
6.00	49.64	
12.00	50.61	
13.00	50.67	
20.00	50.80	
30.00	50.70	
45.00	51.00	
55.00	51.30	
75.00	51.00	
90.00	51.40	
105.00	51.22	
120.00	51.52	
135.00	50.50	
150.00	50.53	
170.00	50.60	
190.00	50.52	
205.00		
220.00		
235.00		
250.00		
265.00		
280.00		
295.00		
310.00		
325.00		
340.00		

$S_{max} = 26.14$ $\frac{m}{s} \quad \frac{m}{s} \quad K_0 (r/s) = 2.3 \frac{m}{s}$ $T = \frac{0.159 \cdot Q}{S_{max}} \quad K_0 (r/s)$
 $S_1 = 13.07$ $= 2.3 \frac{13.07}{26.05}$ $T = \frac{0.109 \cdot 10.0 \cdot 10^{-3}}{26.14} = 0.49$
 $m_1 = 26.09$ $= 1.18$ $T = 4.37 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{seg}$

OBSERVACIONES: Pers. J. ± 2.0 mm, N. O. ± 37.63 m.

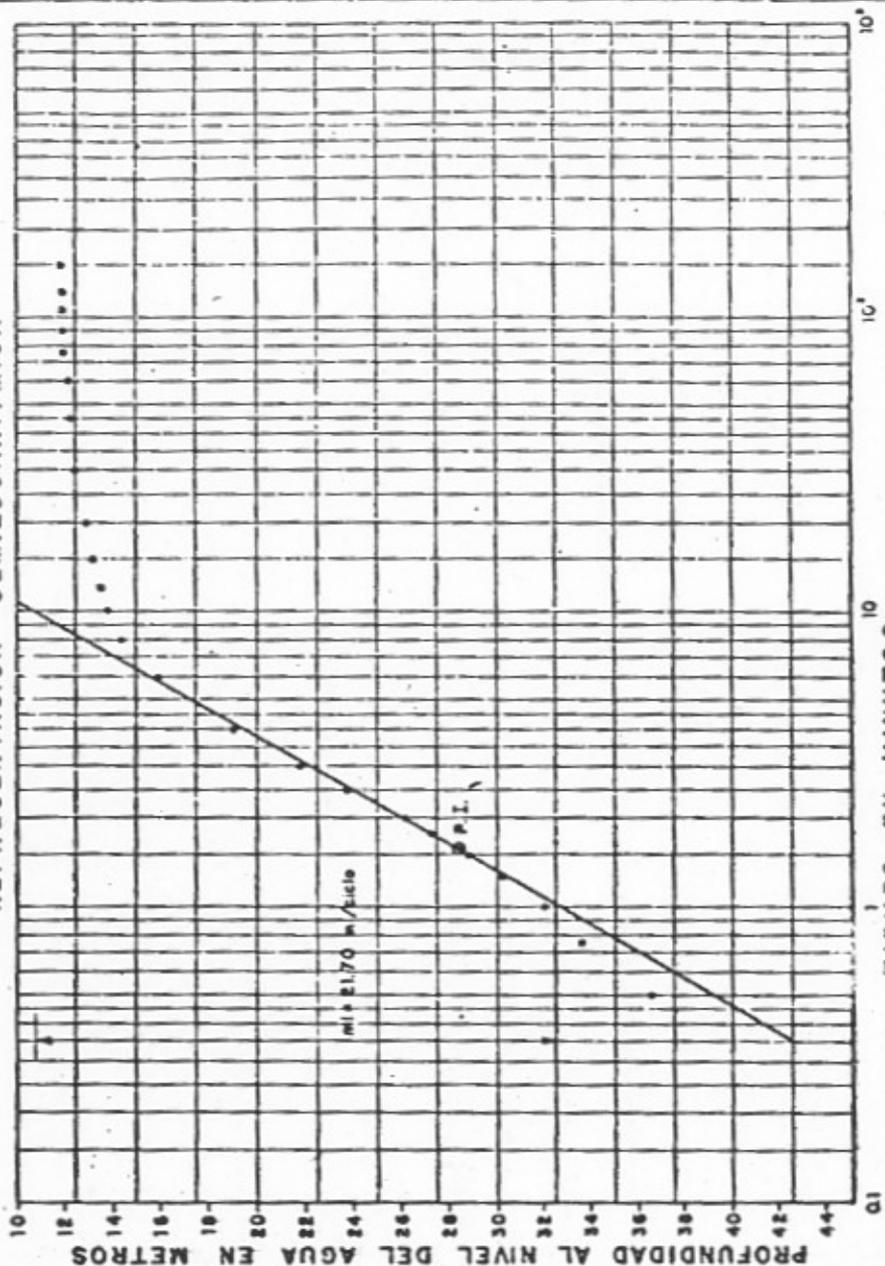
ESTUDIO GEOLÓGICO REALIZADO EN EL 1965 EN
 VILLA MERCEDES, DEC.
 PRUEBA DE BOMBEO DEL POZO Nº 1
 ETAPA DE ABATIMIENTO

Conforme: EL DIRECTOR CONSULTOR TÉCNICO
 "Instituto Geológico" "Agrupación"
 Fig. 7.0.1-b

POZO Nº 1 CUADRO 17
 LUGAR SAN AGUSTÍN Y ANEXOS
 FECHA 10-IX-74 DUMACÓN - S.B. HA
 PROFUNDIDAD 137 m N.E. 11.80 m.
 CAUDAL 16.0 lps DAM DESCARGA 35.8 cm.

TIEMPO EN MINUTOS	PROFUNDIDAD AL NIVEL DEL AGUA EN METROS	V ₁ '
0	50.52	
4.15	42.35	
8.16	36.45	
11.55	33.27	
15.55	31.00	
19.55	30.30	
23.55	29.87	
27.55	29.37	
31.55	28.90	
35.55	28.43	
39.55	27.93	
43.55	27.43	
47.55	26.93	
51.55	26.43	
55.55	25.93	
59.55	25.43	
63.55	24.93	
67.55	24.43	
71.55	23.93	
75.55	23.43	
79.55	22.93	
83.55	22.43	
87.55	21.93	
91.55	21.43	
95.55	20.93	
99.55	20.43	
103.55	19.93	
107.55	19.43	
111.55	18.93	
115.55	18.43	
119.55	17.93	
123.55	17.43	
127.55	16.93	
131.55	16.43	
135.55	15.93	
139.55	15.43	
143.55	14.93	
147.55	14.43	
151.55	13.93	
155.55	13.43	
159.55	12.93	
163.55	12.43	
167.55	11.93	
171.55	11.43	
175.55	10.93	
179.55	10.43	
183.55	9.93	
187.55	9.43	
191.55	8.93	
195.55	8.43	
199.55	7.93	
203.55	7.43	
207.55	6.93	
211.55	6.43	
215.55	5.93	
219.55	5.43	
223.55	4.93	
227.55	4.43	
231.55	3.93	
235.55	3.43	
239.55	2.93	
243.55	2.43	
247.55	1.93	
251.55	1.43	
255.55	0.93	
259.55	0.43	
263.55	0.43	
267.55	0.43	
271.55	0.43	
275.55	0.43	
279.55	0.43	
283.55	0.43	
287.55	0.43	
291.55	0.43	
295.55	0.43	
299.55	0.43	
303.55	0.43	
307.55	0.43	
311.55	0.43	
315.55	0.43	
319.55	0.43	
323.55	0.43	
327.55	0.43	
331.55	0.43	
335.55	0.43	
339.55	0.43	
343.55	0.43	
347.55	0.43	
351.55	0.43	
355.55	0.43	
359.55	0.43	
363.55	0.43	
367.55	0.43	
371.55	0.43	
375.55	0.43	
379.55	0.43	
383.55	0.43	
387.55	0.43	
391.55	0.43	
395.55	0.43	
399.55	0.43	
403.55	0.43	
407.55	0.43	
411.55	0.43	
415.55	0.43	
419.55	0.43	
423.55	0.43	
427.55	0.43	
431.55	0.43	
435.55	0.43	
439.55	0.43	
443.55	0.43	
447.55	0.43	
451.55	0.43	
455.55	0.43	
459.55	0.43	
463.55	0.43	
467.55	0.43	
471.55	0.43	
475.55	0.43	
479.55	0.43	
483.55	0.43	
487.55	0.43	
491.55	0.43	
495.55	0.43	
499.55	0.43	
503.55	0.43	
507.55	0.43	
511.55	0.43	
515.55	0.43	
519.55	0.43	
523.55	0.43	
527.55	0.43	
531.55	0.43	
535.55	0.43	
539.55	0.43	
543.55	0.43	
547.55	0.43	
551.55	0.43	
555.55	0.43	
559.55	0.43	
563.55	0.43	
567.55	0.43	
571.55	0.43	
575.55	0.43	
579.55	0.43	
583.55	0.43	
587.55	0.43	
591.55	0.43	
595.55	0.43	
599.55	0.43	
603.55	0.43	
607.55	0.43	
611.55	0.43	
615.55	0.43	
619.55	0.43	
623.55	0.43	
627.55	0.43	
631.55	0.43	
635.55	0.43	
639.55	0.43	
643.55	0.43	
647.55	0.43	
651.55	0.43	
655.55	0.43	
659.55	0.43	
663.55	0.43	
667.55	0.43	
671.55	0.43	
675.55	0.43	
679.55	0.43	
683.55	0.43	
687.55	0.43	
691.55	0.43	
695.55	0.43	
699.55	0.43	
703.55	0.43	
707.55	0.43	
711.55	0.43	
715.55	0.43	
719.55	0.43	
723.55	0.43	
727.55	0.43	
731.55	0.43	
735.55	0.43	
739.55	0.43	
743.55	0.43	
747.55	0.43	
751.55	0.43	
755.55	0.43	
759.55	0.43	
763.55	0.43	
767.55	0.43	
771.55	0.43	
775.55	0.43	
779.55	0.43	
783.55	0.43	
787.55	0.43	
791.55	0.43	
795.55	0.43	
799.55	0.43	
803.55	0.43	
807.55	0.43	
811.55	0.43	
815.55	0.43	
819.55	0.43	
823.55	0.43	
827.55	0.43	
831.55	0.43	
835.55	0.43	
839.55	0.43	
843.55	0.43	
847.55	0.43	
851.55	0.43	
855.55	0.43	
859.55	0.43	
863.55	0.43	
867.55	0.43	
871.55	0.43	
875.55	0.43	
879.55	0.43	
883.55	0.43	
887.55	0.43	
891.55	0.43	
895.55	0.43	
899.55	0.43	
903.55	0.43	
907.55	0.43	
911.55	0.43	
915.55	0.43	
919.55	0.43	
923.55	0.43	
927.55	0.43	
931.55	0.43	
935.55	0.43	
939.55	0.43	
943.55	0.43	
947.55	0.43	
951.55	0.43	
955.55	0.43	
959.55	0.43	
963.55	0.43	
967.55	0.43	
971.55	0.43	
975.55	0.43	
979.55	0.43	
983.55	0.43	
987.55	0.43	
991.55	0.43	
995.55	0.43	
999.55	0.43	

REPRESENTACION SEMILOGARITMICA

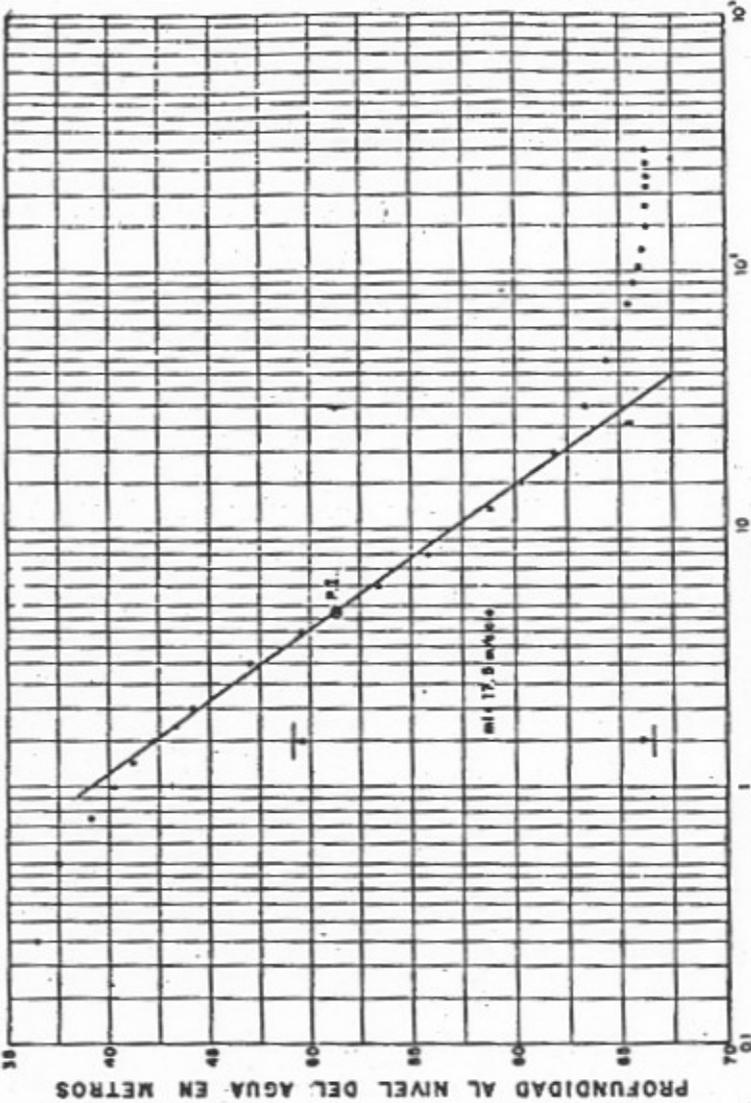


$S_{max} = 33.40$ $S_1 = 16.70$ $m = 21.70$
 $S_2 = 21.70$
 $S_{max} = 33.40$ $S_1 = 16.70$ $S_2 = 21.70$
 $T = 0.159 \frac{Q}{S_{max}} K_0 K_1 K_2 (r/r_0)$
 $T = 0.159 \frac{16.0}{33.40} \times 1.10^{0.8} \times 1.27$
 $T = 0.97 \times 10^{-4} m^2/mq$

OBSERVACIONES: Para $t = 2.5$ min. $H_0 = 23.78$ m.
 Para $t = 10$ min. $H_0 = 13.79$ m.

CENTRO HIDROLOGICO APLICADO EN LA ISLA DE
 PUERTO RICO
 ETAPA DE RECUPERACION
 CONTENIDO: EN SIETE PARTES - CONSULTAR LIBRO
 DIRECCION GENERAL DE AGUAS
 Fig. 7.6.1-b

REPRESENTACION SEMILOGARITMICA



POZO N° 16 CUADRO 17
 LUGAR SANTA TERESA... EL SALITRE
 FECHA 19 SEP 74... DURACION 8.00 Hl
 PROFUNDIDAD 130.00 m N.E. 96.00 m
 CAUDAL 11.4 l/s DAM DESCARGA 10.80 m

TIEMPO (min)	PROFUNDIDAD (m)	UN*
05.30		
9.15	06.36	
9.55	07.48	
10.15	08.88	
11.45	10.18	
12.15	11.08	
13.15	12.18	
14.15	13.27	
15.15	14.10	
16.15	15.02	
17.15	16.49	
18.15	17.22	
19.15	18.78	
20.15	19.82	
21.15	20.87	
22.15	21.80	
23.15	22.90	
24.15	24.43	
25.15	25.10	
26.15	26.47	
27.15	28.00	
28.15	29.90	
29.15	31.10	
30.15	32.37	
31.15	34.00	
32.15	35.36	
33.15	36.90	
34.15	38.39	
35.15	39.90	
36.15	41.50	
37.15	43.00	
38.15	44.50	
39.15	46.00	
40.15	47.50	
41.15	49.00	
42.15	50.50	
43.15	52.00	
44.15	53.50	
45.15	55.00	
46.15	56.50	
47.15	58.00	
48.15	59.50	
49.15	61.00	
50.15	62.50	
51.15	64.00	
52.15	65.50	
53.15	67.00	
54.15	68.50	
55.15	70.00	

TIEMPO EN MINUTOS

$S_{max} = 30.18$ $S_{10} = 18.08$ $S_{17.5} = 17.5$
 $Ks (r/r) = 2.3 \frac{SI}{m}$ $= 2.3 \frac{19.02}{17.5}$ $= 1.96$
 $Y = 0.128 \frac{S_{max}}{Ks} (r/r)$ $Y = 0.159 \times 11.4 \times 10^{-4}$ (L54)
 $Y = 0.008 \times 10^{-4} m^2/mq$
 $Ks (r/r) = 1.94$

OBSERVACIONES:

ESTACION GEOLOGICA INTERMUNICIPAL DE LA ZONA DE VILLA VIEJA, INC.
 PRUEBA DE BOMBEO DEL POZO N° 16
 ETAPA DE ABATIMIENTO

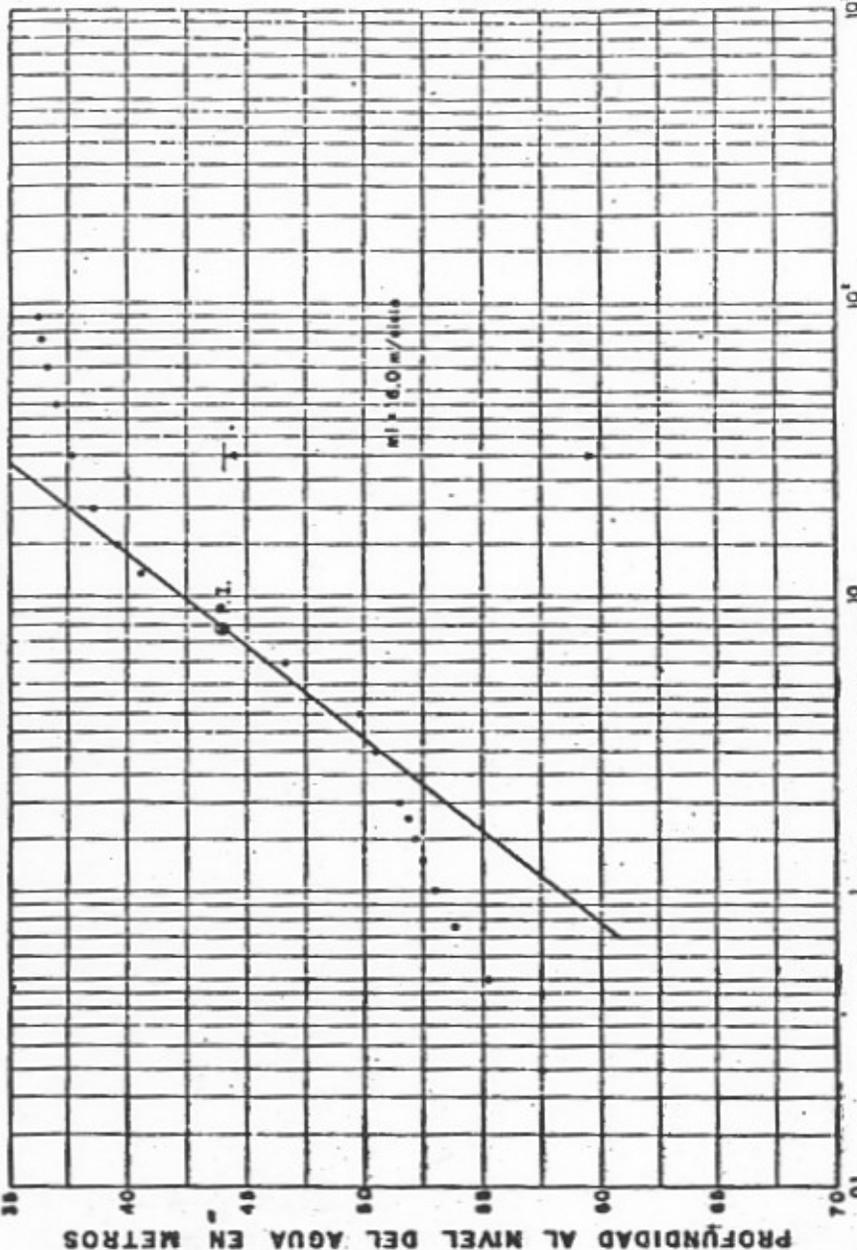
Colaborador: EL SINGULO Ciudad: San Vicente
 Dirección: Avenida "BOLIVAR"
 Teléfono: 2111111111
 Fecha: 1974.9.16

Fig. 7.5.2-9

POZO N° 18 CUADRO 17
 LUGAR SANTA TERESA, EL SALITRE.
 FECHA 19 SEP 74 DURACION 1.00 HL
 PROFUNDIDAD 120.00 m N.E. 25.30 m
 CAUDAL 11.4 l/s DAM DESCARGA 10.8 cm

TIEMPO EN MINUTOS	PROFUNDIDAD AL NIVEL DEL AGUA EN METROS	1/s
0	66.08	
5.25	67.00	
9.55	68.14	
13.55	69.78	
17.55	71.03	
21.55	72.05	
25.55	73.80	
29.55	75.81	
33.55	77.82	
37.55	79.41	
41.55	80.84	
45.55	82.84	
49.55	84.87	
53.55	86.88	
57.55	88.81	
61.55	90.85	
65.55	92.00	
69.55	93.00	
73.55	94.04	
77.55	95.47	
81.55	96.89	
85.55	98.29	
89.55	99.88	
93.55	101.00	
97.55	102.00	
101.55	103.00	
105.55	104.00	
109.55	105.00	
113.55	106.00	
117.55	107.00	
121.55	108.00	
125.55	109.00	
129.55	110.00	
133.55	111.00	
137.55	112.00	
141.55	113.00	
145.55	114.00	
149.55	115.00	
153.55	116.00	
157.55	117.00	
161.55	118.00	
165.55	119.00	
169.55	120.00	
173.55	121.00	
177.55	122.00	
181.55	123.00	
185.55	124.00	
189.55	125.00	
193.55	126.00	
197.55	127.00	
201.55	128.00	
205.55	129.00	
209.55	130.00	
213.55	131.00	
217.55	132.00	
221.55	133.00	
225.55	134.00	
229.55	135.00	
233.55	136.00	
237.55	137.00	
241.55	138.00	
245.55	139.00	
249.55	140.00	
253.55	141.00	
257.55	142.00	
261.55	143.00	
265.55	144.00	
269.55	145.00	
273.55	146.00	
277.55	147.00	
281.55	148.00	
285.55	149.00	
289.55	150.00	
293.55	151.00	
297.55	152.00	
301.55	153.00	
305.55	154.00	
309.55	155.00	
313.55	156.00	
317.55	157.00	
321.55	158.00	
325.55	159.00	
329.55	160.00	
333.55	161.00	
337.55	162.00	
341.55	163.00	
345.55	164.00	
349.55	165.00	
353.55	166.00	
357.55	167.00	
361.55	168.00	
365.55	169.00	
369.55	170.00	
373.55	171.00	
377.55	172.00	
381.55	173.00	
385.55	174.00	
389.55	175.00	
393.55	176.00	
397.55	177.00	
401.55	178.00	
405.55	179.00	
409.55	180.00	
413.55	181.00	
417.55	182.00	
421.55	183.00	
425.55	184.00	
429.55	185.00	
433.55	186.00	
437.55	187.00	
441.55	188.00	
445.55	189.00	
449.55	190.00	
453.55	191.00	
457.55	192.00	
461.55	193.00	
465.55	194.00	
469.55	195.00	
473.55	196.00	
477.55	197.00	
481.55	198.00	
485.55	199.00	
489.55	200.00	
493.55	201.00	
497.55	202.00	
501.55	203.00	
505.55	204.00	
509.55	205.00	
513.55	206.00	
517.55	207.00	
521.55	208.00	
525.55	209.00	
529.55	210.00	
533.55	211.00	
537.55	212.00	
541.55	213.00	
545.55	214.00	
549.55	215.00	
553.55	216.00	
557.55	217.00	
561.55	218.00	
565.55	219.00	
569.55	220.00	
573.55	221.00	
577.55	222.00	
581.55	223.00	
585.55	224.00	
589.55	225.00	
593.55	226.00	
597.55	227.00	
601.55	228.00	
605.55	229.00	
609.55	230.00	
613.55	231.00	
617.55	232.00	
621.55	233.00	
625.55	234.00	
629.55	235.00	
633.55	236.00	
637.55	237.00	
641.55	238.00	
645.55	239.00	
649.55	240.00	
653.55	241.00	
657.55	242.00	
661.55	243.00	
665.55	244.00	
669.55	245.00	
673.55	246.00	
677.55	247.00	
681.55	248.00	
685.55	249.00	
689.55	250.00	
693.55	251.00	
697.55	252.00	
701.55	253.00	
705.55	254.00	
709.55	255.00	
713.55	256.00	
717.55	257.00	
721.55	258.00	
725.55	259.00	
729.55	260.00	
733.55	261.00	
737.55	262.00	
741.55	263.00	
745.55	264.00	
749.55	265.00	
753.55	266.00	
757.55	267.00	
761.55	268.00	
765.55	269.00	
769.55	270.00	
773.55	271.00	
777.55	272.00	
781.55	273.00	
785.55	274.00	
789.55	275.00	
793.55	276.00	
797.55	277.00	
801.55	278.00	
805.55	279.00	
809.55	280.00	
813.55	281.00	
817.55	282.00	
821.55	283.00	
825.55	284.00	
829.55	285.00	
833.55	286.00	
837.55	287.00	
841.55	288.00	
845.55	289.00	
849.55	290.00	
853.55	291.00	
857.55	292.00	
861.55	293.00	
865.55	294.00	
869.55	295.00	
873.55	296.00	
877.55	297.00	
881.55	298.00	
885.55	299.00	
889.55	300.00	

REPRESENTACION SEMILOGARITMICA



TIEMPO EN MINUTOS

$Q_{max} = 16.0$ $Q = \frac{1}{2} Q_{max} Ks (r/r_0)$
 $16.0 = \frac{1}{2} (16.0) Ks (r/r_0)$
 $1.0 = Ks (r/r_0)$
 $Ks (r/r_0) = 1.18$

$Q_1 = 9.0$ $Q = \frac{1}{2} Q_{max} Ks (r/r_0)$
 $9.0 = \frac{1}{2} (16.0) Ks (r/r_0)$
 $1.125 = Ks (r/r_0)$
 $Ks (r/r_0) = 0.83$

$Q_2 = 16.0$ $Q = \frac{1}{2} Q_{max} Ks (r/r_0)$
 $16.0 = \frac{1}{2} (16.0) Ks (r/r_0)$
 $1.0 = Ks (r/r_0)$
 $Ks (r/r_0) = 0.83$

ESTAD. GENERAL DEL POZO EN LA ZONA DE
 VILLA MISALAN, ZAC.
 PRUEBA DE RECUPERACION DEL POZO N° 18
 ETAPA DE RECUPERACION

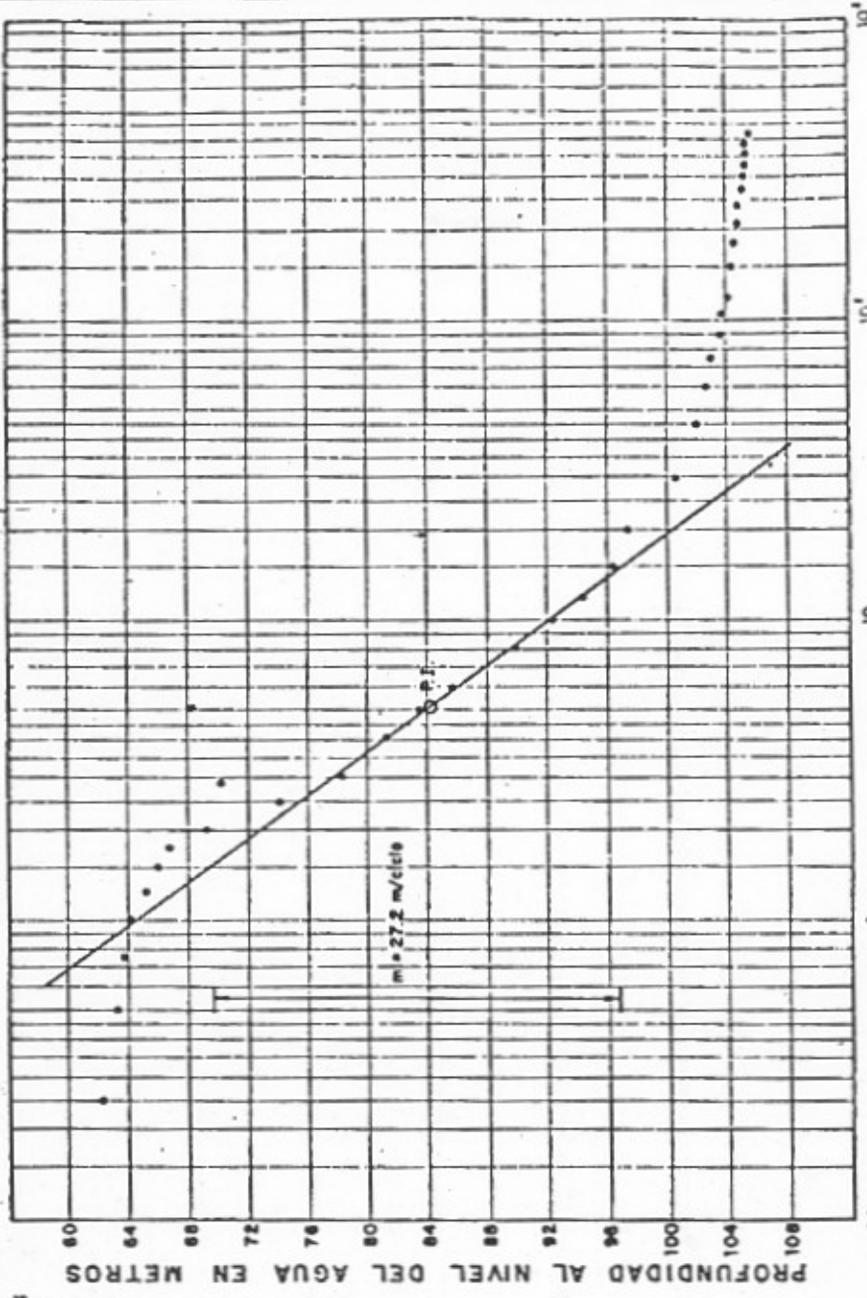
Confirma: Sr. DIRECTOR CONSULTOR TECNICO
 Sr. INGENIERO AGRONOMO
 Sr. TECNICO AGRONOMO
 Sr. TECNICO AGRONOMO

Fig. 7.6.2-b

POZO Nº 16 CUADRO 24
 LUGAR EJIDO SAN AGUSTIN Y ANEXOS
 FECHA 5 OCT 74 DURACION 7.0 Hs
 PROFUNDIDAD 220.0 m N.E. 60.13 m
 CAUDAL 13.4 lps DIAM DESCARGA 10.0 cm

TIEMPO EN MINUTOS	PROFUNDIDAD AL NIVEL DEL AGUA EN METROS	1/s
0	60.13	
0.15	62.11	
0.30	63.18	
0.45	63.75	
1.00	64.06	
1.30	65.08	
1.35	65.75	
1.45	66.62	
1.50	69.18	
1.55	70.14	
2.00	81.23	
2.05	85.00	
2.08	90.00	
2.10	94.31	
2.15	96.25	
2.20	97.48	
2.25	100.62	
2.30	101.75	
2.35	102.54	
2.40	102.92	
2.45	103.43	
2.50	103.70	
2.55	103.96	
2.60	104.17	
2.65	104.38	
2.70	104.70	
2.75	104.70	
2.80	104.90	
2.85	104.94	
2.90	105.02	
2.95	105.34	
3.00	105.32	
3.05	105.41	
3.10		
3.15		
3.20		
3.25		
3.30		
3.35		
3.40		
3.45		
3.50		
3.55		
3.60		
3.65		
3.70		
3.75		
3.80		
3.85		
3.90		
3.95		
4.00		

REPRESENTACION SEMILOGARITMICA



$S_{max} = 41.64$ $e^{1/s} K_0 (r/a) = 2.3 \frac{SI}{m}$ $T = \frac{0.159 Q}{S_{max}} K_0 (r/a)$
 $SI = 20.82$ $= 2.3 \frac{20.82}{27.20}$ $T = \frac{0.159 \times 13.42 \times 10^{-3}}{41.64} (1.25)$
 $mi = 27.20$ $= 1.76$ $T = 0.06 \times 10^{-3} m^2/seg$
 $K_0 (r/a) = 1.25$

OBSERVACIONES
 Para l = 2.5 min N.D. = 74.04 m
 Para l = 5.0 " N.D. = 83.47 "
 Para l = 10 " N.D. = 92.20 "

INSTITUTO MEXICANO DE INVESTIGACIONES EN AGUA
 VILLA ROSALES, ZAC.
 PRUEBA DE BOMBEO DEL POZO Nº 16
 ETAPA DE ABATIMIENTO
 Confirma: EL DIRECTOR CONSULTOR TECNICO
 Director General: ZAPATA
 Director Asesor: ALICATA
 FIG. 7.6.3-0

REPRESENTACION SEMILOGARITMICA

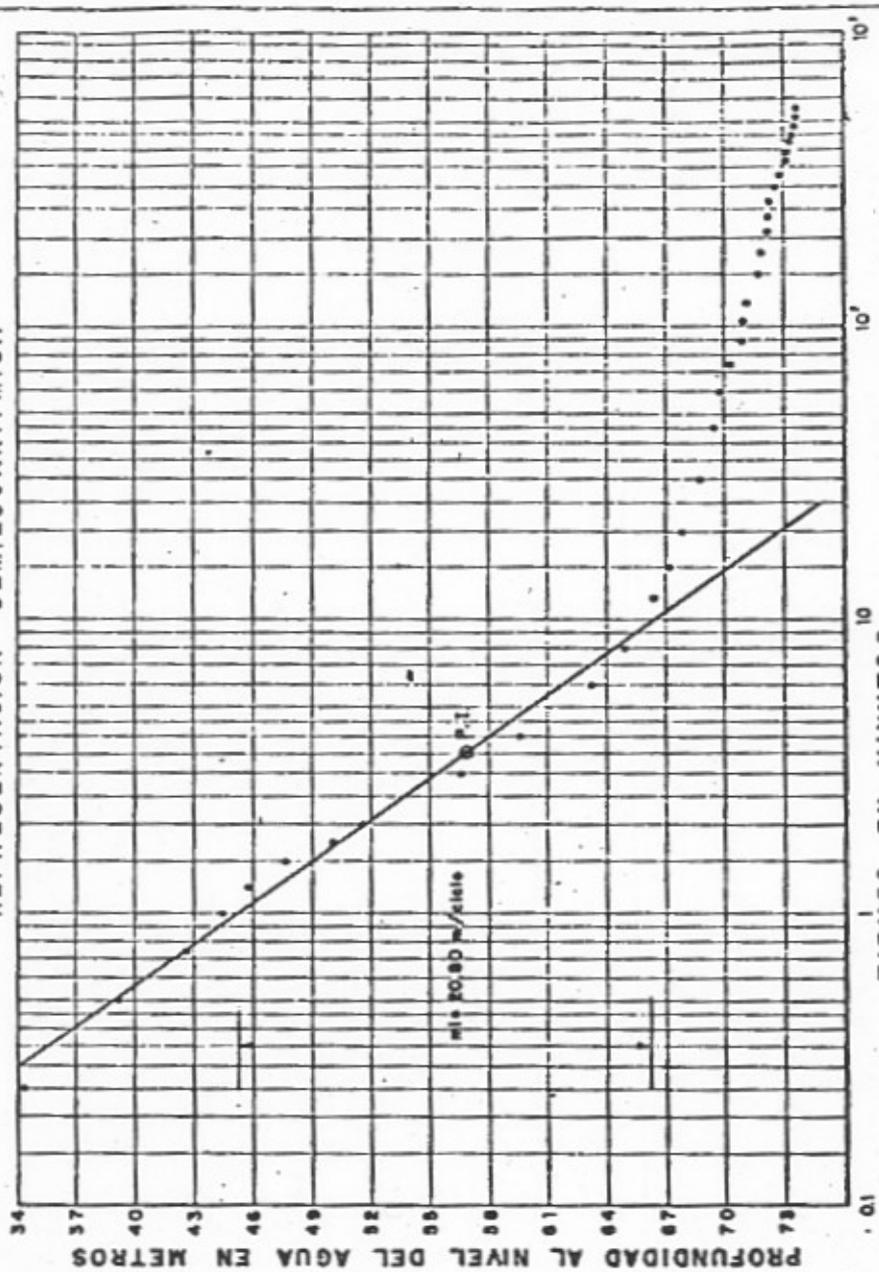
POZO N° ... 18 ... CUADRO. 24 ...
 LUGAR EJIDO SAN AGUSTIN Y ANEXOS
 FECHA: 1 OCT 74. ... DURACION: 3.0 Hs
 PROFUNDIDAD: 220.0 m N.E. 80.13 m
 CAUDAL: 19.4 lps DIAM LECTURA 19.0 cm

TIEMPO EN MINUTOS	NUMEROS DE VIBRACIONES	1/f
0	108.41	
5.75	101.10	
9.50	97.51	
13.25	95.32	
17.00	94.48	
20.75	93.78	
24.50	92.97	
28.25	92.06	
32.00	91.00	
35.75	90.40	
39.50	90.75	
43.25	90.21	
47.00	90.29	
50.75	71.09	
54.50	98.72	
58.25	67.10	
62.00	65.08	
65.75	64.00	
69.50	63.82	
73.25	62.50	
77.00	62.09	
80.75	61.78	
84.50	61.60	
88.25	61.25	
92.00	61.04	
95.75		
99.50		
103.25		
107.00		
110.75		
114.50		
118.25		
122.00		
125.75		
129.50		
133.25		
137.00		
140.75		
144.50		
148.25		
152.00		
155.75		
159.50		
163.25		
167.00		
170.75		
174.50		
178.25		
182.00		
185.75		
189.50		
193.25		
197.00		
200.75		
204.50		
208.25		
212.00		
215.75		
219.50		
223.25		
227.00		
230.75		
234.50		
238.25		
242.00		
245.75		
249.50		
253.25		
257.00		
260.75		
264.50		
268.25		
272.00		
275.75		
279.50		
283.25		
287.00		
290.75		
294.50		
298.25		
302.00		
305.75		
309.50		
313.25		
317.00		
320.75		
324.50		
328.25		
332.00		
335.75		
339.50		
343.25		
347.00		
350.75		
354.50		
358.25		
362.00		
365.75		
369.50		
373.25		
377.00		
380.75		
384.50		
388.25		
392.00		
395.75		
399.50		
403.25		
407.00		
410.75		
414.50		
418.25		
422.00		
425.75		
429.50		
433.25		
437.00		
440.75		
444.50		
448.25		
452.00		
455.75		
459.50		
463.25		
467.00		
470.75		
474.50		
478.25		
482.00		
485.75		
489.50		
493.25		
497.00		
500.75		
504.50		
508.25		
512.00		
515.75		
519.50		
523.25		
527.00		
530.75		
534.50		
538.25		
542.00		
545.75		
549.50		
553.25		
557.00		
560.75		
564.50		
568.25		
572.00		
575.75		
579.50		
583.25		
587.00		
590.75		
594.50		
598.25		
602.00		
605.75		
609.50		
613.25		
617.00		
620.75		
624.50		
628.25		
632.00		
635.75		
639.50		
643.25		
647.00		
650.75		
654.50		
658.25		
662.00		
665.75		
669.50		
673.25		
677.00		
680.75		
684.50		
688.25		
692.00		
695.75		
699.50		
703.25		
707.00		
710.75		
714.50		
718.25		
722.00		
725.75		
729.50		
733.25		
737.00		
740.75		
744.50		
748.25		
752.00		
755.75		
759.50		
763.25		
767.00		
770.75		
774.50		
778.25		
782.00		
785.75		
789.50		
793.25		
797.00		
800.75		
804.50		
808.25		
812.00		
815.75		
819.50		
823.25		
827.00		
830.75		
834.50		
838.25		
842.00		
845.75		
849.50		
853.25		
857.00		
860.75		
864.50		
868.25		
872.00		
875.75		
879.50		
883.25		
887.00		
890.75		
894.50		
898.25		
902.00		
905.75		
909.50		
913.25		
917.00		
920.75		
924.50		
928.25		
932.00		
935.75		
939.50		
943.25		
947.00		
950.75		
954.50		
958.25		
962.00		
965.75		
969.50		
973.25		
977.00		
980.75		
984.50		
988.25		
992.00		
995.75		
999.50		
1003.25		
1007.00		
1010.75		
1014.50		
1018.25		
1022.00		
1025.75		
1029.50		
1033.25		
1037.00		
1040.75		
1044.50		
1048.25		
1052.00		
1055.75		
1059.50		
1063.25		
1067.00		
1070.75		
1074.50		
1078.25		
1082.00		
1085.75		
1089.50		
1093.25		
1097.00		
1100.75		
1104.50		
1108.25		
1112.00		
1115.75		
1119.50		
1123.25		
1127.00		
1130.75		
1134.50		
1138.25		
1142.00		
1145.75		
1149.50		
1153.25		
1157.00		
1160.75		
1164.50		
1168.25		
1172.00		
1175.75		
1179.50		
1183.25		
1187.00		
1190.75		
1194.50		
1198.25		
1202.00		
1205.75		
1209.50		
1213.25		
1217.00		
1220.75		
1224.50		
1228.25		
1232.00		
1235.75		
1239.50		
1243.25		
1247.00		
1250.75		
1254.50		
1258.25		
1262.00		
1265.75		
1269.50		
1273.25		
1277.00		
1280.75		
1284.50		
1288.25		
1292.00		
1295.75		
1299.50		
1303.25		
1307.00		
1310.75		
1314.50		
1318.25		
1322.00		
1325.75		
1329.50		
1333.25		
1337.00		
1340.75		
1344.50		
1348.25		
1352.00		
1355.75		
1359.50		
1363.25		
1367.00		
1370.75		
1374.50		
1378.25		
1382.00		
1385.75		
1389.50		
1393.25		
1397.00		
1400.75		
1404.50		
1408.25		
1412.00		
1415.75		
1419.50		
1423.25		
1427.00		
1430.75		
1434.50		
1438.25		
1442.00		
1445.75		
1449.50		
1453.25		
1457.00		
1460.75		
1464.50		
1468.25		
1472.00		
1475.75		
1479.50		
1483.25		
1487.00		
1490.75		
1494.50		
1498.25		
1502.00		
1505.75		
1509.50		
1513.25		
1517.00		
1520.75		
1524.50		
1528.25		
1532.00		
1535.75		
1539.50		
1543.25		
1547.00		
1550.75		
1554.50		
1558.25		
1562.00		
1565.75		
1569.50		
1573.25		
1577.00		
1580.75		
1584.50		
1588.25		
1592.00		
1595.75		
1599.50		
1603.25		
1607.00		
1610.75		
1614.50		
1618.25		
1622.00		
1625.75		
1629.50		
1633.25		
1637.00		
1640.75		
1644.50		
1648.25		
1652.00		
1655.75		
1659.50		
1663.25		
1667.00		
1670.75		
1674.50		
1678.25		
1682.00		
1685.75		
1689.50		
1693.25		
1697.00		
1700.75		
1704.50		
1708.25		
1712.00		
1715.75		
1719.50		
1723.25		
1727.00		
1730.75		
1734.50		
1738.25		
1742.00		
1745.75		
1749.50		
1753.25		
1757.00		
1760.75		
1764.50		
1768.25		
1772.00		
1775.75		
1779.50		
1783.25		
1787.00		
1790.75		
1794.50		
1798.25		
1802.00		
1805.75		
1809.50		
1813.25		
1817.00		
1820.75		
1824.50		
1828.25		
1832.00		
1835.75		

POZO N° 02 CUADRO 17
 LUGAR CANOAS
 FECHA 18 SEP 74 DURACION 8.0 Hs
 PROFUNDIDAD 170 m N.E. 27.38 m
 CAUDAL 21.5 l/s DAM DESCARGA 15.5 cm

TIEMPO EN MINUTOS	PROFUNDIDAD AL NIVEL DEL AGUA EN METROS	1/s
0	27.38	
0.25	34.40	
0.50	39.13	
0.75	42.56	
1.00	44.48	
1.25	45.73	
1.50	47.70	
1.75	50.09	
2.00	51.36	
2.25	52.56	
2.50	53.84	
2.75	55.19	
3.00	56.93	
3.25	58.47	
3.50	59.78	
3.75	61.06	
4.00	62.44	
4.25	63.87	
4.50	65.26	
4.75	66.81	
5.00	68.05	
5.25	69.00	
5.50	70.00	
5.75	71.00	
6.00	71.77	
6.25	72.12	
6.50	72.06	
6.75	72.18	
7.00	72.57	
7.25	72.64	
7.50	73.06	
7.75	73.06	
8.00	73.09	
8.25	73.19	
8.50	73.37	
8.75	73.47	
9.00	73.40	

REPRESENTACION SEMILOGARITMICA



TIEMPO EN MINUTOS

3 mes. = 48.20 $\theta = 1/6 \text{ Ko}(r/s) = 2.3 \frac{\text{di}}{\text{mi}}$ $T = 0.139 \frac{\text{Q}}{\text{Qes}} \text{ Ko}(r/s)$
 61 = 81.10 $\theta = 2.3 \frac{\text{di}}{\text{mi}}$ $T = 0.139 \frac{\text{Q}}{\text{Qes}} \text{ Ko}(r/s)$
 mi = 20.80 $T = 48.20$ $T = 1800 \text{ s} = 30 \text{ min}$

ESTADO DE SERVICIO DE LA OBRA
 PRUEBA DE BOMBEO DEL POZO N° 52
 ETAPA DE ABATIMIENTO

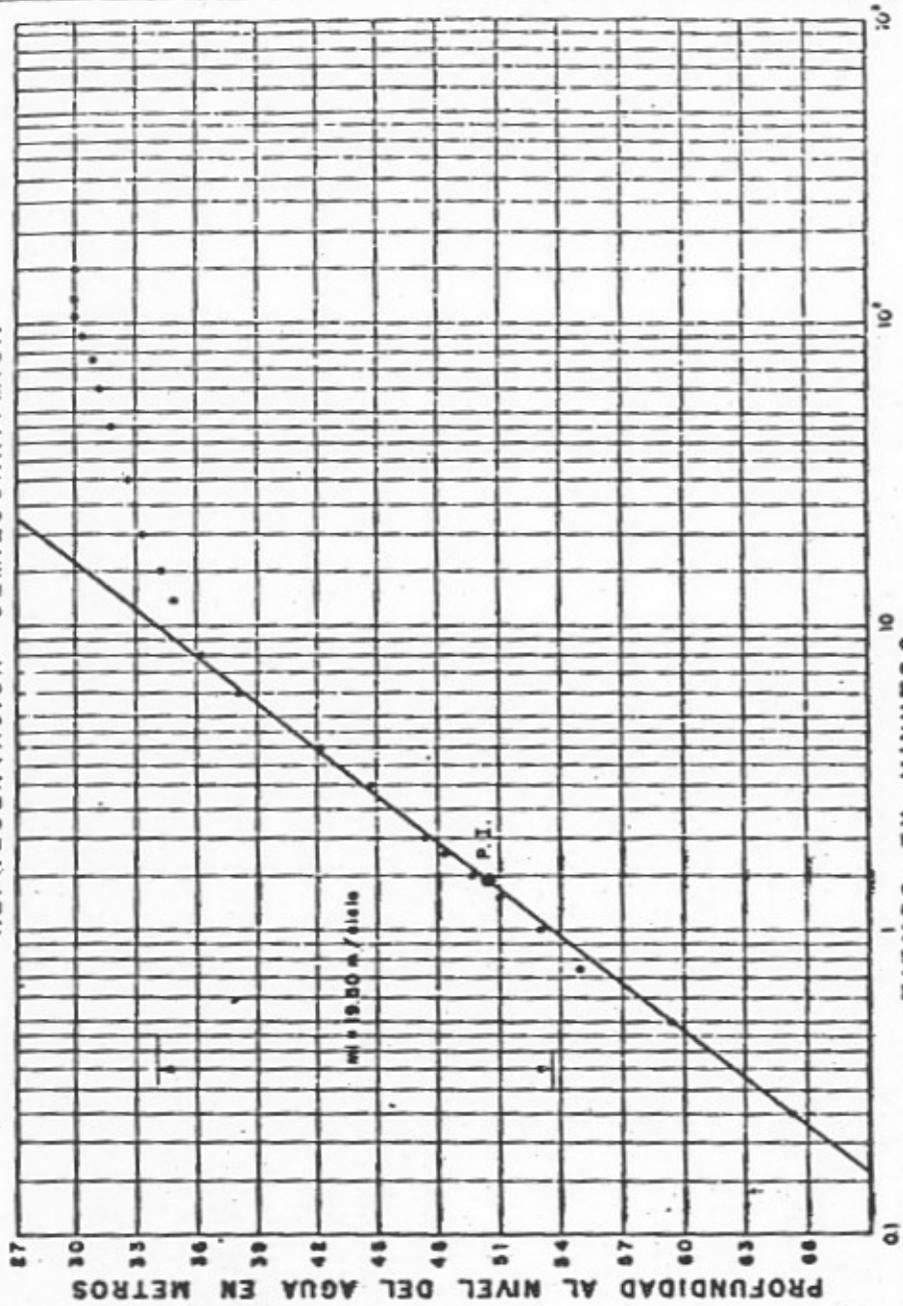
CONFORME A LOS DISEÑOS DEL SERVICIO TECNICO
 "INVESTIGACIONES Y PROYECTOS"

Fig. 7.6. 4-g

OBSERVACIONES: Para L = 910 min., K = 0.73.47 m.
 L = 840 min., K = 0.73.40 m.

POZO N° 52 CUADRO 17
 LUGAR ... CANOAS
 FECHA 18 SEP 74 DURACION 2.5 Hs
 PROFUNDIDAD 170 m N.E. 57-58 m
 CAUDAL 21.8 l/s DIAM DESCARGA 18.8 cm

REPRESENTACION SEMILOGARITMICA



TIEMPO EN MINUTOS

$Q = 0.159 \frac{Q_0}{S_{max}}$ $K_0 (r/s) = 2.3 \frac{S_1}{S_2}$ $T = 0.159 \frac{Q_0}{S_{max}} K_0 (r/s)$
 $Q_1 = 20.55$ $Q_2 = 19.50$ $T = 0.159 \frac{20.55}{41.10} \times 10^{-2} = 2.10$
 $m_i = 19.50$ $K_0 (r/s) = 2.42$ $T = 1768 \times 10^{-6} m^3/mq$
 $K_0 (r/s) = 2.10$

TIEMPO EN MINUTOS	PROFUNDIDAD AL NIVEL DEL AGUA EN METROS	1/t
5	73.40	
5.11	65.02	
5.15	59.00	
5.75	55.00	
1.45	52.91	
1.11	51.00	
1.15	49.70	
1.75	49.46	
1.85	47.41	
1.95	44.76	
4.00	42.24	
1.85	39.50	
1.00	36.57	
11.80	34.79	
15.85	34.19	
18.00	33.41	
16.85	32.92	
45.80	31.74	
55.95	31.22	
15.85	30.82	
99.70	30.51	
105.60	30.20	
145.05	30.05	
155.85	29.72	
185.85		
215.00		
245.00		
275.85		
300.00		
335.00		
365.00		
410.00		
450.00		
510.00		
540.00		

OBSERVACIONES

CONFIRMA: C. DIRECTOR CONDUCTOR TECNICO
 DIRECTOR GENERAL Aprobado
 DIRECTOR GENERAL SECRETARIO

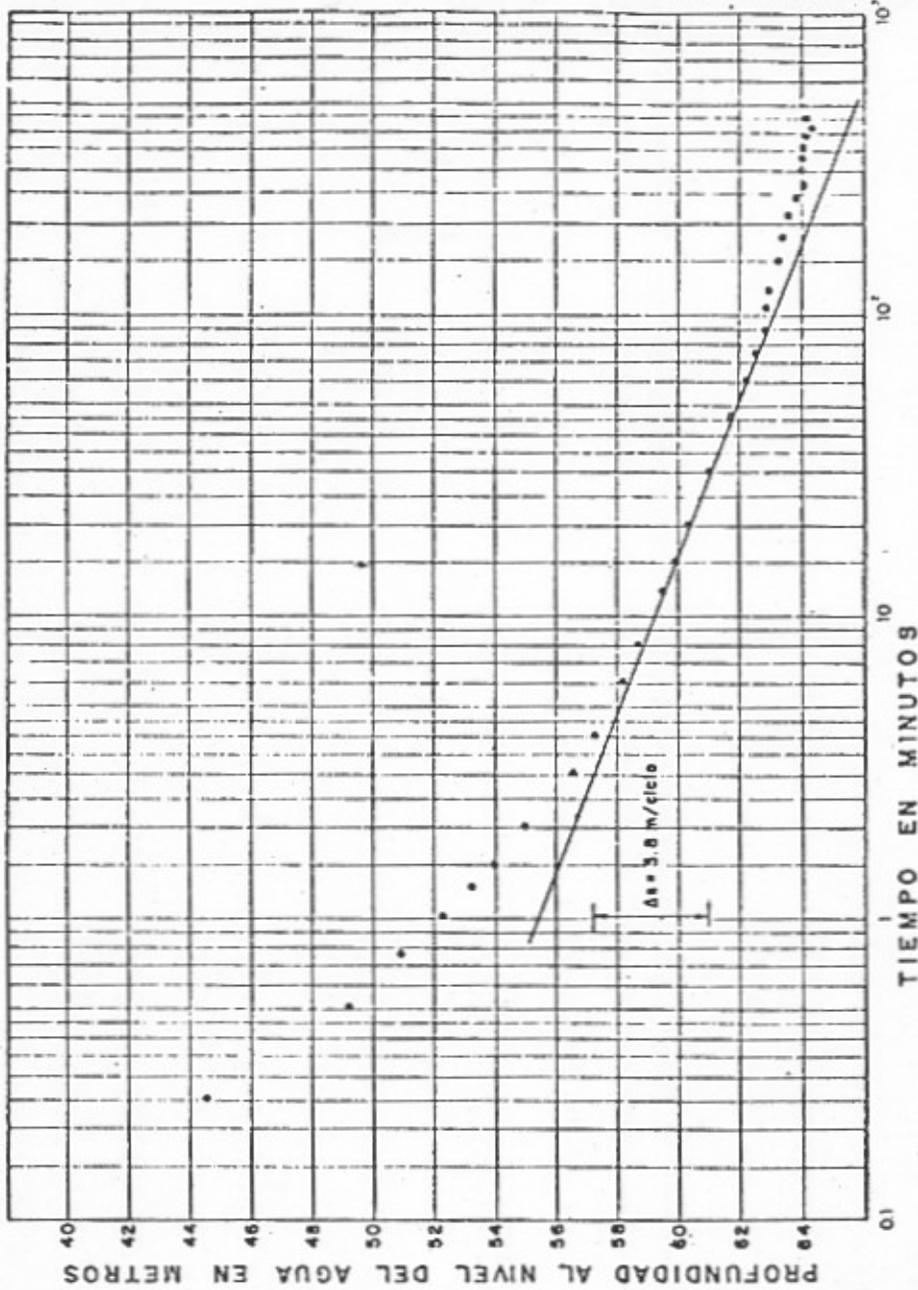
ESTACION GEOMETRICA RELATIVAS EN EL 1962 AL
 BILBAO BILBAO, S.A.
 PRUEBA DE BOMBO DEL POZO N° 52
 ETAPA DE RECUPERACION

Fig. 7.8.4-b

POZO N° 64 CUADRO 22
 LIGAR El Girasol - Villa Hidalgo
 FECHA 5. OCT 74 DURACION 7.5 Hs
 PROFUNDIDAD 170.0 m N.E. 37.09 m
 CAUDAL 38.0 lps DIA ESCARGA 20.3cm

TIEMPO EN MINUTOS	PROFUNDIDAD AL NIVEL DEL AGUA EN METROS	1/1'
0	37.59	
0 25	44.41	
0 50	49.20	
1 00	50.87	
1 25	52.20	
1 50	53.25	
2 00	53.92	
2 25	54.49	
2 50	55.02	
3 00	56.47	
4 00	57.28	
5 00	58.17	
6 00	58.72	
7 00	59.55	
8 00	59.98	
9 00	60.39	
10 00	61.07	
11 00	61.90	
12 00	62.37	
13 00	62.62	
14 00	62.81	
15 00	62.98	
16 00	63.11	
17 00	63.30	
18 00	63.50	
19 00	63.50	
20 00	63.62	
21 00	63.96	
22 00	64.01	
23 00	64.02	
24 00	64.08	
25 00	64.25	
26 00	64.28	
27 00	64.40	
28 00	64.22	
29 00		
30 00		

REPRESENTACION SEMILOGARITMICA

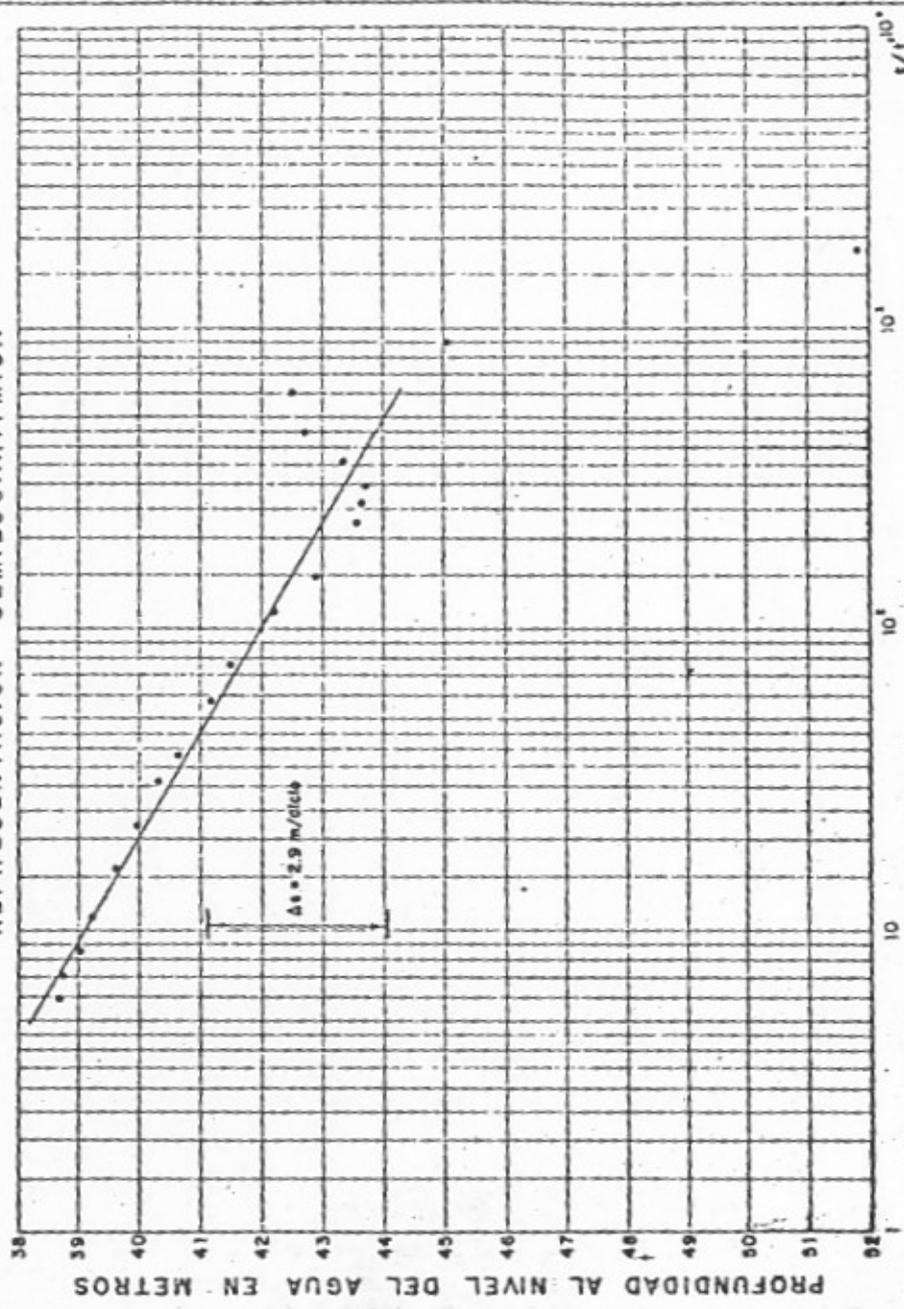


$T = \frac{0.183.0}{\Delta s}$
 $T = \frac{0.183 \times 3.8 \times 10^{-2}}{3.8}$
 $T = 1.73 \times 10^{-2} \text{ m/seg.}$

OBSERVACIONES POSIBLE ALIMENTACION

INSTITUCION EJECUTORA DE OBRAS DE
 VILLA HIDALGO, INC.
 PRUEBA DE BOMBEO DEL POZO N° 64
 ETAPA DE ABATIMIENTO
 Contrato - EL BOMBEO - Empl. No. 1000
 DIRECCION GENERAL - AGRARIA
 FMT. 6.3-6

REPRESENTACION SEMILOGARITMICA



22
 El Girasol = Villa Hidalgo
 FECHA 5 OCT 74. DURACION 1.5 Hs.
 PROFUNDIDAD 170.0 m. N.C. 37.59 m
 CAUDAL 30.0 lps DAM DECANA 20.3 cm

Tiempo (min)	Profundidad (m)	t/10 ⁴
0	60.22	0
0.25	51.80	1.001
0.50	45.05	0.01
0.75	42.50	0.01
1.00	42.76	0.01
1.25	43.36	0.01
1.50	43.72	0.01
1.75	43.05	0.01
2.00	43.57	0.01
2.25	42.91	0.01
2.50	42.26	0.01
2.75	41.47	0.01
3.00	41.15	0.01
3.25	40.63	0.01
3.50	40.34	0.01
3.75	40.05	0.01
4.00	39.63	0.01
4.25	39.23	0.01
4.50	39.00	0.01
4.75	38.78	0.01
5.00	38.68	0.01
5.25	38.58	0.01
5.50	38.50	0.01
5.75	38.42	0.01
6.00	38.35	0.01
6.25	38.28	0.01
6.50	38.22	0.01
6.75	38.16	0.01
7.00	38.10	0.01
7.25	38.05	0.01
7.50	38.00	0.01
7.75	37.95	0.01
8.00	37.90	0.01
8.25	37.85	0.01
8.50	37.80	0.01
8.75	37.75	0.01
9.00	37.70	0.01
9.25	37.65	0.01
9.50	37.60	0.01
9.75	37.55	0.01
10.00	37.50	0.01

$T = \frac{0.183 \cdot 0}{\Delta s}$
 $T = \frac{0.183 \cdot 3.6 \cdot 10^{-4}}{2.9}$
 $T = 2.27 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{seg}$

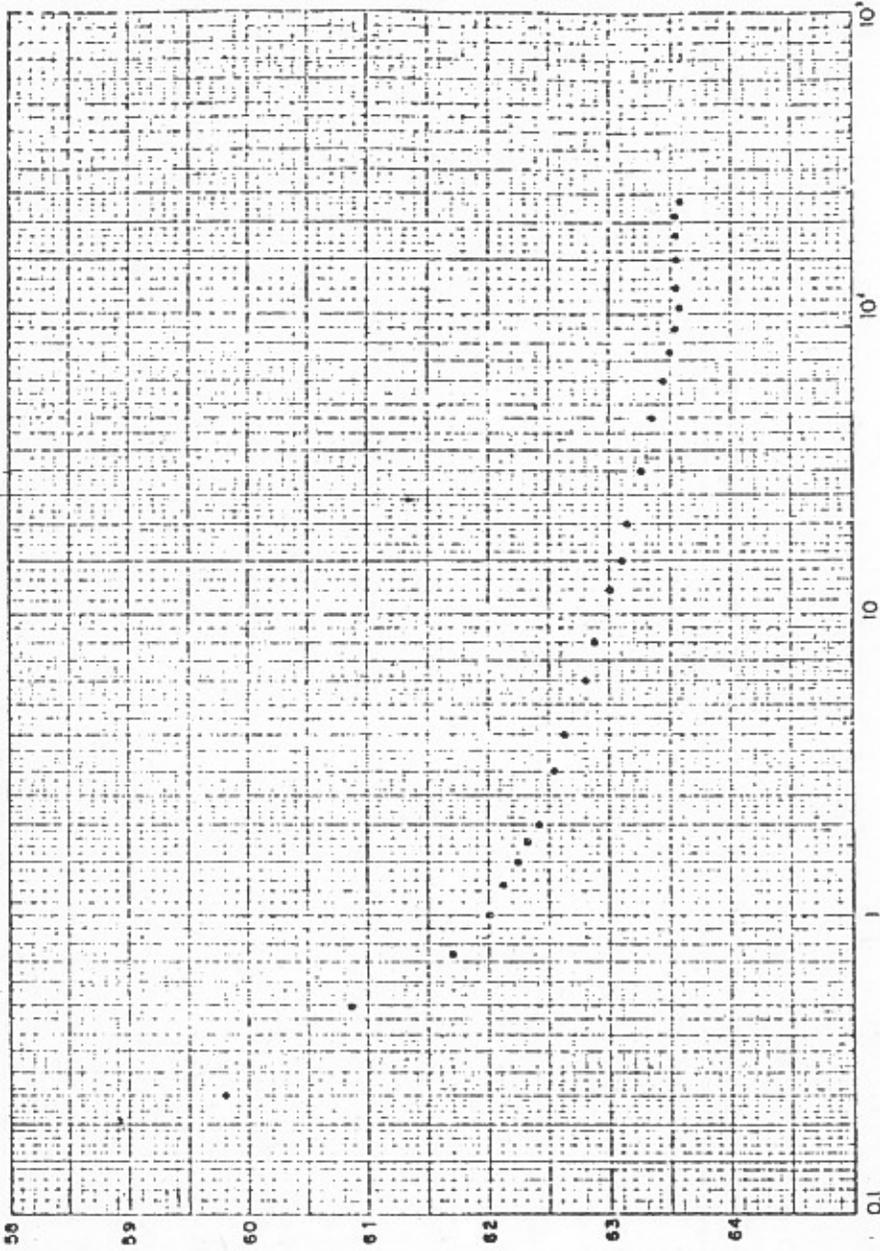
ACIONES

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES EN LA ZONA RURAL
 VILLA HIDALGO, ZEC.
 PRUEBA DE RECUPERACION DEL POZO N° 64
 ETAPA DE RECUPERACION
 Conferencia: C. DIRECTORA CONDOMINIO TECNICO
 Aprobado: DIRECTOR GENERAL VENEZOLANO
 Fig. 7.6.5-b

POZO No 75 CUADRO 21
 Lugar COLONIA VICTORIA
 Fecha 18 SEP 74 Duracion 4.0 hs
 Profundidad 151.0 m N.E. 58.32 m
 Caudal 29.0 lps Diam. Descarga 15.2 cm

TIEMPO EN HORAS	ALCANTARILLA EN METROS	PROFUNDIDAD AL NIVEL DEL AGUA EN METROS
0	0	58.32
0.004	0.25	59.81
0.011	0.50	60.87
0.021	0.75	61.71
0.046	1.00	62.00
0.071	1.25	62.14
0.099	1.50	62.23
0.129	1.75	62.32
0.033	2.00	62.42
0.050	2.25	62.53
0.077	2.50	62.62
0.106	2.75	62.70
0.137	3.00	62.84
0.169	3.25	62.99
0.200	3.50	63.10
0.233	3.75	63.15
0.269	4.00	63.27
0.310	4.25	63.38
0.350	4.50	63.47
0.397	4.75	63.51
0.440	5.00	63.53
0.480	5.25	63.59
0.520	5.50	63.58
0.560	5.75	63.57
0.600	6.00	63.57
0.640	6.25	63.58
0.680	6.50	
0.720	6.75	
0.760	7.00	
0.800	7.25	
0.840	7.50	
0.880	7.75	
0.920	8.00	
0.960	8.25	
1.000	8.50	
1.040	8.75	
1.080	9.00	
1.120	9.25	
1.160	9.50	
1.200	9.75	
1.240	10.00	
1.280	10.25	
1.320	10.50	
1.360	10.75	
1.400	11.00	
1.440	11.25	
1.480	11.50	
1.520	11.75	
1.560	12.00	
1.600	12.25	
1.640	12.50	
1.680	12.75	
1.720	13.00	
1.760	13.25	
1.800	13.50	
1.840	13.75	
1.880	14.00	
1.920	14.25	
1.960	14.50	
2.000	14.75	
2.040	15.00	
2.080	15.25	
2.120	15.50	
2.160	15.75	
2.200	16.00	
2.240	16.25	
2.280	16.50	
2.320	16.75	
2.360	17.00	
2.400	17.25	
2.440	17.50	
2.480	17.75	
2.520	18.00	
2.560	18.25	
2.600	18.50	
2.640	18.75	
2.680	19.00	
2.720	19.25	
2.760	19.50	
2.800	19.75	
2.840	20.00	
2.880	20.25	
2.920	20.50	
2.960	20.75	
3.000	21.00	
3.040	21.25	
3.080	21.50	
3.120	21.75	
3.160	22.00	
3.200	22.25	
3.240	22.50	
3.280	22.75	
3.320	23.00	
3.360	23.25	
3.400	23.50	
3.440	23.75	
3.480	24.00	
3.520	24.25	
3.560	24.50	
3.600	24.75	
3.640	25.00	
3.680	25.25	
3.720	25.50	
3.760	25.75	
3.800	26.00	
3.840	26.25	
3.880	26.50	
3.920	26.75	
3.960	27.00	
4.000	27.25	
4.040	27.50	
4.080	27.75	
4.120	28.00	
4.160	28.25	
4.200	28.50	
4.240	28.75	
4.280	29.00	
4.320	29.25	
4.360	29.50	
4.400	29.75	
4.440	30.00	
4.480	30.25	
4.520	30.50	
4.560	30.75	
4.600	31.00	
4.640	31.25	
4.680	31.50	
4.720	31.75	
4.760	32.00	
4.800	32.25	
4.840	32.50	
4.880	32.75	
4.920	33.00	
4.960	33.25	
5.000	33.50	
5.040	33.75	
5.080	34.00	
5.120	34.25	
5.160	34.50	
5.200	34.75	
5.240	35.00	
5.280	35.25	
5.320	35.50	
5.360	35.75	
5.400	36.00	
5.440	36.25	
5.480	36.50	
5.520	36.75	
5.560	37.00	
5.600	37.25	
5.640	37.50	
5.680	37.75	
5.720	38.00	
5.760	38.25	
5.800	38.50	
5.840	38.75	
5.880	39.00	
5.920	39.25	
5.960	39.50	
6.000	39.75	
6.040	40.00	
6.080	40.25	
6.120	40.50	
6.160	40.75	
6.200	41.00	
6.240	41.25	
6.280	41.50	
6.320	41.75	
6.360	42.00	
6.400	42.25	
6.440	42.50	
6.480	42.75	
6.520	43.00	
6.560	43.25	
6.600	43.50	
6.640	43.75	
6.680	44.00	
6.720	44.25	
6.760	44.50	
6.800	44.75	
6.840	45.00	
6.880	45.25	
6.920	45.50	
6.960	45.75	
7.000	46.00	
7.040	46.25	
7.080	46.50	
7.120	46.75	
7.160	47.00	
7.200	47.25	
7.240	47.50	
7.280	47.75	
7.320	48.00	
7.360	48.25	
7.400	48.50	
7.440	48.75	
7.480	49.00	
7.520	49.25	
7.560	49.50	
7.600	49.75	
7.640	50.00	
7.680	50.25	
7.720	50.50	
7.760	50.75	
7.800	51.00	
7.840	51.25	
7.880	51.50	
7.920	51.75	
7.960	52.00	
8.000	52.25	
8.040	52.50	
8.080	52.75	
8.120	53.00	
8.160	53.25	
8.200	53.50	
8.240	53.75	
8.280	54.00	
8.320	54.25	
8.360	54.50	
8.400	54.75	
8.440	55.00	
8.480	55.25	
8.520	55.50	
8.560	55.75	
8.600	56.00	
8.640	56.25	
8.680	56.50	
8.720	56.75	
8.760	57.00	
8.800	57.25	
8.840	57.50	
8.880	57.75	
8.920	58.00	
8.960	58.25	
9.000	58.50	
9.040	58.75	
9.080	59.00	
9.120	59.25	
9.160	59.50	
9.200	59.75	
9.240	60.00	
9.280	60.25	
9.320	60.50	
9.360	60.75	
9.400	61.00	
9.440	61.25	
9.480	61.50	
9.520	61.75	
9.560	62.00	
9.600	62.25	
9.640	62.50	
9.680	62.75	
9.720	63.00	
9.760	63.25	
9.800	63.50	
9.840	63.75	
9.880	64.00	
9.920	64.25	
9.960	64.50	
10.000	64.75	

REPRESENTACION SEMILOGARITMICA



TIEMPO EN MINUTOS

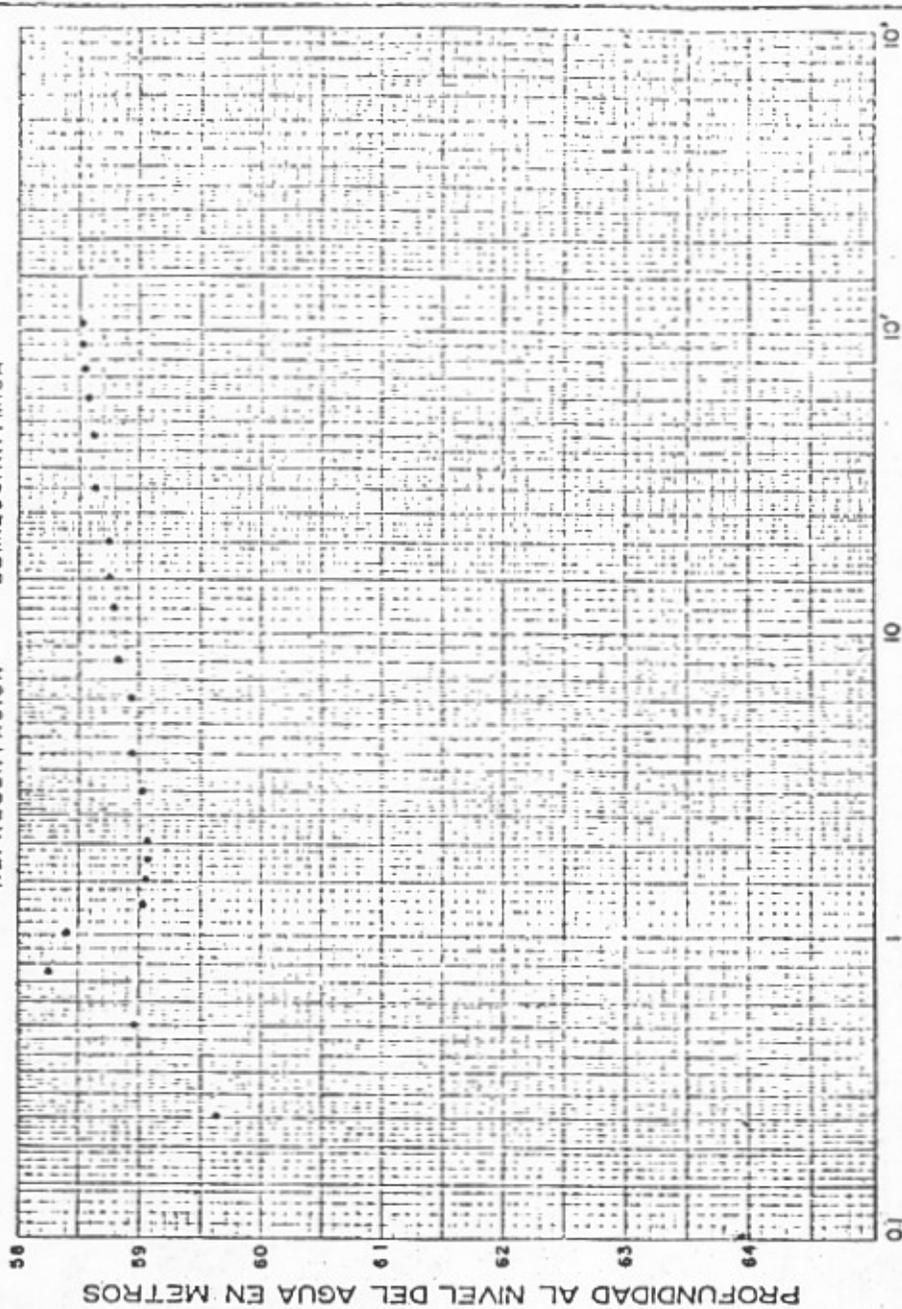
OBSERVACIONES NO INTERPRETABLE

ESTACION MUNICIPAL DE CALLES DE LA ZONA DE VILLA MISALAO, S.A.C.
 PRUEBA DE BOMBEO POZO No 75
 ETAPA DE ABATIMIENTO

Confirma EL DIRECTOR CONVOCADO TÉCNICO
 DIRECTOR MUNICIPAL ASISTENTE "CAPITAN"

Fig. 7.6.7-a

REPRESENTACION SEMILOGARITMICA



POZO No. 75 CUADRO 21
 Lugar COLONIA VICTORIA
 Fecha 18 SEP 74 Duracion 1.7 Hs
 Profundidad 151.0 m NE 58.32 m
 Caudal 29.0 lps Qued Descargo 15.2 cm

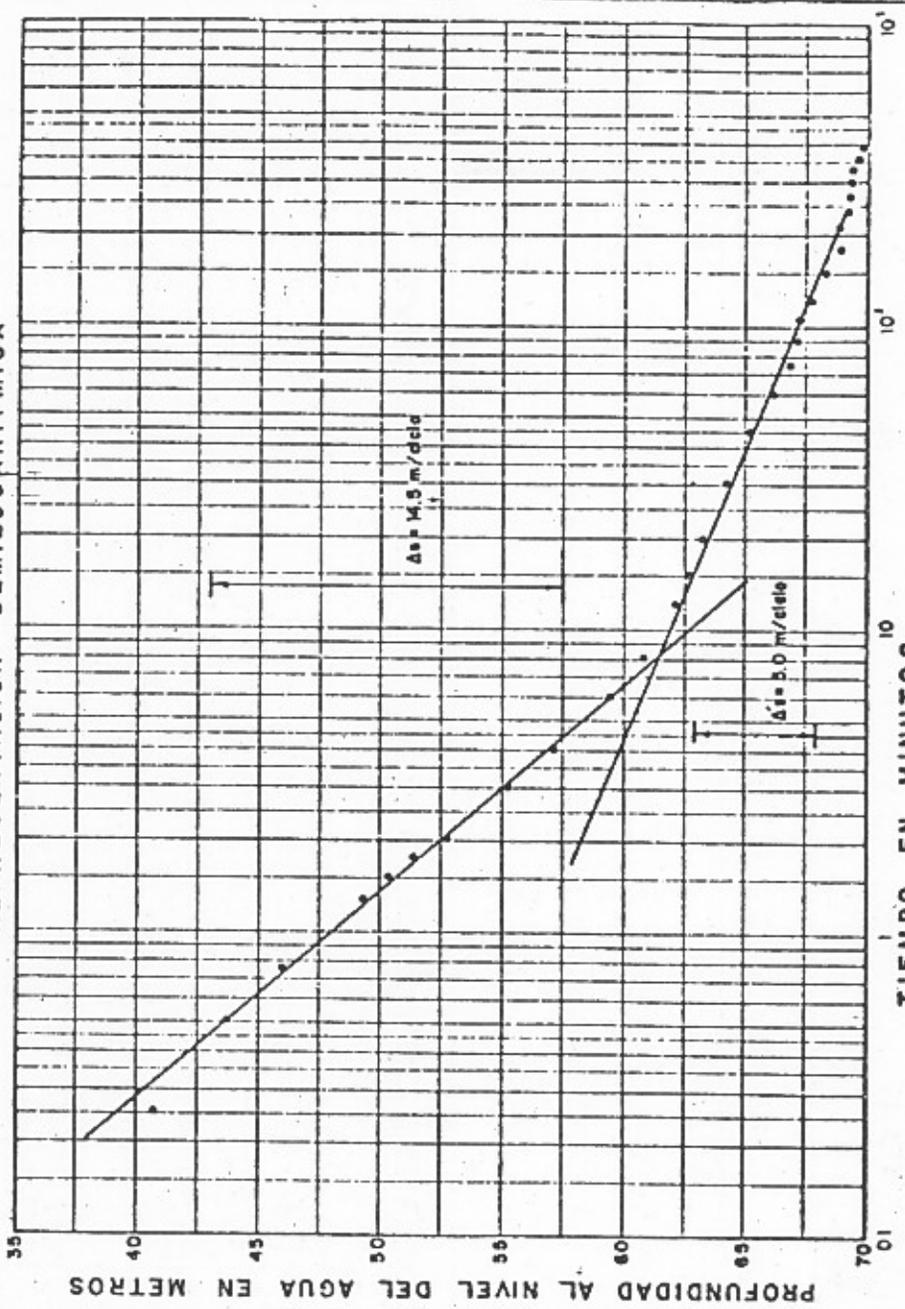
TIEMPO EN MINUTOS	PROFUNDIDAD AL NIVEL DEL AGUA EN METROS	CAUDAL EN LITROS POR SEGUNDO
0	58.50	0
0.004	58.62	0.00
0.006	58.03	0.10
0.015	58.24	0.75
0.016	58.40	1.50
0.021	59.04	1.25
0.029	59.05	1.50
0.030	59.00	1.75
0.033	59.07	1.50
0.036	59.01	1.00
0.047	58.95	4.00
0.100	58.91	11.00
0.168	58.83	11.00
0.200	58.77	12.00
0.250	58.74	15.00
0.315	58.74	20.00
0.360	58.64	20.00
0.430	58.62	25.00
1.000	58.58	140.00
1.250	58.52	70.00
1.500	58.51	100.00
1.750	58.50	100.00
2.000	58.50	120.00
2.500	58.50	180.00
3.000	58.50	180.00
3.500	58.50	210.00
4.000	58.50	240.00
4.500	58.50	270.00
5.000	58.50	300.00
5.500	58.50	350.00
6.000	58.50	360.00
6.500	58.50	300.00
7.000	58.50	420.00
7.500	58.50	450.00
8.000	58.50	480.00

OBSERVACIONES: NO INTERPRETABLE

ESTACION DE PUNTO DE MUESTREO EN LA ZONA DE VILLA MISALCO, ZAC.
 HUELA DE BOMBUZO NO 75
 ETAPA DE RECUPERACION

CONTRATA EL MUESTREO CONSULTOR TECNICO Apolonio PARRON LUNA
 FIG. T.6.7-b

REPRESENTACION SEMILOGARITMICA



TIEMPO EN MINUTOS

$T = \frac{0.1830}{\Delta s}$
 $T = \frac{0.1830}{14.5} = 12.62 \times 10^{-3}$
 $T = 0.22 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{seg.}$

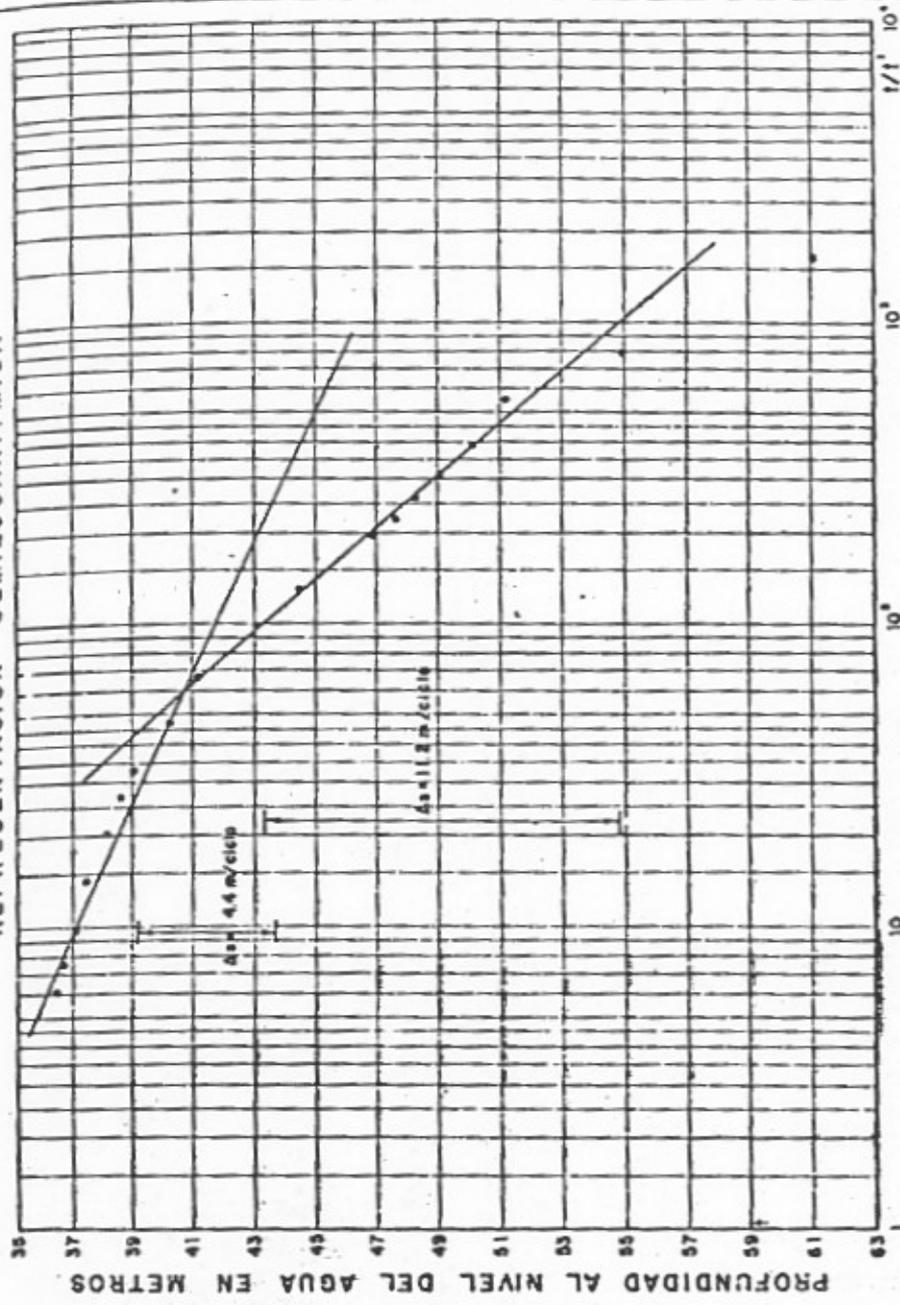
POZO N° 79 ... CUADRO 22 ...
 LUGAR: VILLA HIDALGO
 FECHA: 21 SEP 74 - DÍA: 06.5 - Hs.
 PROFUNDIDAD: 170.0 m N.E. - 35.09 m
 CAUDAL: 17.3 lps DIAV DESCARGA 15.2 cm

TIEMPO EN MINUTOS	PROFUNDIDAD AL NIVEL DEL AGUA EN METROS	1/s
0	35.00	
0.15	40.70	
0.30	43.73	
0.45	46.01	
1.00	47.59	
1.35	49.49	
1.50	50.46	
1.75	51.46	
2.00	52.70	
3.00	55.32	
4.00	57.07	
5.00	59.42	
6.00	60.78	
11.00	62.12	
15.00	62.59	
20.00	63.18	
30.00	64.30	
45.00	65.18	
60.00	66.32	
75.00	66.97	
90.00	67.21	
105.00	67.34	
120.00	67.69	
135.00	68.33	
150.00	68.00	
170.00	68.05	
190.00	69.24	
210.00	69.35	
230.00	69.38	
250.00	69.46	
270.00	69.00	
290.00	69.70	
310.00		
330.00		
350.00		
370.00		
390.00		
410.00		
430.00		
450.00		
470.00		
490.00		
510.00		
530.00		
550.00		

OBSERVACIONES: POSIBLE ALIMENTACION

ESTUDIOS HIDROLOGICOS ASOCIADOS S.A. S. 1968 S.A.
 VILLA HIDALGO, P.A.C.
 PRUEBA DE BOMBEO DEL POZO N° 79
 ETAPA DE ABATIMIENTO
 CONFIRMA: EL DIRECTOR CONVENCION TECNICO
 DIRECTOR GENERAL ASISTENTE SECRETARIO
 Fig. 7.6.8-g

REPRESENTACION SEMILOGARITMICA



$T = \frac{0.183 Q}{\Delta s}$
 $T = \frac{0.183 \times 17.3 \times 10^{-3}}{11.2}$
 $T = 0.88 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{seg.}$

POZO N° 79 CUARNO 22
 LUGAR VILLA HIDALGO
 FECHA 21 SEP 74 CUARNO 1.2 HS
 PROFUNDIDAD 170.0 m NE 89.00 m
 CAUDAL 17.3 l/s DIA ESCARPA 19.2 cm

t	PROFUNDIDAD AL NIVEL DEL AGUA EN METROS	t/t'
0	62.70	1001.0
0.15	60.70	781.0
0.35	54.77	521.0
0.75	51.13	391.0
1.05	50.01	313.0
1.15	48.00	291.0
1.35	48.18	291.0
1.75	47.51	222.8
1.85	46.77	190.0
1.95	44.57	131.0
4.00	43.04	99.8
5.25	41.36	60.0
6.55	40.50	49.7
11.00	39.30	39.5
13.60	38.68	27.0
16.85	38.37	20.5
30.00	37.73	14.0
45.00	37.35	9.7
65.00	37.01	7.5
75.00	36.76	6.2
95.00		
163.00		
170.00		
135.00		
100.00		
110.00		
240.00		
270.00		
100.00		
110.00		
150.00		
180.00		
270.00		
310.00		
310.00		
470.00		
450.00		
450.00		
510.00		

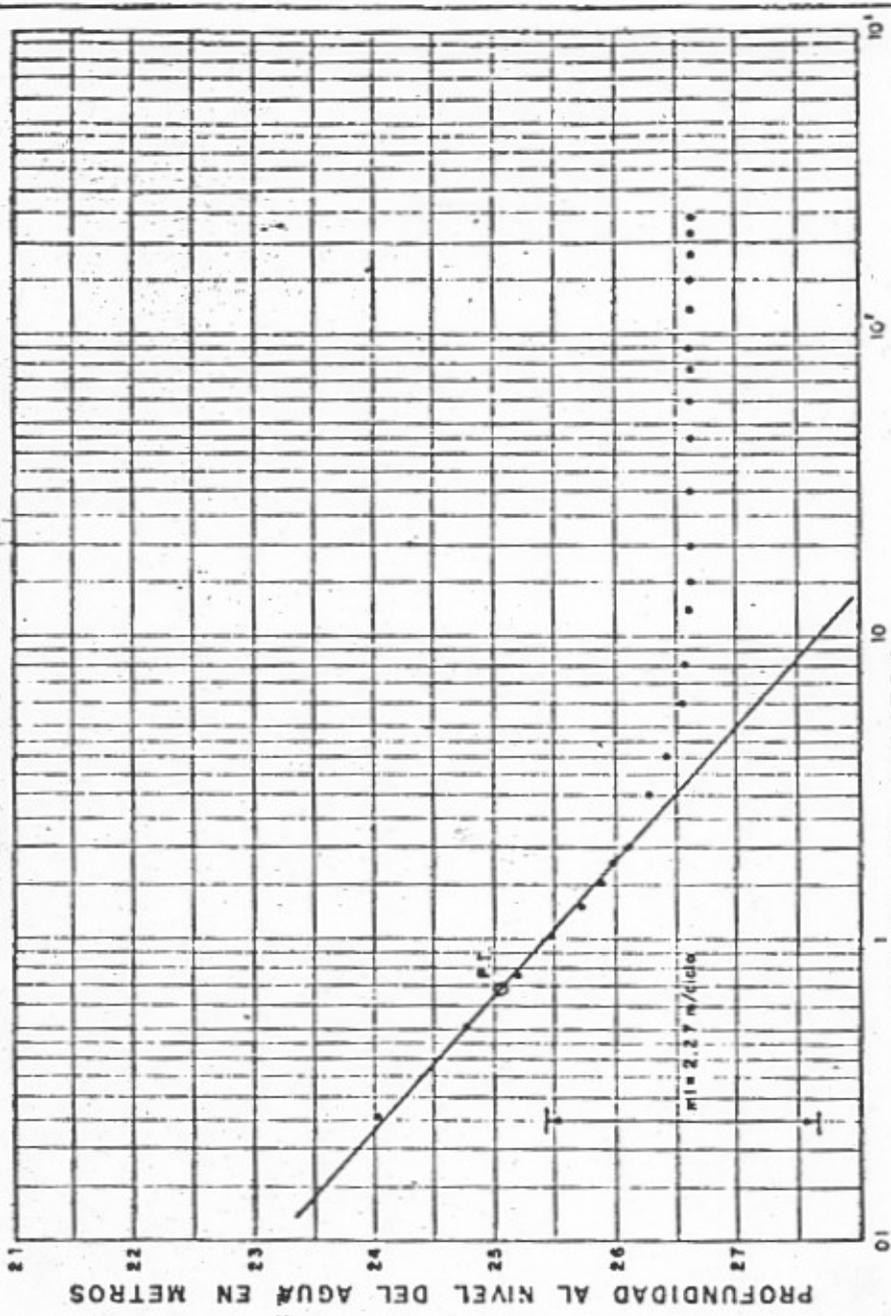
OBSERVACIONES

SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL DE LA ZONA DE
 VILLA HIDALGO, JALISCO
 PRUEBA DE BOMBEO DEL POZO N° 79
 ETAPA DE RECUPERACION

Coeficiente de permeabilidad: 0.88 x 10⁻³ m²/seg.
 Director General: A. PRIETO
 Secretario:

Fig. 7.6.8-b

REPRESENTACION SEMILOGARITMICA



POZO N° 166 CUADRO 9
 LUGAR: EJIDO DE SAN FRANCISCO
 FECHA: 18 SEP 74, DURACION: 4.0 HS
 PROFUNDIDAD: 48.0 m N.E. 22.07 m
 CAUDAL: 11.2 l/s (HAM DESCARGA 10.2 cm)

TIEMPO EN MINUTOS	PROFUNDIDAD AL NIVEL DEL AGUA EN METROS	1/s
0	22.07	
5.25	24.04	
5.50	24.70	
6.75	25.23	
7.00	25.40	
7.25	25.73	
7.50	25.88	
7.75	26.00	
8.00	26.10	
8.25	26.20	
8.50	26.43	
8.75	26.50	
9.00	26.50	
11.00	26.62	
13.00	26.62	
15.00	26.62	
17.00	26.62	
19.00	26.62	
21.00	26.62	
23.00	26.62	
25.00	26.62	
27.00	26.62	
29.00	26.62	
31.00	26.62	
33.00	26.62	
35.00	26.62	
37.00	26.62	
39.00	26.62	
41.00	26.62	
43.00	26.62	
45.00	26.62	
47.00	26.62	
49.00	26.62	
51.00	26.62	
53.00	26.62	
55.00	26.62	
57.00	26.62	
59.00	26.62	
61.00	26.62	
63.00	26.62	
65.00	26.62	
67.00	26.62	
69.00	26.62	
71.00	26.62	
73.00	26.62	
75.00	26.62	
77.00	26.62	
79.00	26.62	
81.00	26.62	
83.00	26.62	
85.00	26.62	
87.00	26.62	
89.00	26.62	
91.00	26.62	
93.00	26.62	
95.00	26.62	
97.00	26.62	
99.00	26.62	

TIEMPO EN MINUTOS

$S_{max} = 3.12$ $e^{-1/8} K_0 (r/r_0) = 2.3$ $\frac{S_1}{S_{max}}$ $T = 0.159 \frac{Q}{S_{max}} K_0 (r/r_0)$

$S_1 = 1.56$ $= 2.3 \frac{1.56}{3.12}$ $T = 0.159 \times 11.2 \times 10^{-3} (1.01)$

$m = 2.27$ $K_0 (r/r_0) = 1.98$ $T = 0.78 \times 10^{-3} m^2/seg$

$K_0 (r/r_0) = 1.01$

OBSERVACIONES:

ESTADO MANEJO: [] EN USO [] EN REPARACION [] EN ABANDONO

PRUEBA DE BOMBEO DEL POZO N° 166

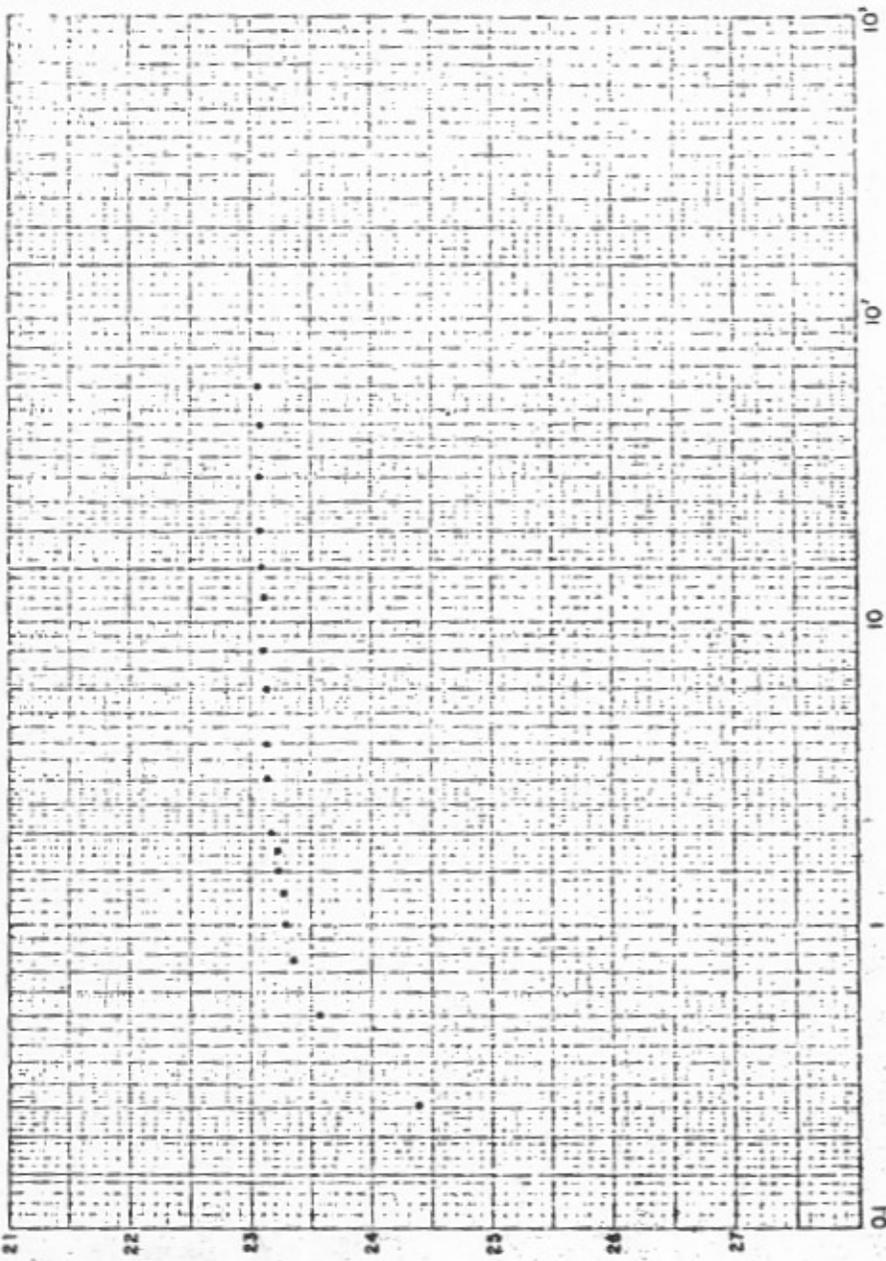
ETAPA DE ABATIMIENTO

CONFIRMA: EL DIRECTOR DE CONSTRUCCIONES TÉCNICAS

DIRECTOR GENERAL: SECRETARIO

Fig. 7.6.19-0

REPRESENTACION SEMILOGARITMICA



PROFUNDIDAD AL NIVEL DEL AGUA EN METROS

TIEMPO EN MINUTOS

POZO No. 180 CUADRO 9
 Lugar EJIDO DE SAN FRANCISCO
 Fecha 18 SEP 74 Duracion 1.0 hr
 Profundidad 40.0 m NE 22.07 m
 Caudal 11.2 lps Don Descarga 10.2 cm

TIEMPO EN MINUTOS	PROFUNDIDAD AL NIVEL DEL AGUA EN METROS
0	20.00
0.02	24.37
0.05	23.56
0.07	23.35
0.10	23.31
0.21	23.20
0.50	23.25
1.00	23.22
1.75	23.18
3.00	23.10
4.00	23.15
5.00	23.14
5.00	23.12
10.00	23.11
15.00	23.10
20.00	23.10
30.00	23.08
40.00	23.00
50.00	23.08

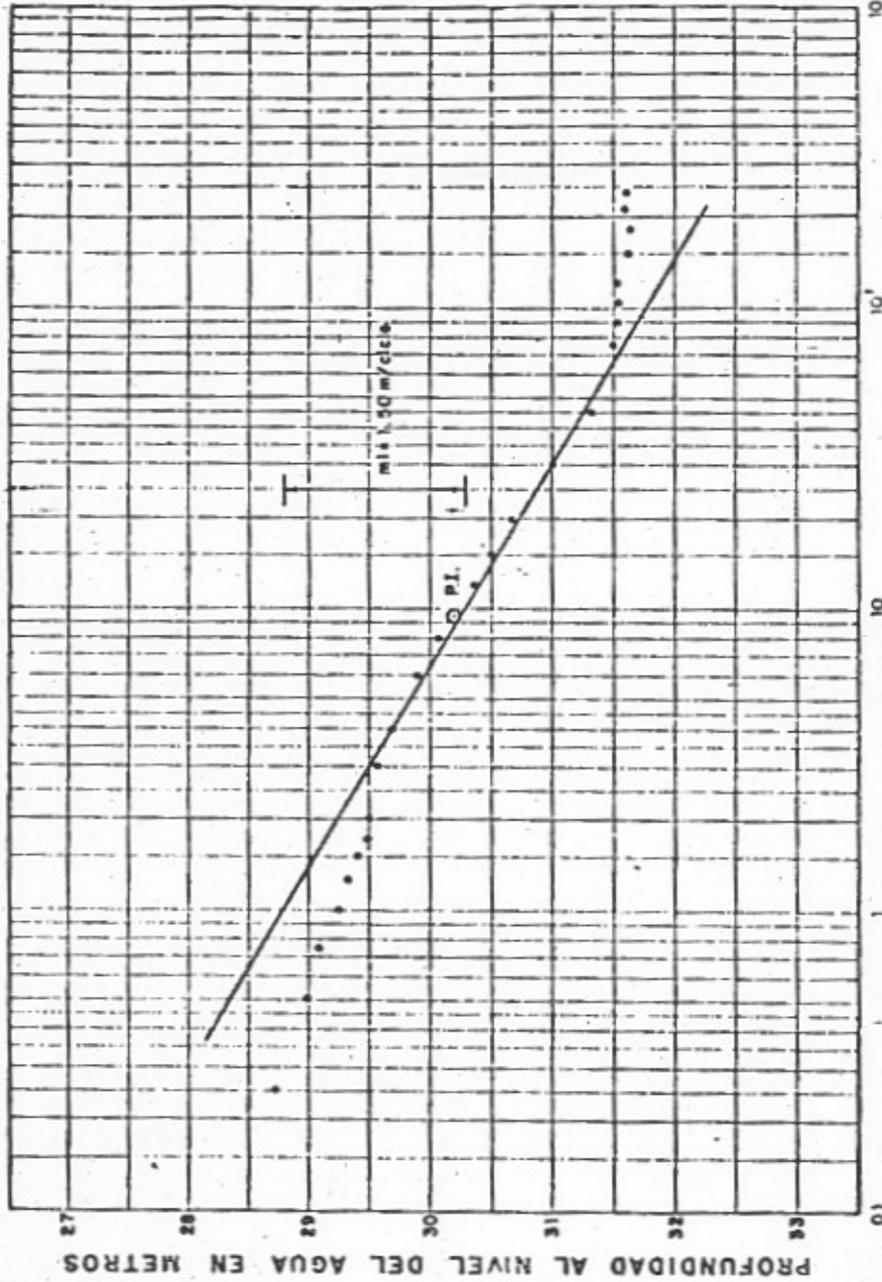
ESTACION DE MONITOREO No. 180
 VILLA HIDALGO, IAC.
 PRUEBA DE BOMBEO POZO No. 186
 ETAPA DE RECUPERACION
 Cantabria S. DE CERRILLO
 DIRECCION GENERAL DE AGUAS
 P. C. 7. 6. 19-b

OBSERVACIONES - NO INTERPRETABLE

POZO N° 173 CUADRO 2
 LUGAR GRANJA DE LA MORA
 FECHA 7 SEP 74 DURACION 4.0 HS
 PROFUNDIDAD 44.0 m N.C. 25.69 m
 CAJAL 79.0 p.s. DAV DESCARGAR 26.4 cm

PROFUNDIDAD (m)	TIEMPO (min)	TIEMPO (hrs)
5	25.69	
6.75	26.73	
8.10	29.00	
9.75	29.10	
1.00	29.28	
1.75	29.33	
1.50	29.41	
1.75	29.48	
2.00	29.50	
2.25	29.58	
2.50	29.66	
3.00	29.50	
3.00	30.07	
12.00	30.36	
13.00	30.49	
20.00	30.63	
30.00	30.58	
45.00	31.31	
60.00	31.45	
75.00	31.50	
90.00	31.58	
105.00	31.57	
120.00	31.54	
135.00	31.61	
150.00	31.64	
165.00	31.60	
180.00	31.69	
195.00		
210.00		
225.00		
240.00		
255.00		
270.00		
285.00		
300.00		
315.00		
330.00		
345.00		

REPRESENTACION SEMILOGARITMICA



TIEMPO EN MINUTOS

Smgs = 2.80 $\theta^{1/2} K_0 (r/r_0) = 2.3 \frac{S_1}{m}$ $T = 0.159 \frac{Q}{S_{max}} K_0 (r/r_0)$

$S_1 = 1.40$ $= 2.3 \frac{1.40}{1.50}$ $T = 0.159 \times 79 \times 10^{-3}$ $\frac{2.80}{2.60}$ (1.75)

$m = 1.50$ $= 2.14$ $T = 7.84 \times 10^{-3} m^2/k_0$

$K_0 (r/r_0) = 1.75$

OBSERVACIONES

ESTUDIO LABORATORIAL DEL C.A.S. EN EL LABOR. DE
 HALLA BRILLAS, S.R.L.
 ETAPA DE ABATIMIENTO

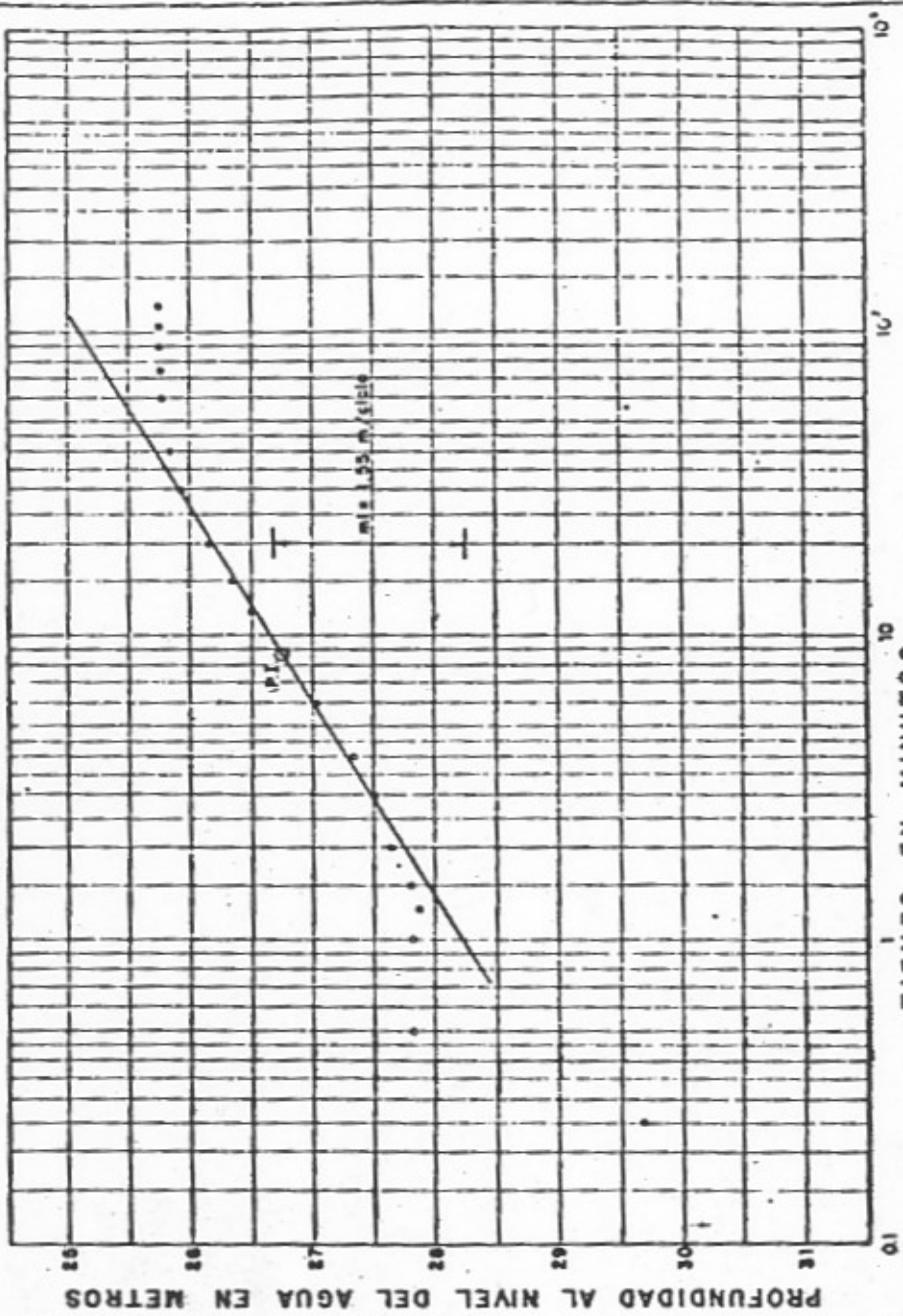
Confirma: EL DIRECTOR INGENIERO TECNICO
 INGENIERO SENIOR ABRIL 1974

Fig. 7.6.20-6

POZO N° 173 CUADRO 2
 LUGAR GRANJA DE LA MORA
 FECHA 7 SEP 74 DURACION 2.0 Hs.
 PROFUNDIDAD 45.0 m N.E. 25.00 m
 CAUDAL 79.0 l/s DIAV DE CARGA 88.5 cm

TIEMPO PASADO DESDE EL COMIENZO DE LA PRUEBA (MINUTOS)	PROFUNDIDAD (M)	h/s
0	31.00	
6.75	26.67	
6.75	27.12	
6.75	26.85	
1.00	27.70	
1.15	27.04	
1.30	27.70	
1.75	27.70	
2.00	27.05	
3.00	27.50	
4.00	27.02	
6.00	27.02	
8.00	26.78	
12.00	26.40	
15.00	26.33	
28.00	26.14	
30.00	25.03	
43.00	25.80	
48.00	25.76	
75.00	25.74	
96.00	25.72	
105.00	25.78	
128.00	25.71	
150.00		
180.00		
210.00		
240.00		
270.00		
300.00		
330.00		
360.00		
390.00		
420.00		
450.00		
480.00		
510.00		
540.00		

REPRESENTACION SEMILOGARITMICA



TIEMPO EN MINUTOS

$S_{med} = 2.10$
 $S_1 = 1.05$
 $S_2 = 1.85$

$Q^{1/2} K_0 (r/r_0) = 2.3 \frac{S_1}{m}$
 $= 2.3 \frac{1.05}{1.55}$
 $= 1.86$

$K_0 (r/r_0) = 0.97$

$T = \frac{0.159 \cdot Q}{S_{med}} K_0 (r/r_0)$
 $T = \frac{0.159 \cdot 79}{2.10} \cdot 10^{-3} (0.97)$
 $T = 0.88 \times 10^{-3} m^2/seg$

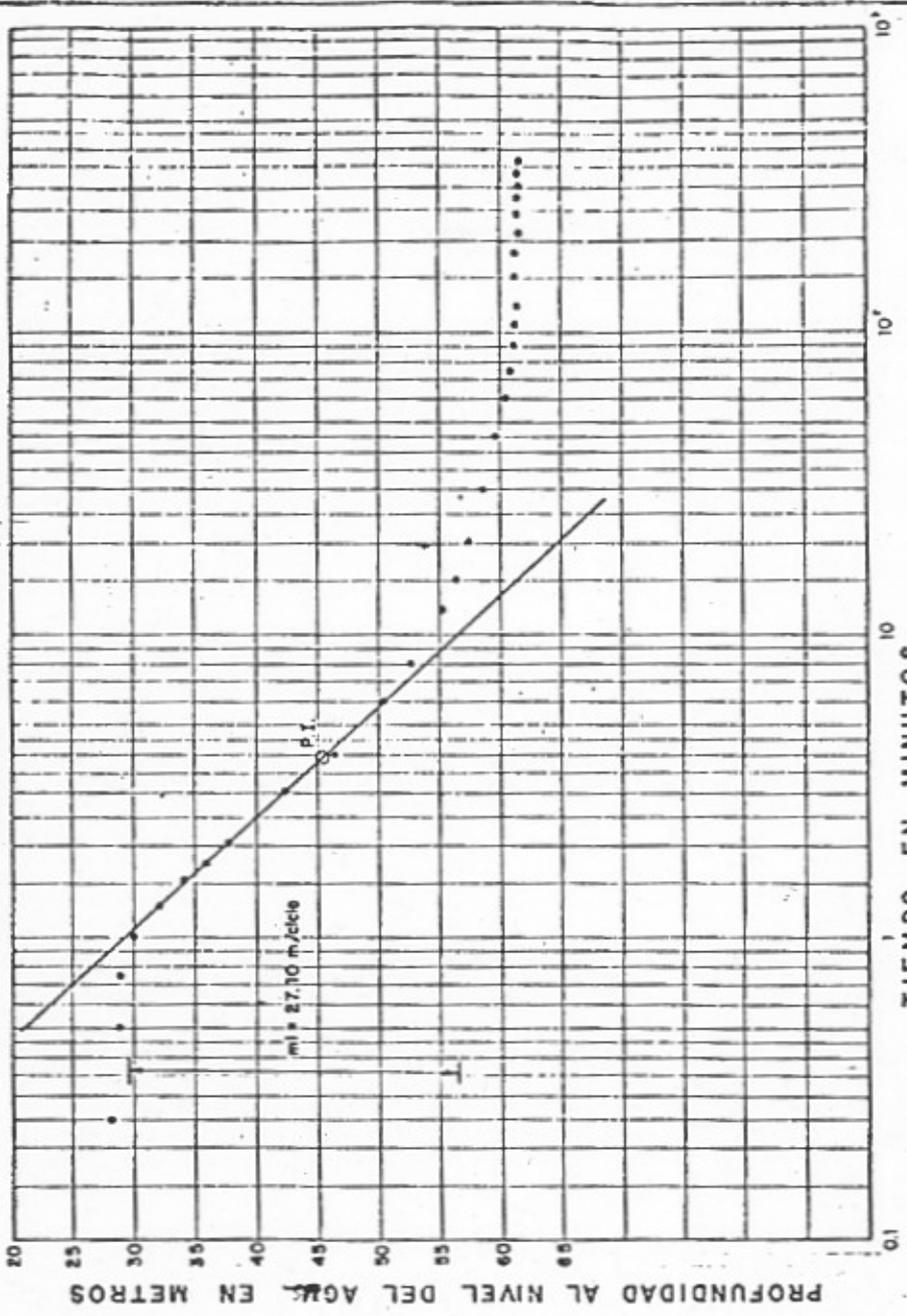
OBSERVACIONES

ESTADIOS MECANICAS ELIOTMAN SA SA FORA SA
 VILLA MALLAR, ETC.
 PRUEBA DE BOMBEO DEL POZO N° 173
 ETAPA DE RECUPERACION

Compañia EL BIRECEN CONSULTING TECNICO
 Aprobado SUPERVISOR GENERAL ESTADISTICO

Fig. 7.6.20-b

REPRESENTACION SEMILOGARITMICA



POZO N° 187 CUADRO 9
 LUGAR EJido, El Refugio
 FECHA 3 SEP 74 DURACION 6.0 Hr
 PROFUNDIDAD m N.C. 27.84 m
 CAUDAL 20.0 l.p.s DAV DESCARGA 15.2 cm

TIEMPO EN MINUTOS	PROFUNDIDAD AL NIVEL DEL AGUA EN METROS	1/n
0	27.84	
0.15	28.63	
0.30	29.02	
0.45	29.36	
1.00	30.14	
1.15	32.01	
1.30	34.10	
1.45	35.90	
2.00	37.37	
3.00	42.72	
4.00	46.30	
5.00	50.41	
6.00	52.02	
7.00	55.17	
8.00	56.22	
9.00	57.32	
10.00	58.66	
11.00	59.59	
12.00	60.30	
13.00	60.77	
14.00	61.07	
15.00	61.27	
16.00	61.40	
17.00	61.53	
18.00	61.66	
19.00	61.78	
20.00	61.80	
21.00	61.82	
22.00	61.88	
23.00	61.74	
24.00	61.82	
25.00		
26.00		
27.00		
28.00		
29.00		
30.00		

TIEMPO EN MINUTOS

$S_{max} = 33.60$ $S_1 = 16.80$ $m_i = 27.10$
 $g/r/s = 2.3 \frac{Si}{m}$ $= 2.3 \frac{16.80}{27.10}$ $Ko(r/s) = 0.79$
 $T = \frac{0.159 \cdot Q}{S_{max}} \cdot Ko(r/s)$ $T = \frac{0.159 \cdot 26.0 \cdot 10^{-3}}{33.60} \cdot (0.79)$ $T = 0.97 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{seg.}$

OBSERVACIONES:

ESTUDIO HIDROLOGICO REALIZADO EN LA ZONA DE
 VILLA ROSALEA, EST.
 PRUEBA DE BOVILCO DEL POZO N° 187
 ETAPA DE ABATIMIENTO

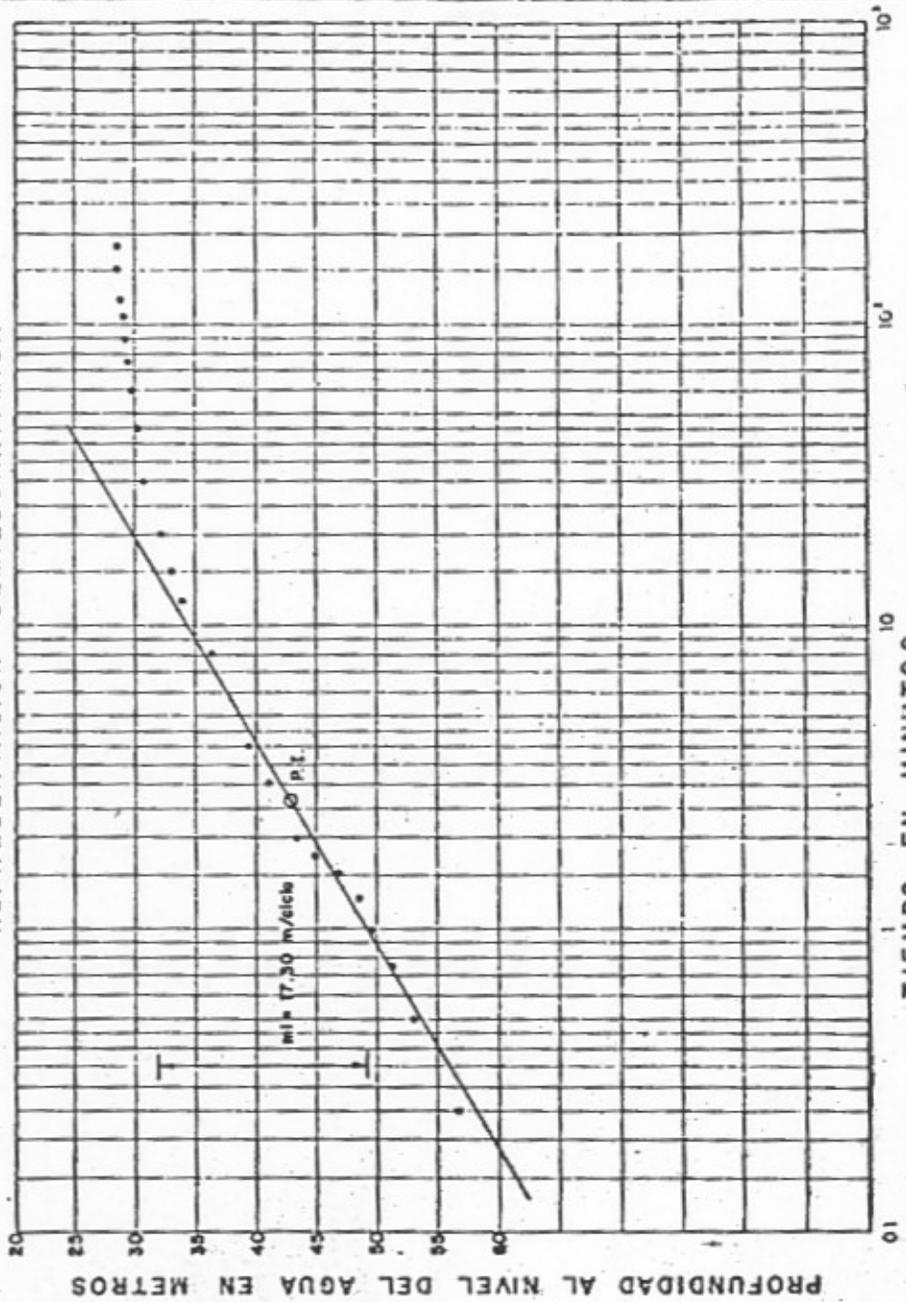
Confirma: EL DIRECTOR CONVINGIENDO
 Aprobado: DIRECTOR GENERAL

Fig. 7.8. 2-1-8

POZO N° 187 ... CUADRO 9
 LUGAR ... EJIDO EL REFUGIO ...
 FECHA ... 3 SEP 74 ... DURACION ... 3.0 HL
 PROFUNDIDAD ... m NE ... 27.64 m
 CAUDAL ... 26.0 l/s y DAM DESCARGA 16.2 cm

TIEMPO EN MINUTOS	TEMPERATURA DEL AGUA EN EL FONDO DEL POZO	h/l
0	01.82	
5 25	56.77	
6 15	53.11	
6 25	51.16	
1 15	49.72	
1 25	48.52	
1 35	47.02	
1 45	44.00	
2 00	43.50	
2 05	43.08	
2 10	39.53	
2 15	37.05	
2 20	36.03	
2 25	33.80	
2 30	32.91	
2 35	31.00	
2 40	30.71	
2 45	29.91	
2 50	29.48	
2 55	29.28	
3 00	29.08	
3 05	28.75	
3 10	28.55	
3 15	28.41	
3 20		
3 25		
3 30		
3 35		
3 40		
3 45		
3 50		
3 55		
4 00		
4 05		
4 10		
4 15		
4 20		
4 25		
4 30		
4 35		
4 40		
4 45		
4 50		
4 55		
5 00		
5 05		
5 10		
5 15		
5 20		
5 25		
5 30		
5 35		
5 40		
5 45		
5 50		
5 55		
6 00		
6 05		
6 10		
6 15		
6 20		
6 25		
6 30		
6 35		
6 40		
6 45		
6 50		
6 55		
7 00		
7 05		
7 10		
7 15		
7 20		
7 25		
7 30		
7 35		
7 40		
7 45		
7 50		
7 55		
8 00		
8 05		
8 10		
8 15		
8 20		
8 25		
8 30		
8 35		
8 40		
8 45		
8 50		
8 55		
9 00		

REPRESENTACION SEMILOGARITMICA



TIEMPO EN MINUTOS

$S_{max} = 30$ $S_1 = 18$ $mi = 17.30$
 $K_0(r/r_0) = 2.3 \frac{S_1}{S_{max}}$ $= 2.3 \frac{18}{30}$ $K_0(r/r_0) = 1.38$
 $T = 0.159 \frac{Q}{K_0(r/r_0)}$ $T = 0.159 \frac{26.0 \times 10^{-3}}{30}$ $T = 0.288 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{seg}$
 (1.58)

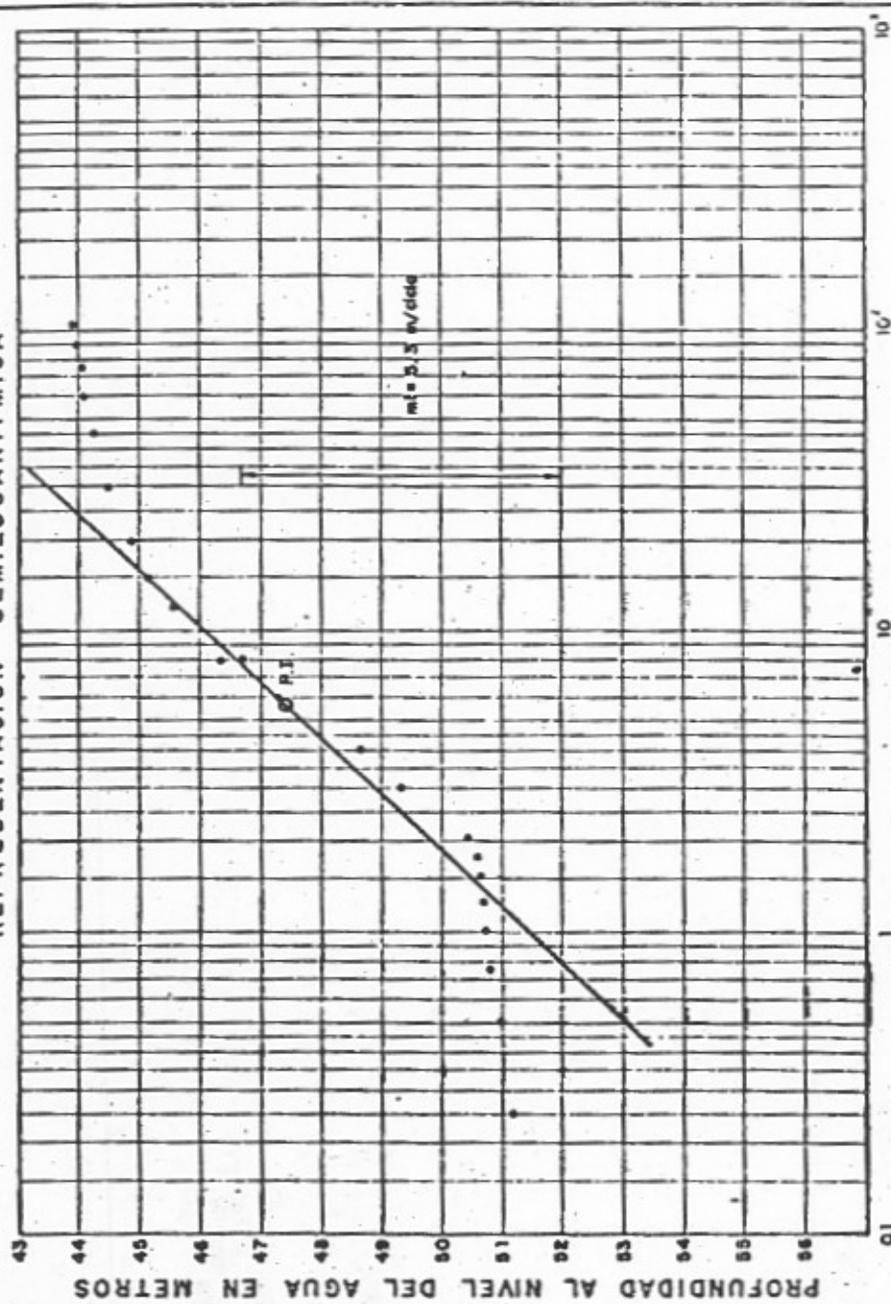
OBSERVACIONES

ESTUDIO REALIZADO ORIGINAL EN LA IREM DE VILLA HIDALGO, SRE.
 PRUEBA DE BOMBEO DEL POZO N° 187
 ETAPA DE RECUPERACION

Confirma: EL DIRECTOR GENERAL DE EVALUACIONES
 APROBADO: DIRECTOR GENERAL SECRETARIO

Fig. 7.6.21-b

REPRESENTACION SEMILOGARITMICA



POZO N° 297 CUACHO 21
 LUGAR COL. VICTORIA
 FECHA 7 OCT 74 DUREZON 1.7 ME
 PROFUNDIDAD 125.0 m N.E. 43.70 m
 CAUDAL 14.0 l/s DAW UICAMBA 15.2 m

TIEMPO EN MINUTOS	PROFUNDIDAD AL NIVEL DEL AGUA EN METROS	TIEMPO EN MINUTOS
0	53.03	
0.15	51.17	
0.30	50.91	
0.75	50.81	
1.00	50.72	
1.15	50.68	
1.30	50.63	
1.75	50.59	
2.00	50.42	
3.00	49.27	
4.00	48.84	
5.00	47.22	
6.00	46.34	
12.00	45.50	
15.00	45.14	
19.00	44.00	
30.00	44.48	
45.00	44.24	
60.00	44.10	
75.00	44.01	
90.00	43.95	
120.00	43.00	
150.00		
180.00		
210.00		
240.00		
270.00		
300.00		
330.00		
360.00		
390.00		
420.00		
450.00		
480.00		
510.00		

TIEMPO EN MINUTOS

$S_{max} = 7.00$ $Q = \frac{1}{8} K_0 (r/R)^2 S$ $T = \frac{0.159 Q}{S_{max}} K_0 (r/R)$
 $S1 = 3.80$ $= 2.3 \frac{3.5}{0.3}$ $T = \frac{0.159 \times 14 \times 10^{-3}}{7.0} (0.98)$
 $m1 = 0.3$ $= 1.02$ $T = 0.29 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{seg}$
 $K_0 (r/R) = 0.92$

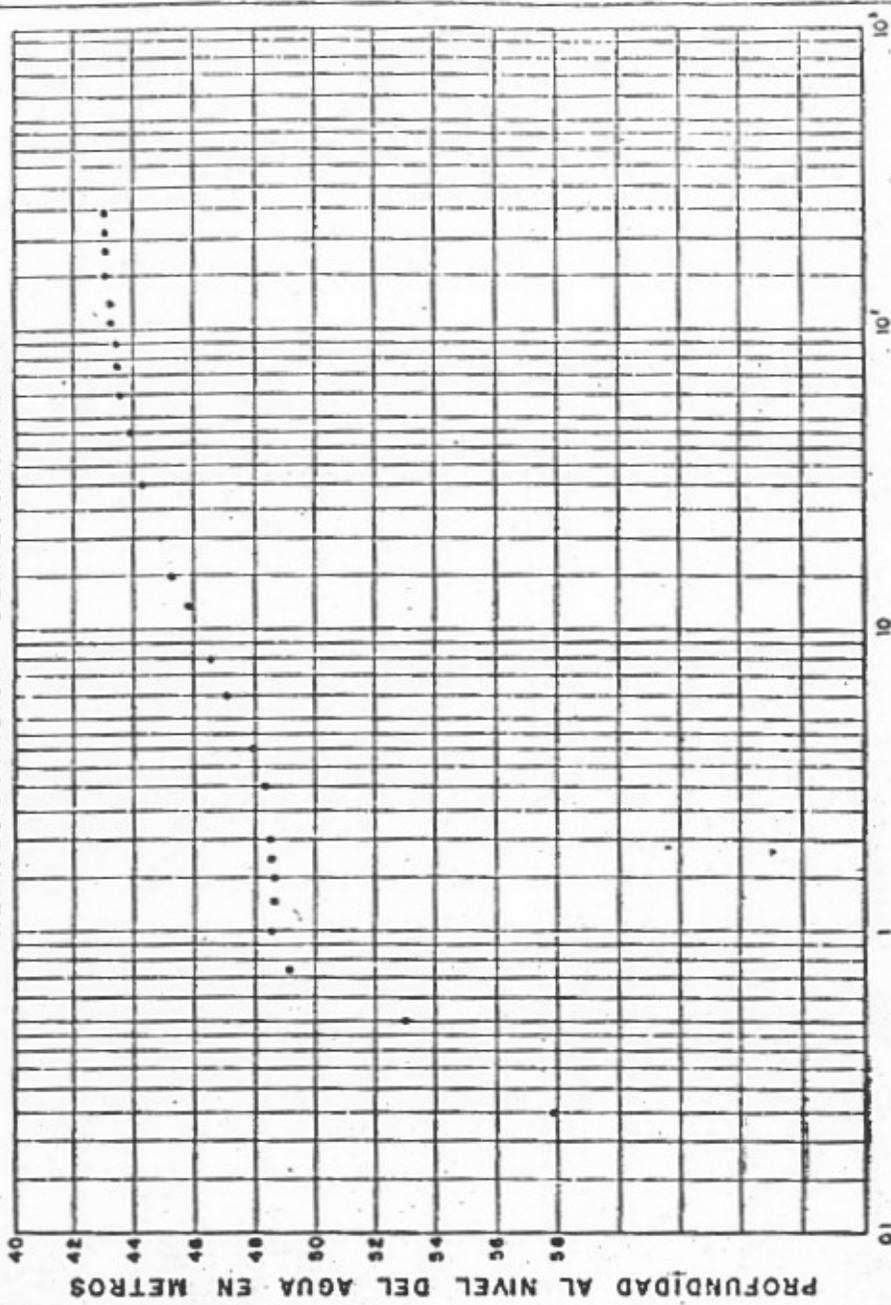
OBSERVACIONES:

ESTADIO DEMONSTRACION REALIZADA EN EL ZONA DE
 VILLA BIRALBA, S.B.
 PRUEBA DE DOBLO DEL POZO N° 257
 ETAPA DE RECUPERACION

Ciudad de México EL DIRECTOR CONSULTIVO TECNICO
 DIRECTOR GENERAL ASESOR SECRETARIO

Fig. 7.6.32-b

REPRESENTACION SEMILOGARITMICA



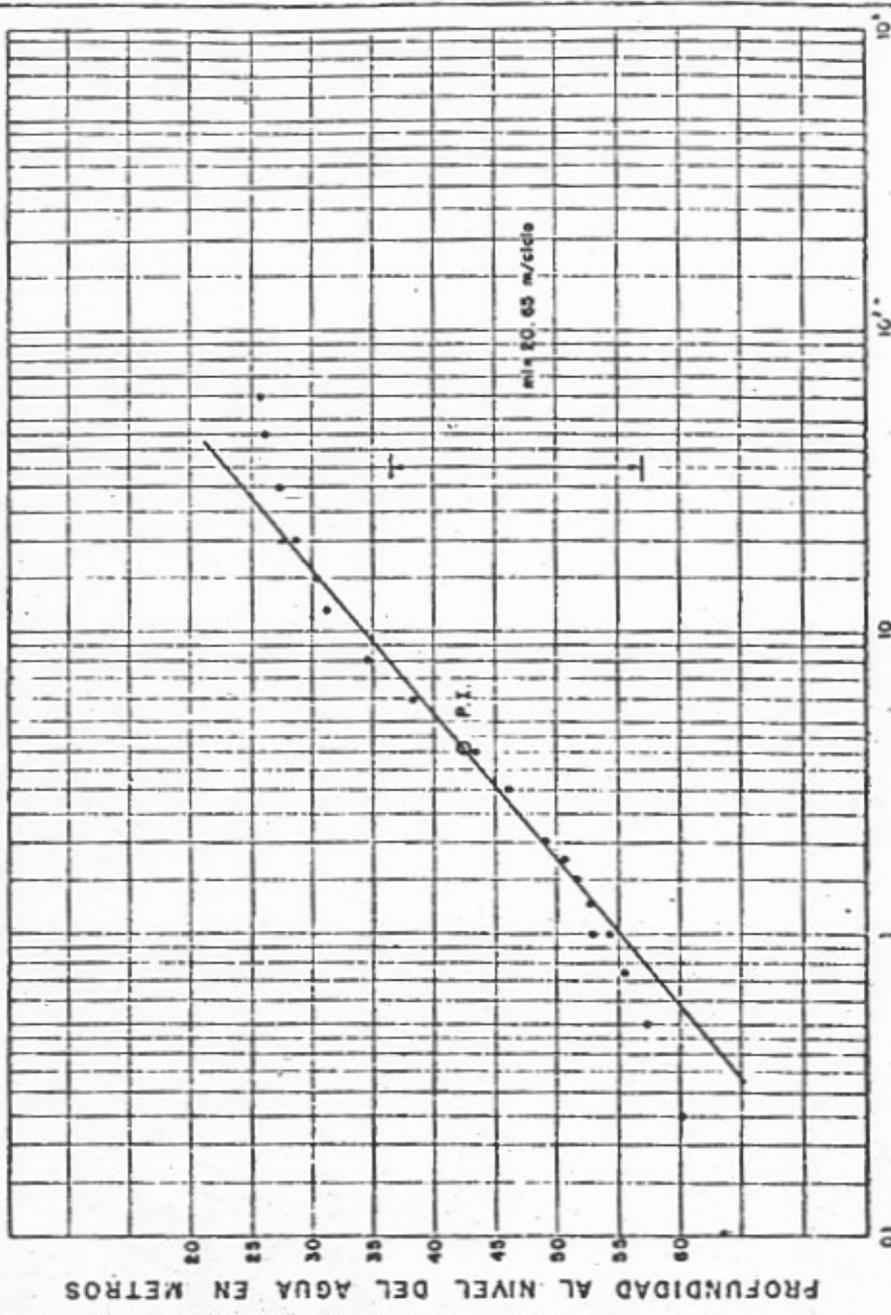
POZO N° 269 CUADRO 19
 LUGAR COLONIA VICTORIA
 FLOJA 2 SER 74 DIFUSION 4.0 Hs.
 PROFUNDIDAD 390.0 m N.E. 42.94 m.
 CANT. 17.7 y 6 DAM DESCARGA 20.3 cm

TIEMPO PASADO (MINUTOS)	PROFUNDIDAD (M)	1/t ²
0	50.70	
10	47.81	
20	48.00	
30	48.15	
40	48.61	
50	48.83	
60	48.83	
70	48.54	
80	48.57	
90	48.20	
100	47.81	
150	47.35	
200	46.57	
300	45.78	
400	45.34	
500	44.05	
600	44.06	
700	43.83	
800	43.59	
900	43.45	
1000	43.35	
1500	43.27	
2000	43.20	
3000	43.14	
4000	43.10	
5000	43.07	
6000	43.05	
7000		
8000		
9000		
10000		
15000		
20000		
30000		
40000		
50000		
60000		
70000		
80000		
90000		
100000		

ESTADO COMUNITARIO DEL ESTADO DE LA JALISCO DE VILLAS RIHUALDE, S.C.
 PRUEBA DE BOMBEO DEL POZO N° 268
 ETAPA DE RECUPERACION
 Conforme El Director Asistente Técnico
 DIRECTOR GENERAL SECRETARIO
 FIG. 7.6.33-b

OBSERVACIONES: NO INTERPRETABLE

REPRESENTACION SEMILOGARITMICA



POZO N° 276 - CUADRO 9
 LUGAR: RANCHO NUEVO
 FECHA: 20 SEP 74 - JUNTA 1.0 - Hs
 PROFUNDIDAD: 100.0 m N.L. - 20.95 m
 CAUDAL: 22.6 l/s DIA DESCARGA 15.2 cm

TIEMPO (min)	PROFUNDIDAD (m)	U/L
2.75	67.14	
6.34	60.34	
7.57	57.57	
8.75	55.92	
9.92	54.12	
11.75	52.03	
13.75	51.75	
15.75	50.63	
17.92	48.30	
19.15	46.09	
21.36	43.36	
23.55	38.35	
25.71	34.71	
27.92	31.34	
30.15	30.52	
32.36	28.77	
34.55	27.57	
36.71	26.50	
38.92	25.92	
41.15		
43.36		
45.55		
47.71		
49.92		
52.15		
54.36		
56.55		
58.71		
60.92		
63.15		
65.36		
67.55		
69.71		
71.92		
74.15		
76.36		
78.55		
80.71		
82.92		
85.15		
87.36		
89.55		
91.71		
93.92		
96.15		
98.36		
100.55		

TIEMPO EN MINUTOS

$S_{max} = 33.75$
 $S_1 = 16.88$
 $m_1 = 20.65$

$T = \frac{0.159 \cdot Q}{S_{max}} \cdot K_0 (r/r_0)$
 $T = \frac{0.159 \cdot 22.5 \cdot 10^{-3}}{33.75} (1.44)$
 $T = 0.19 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{seg}$

$K_0 (r/r_0) = 1.44$

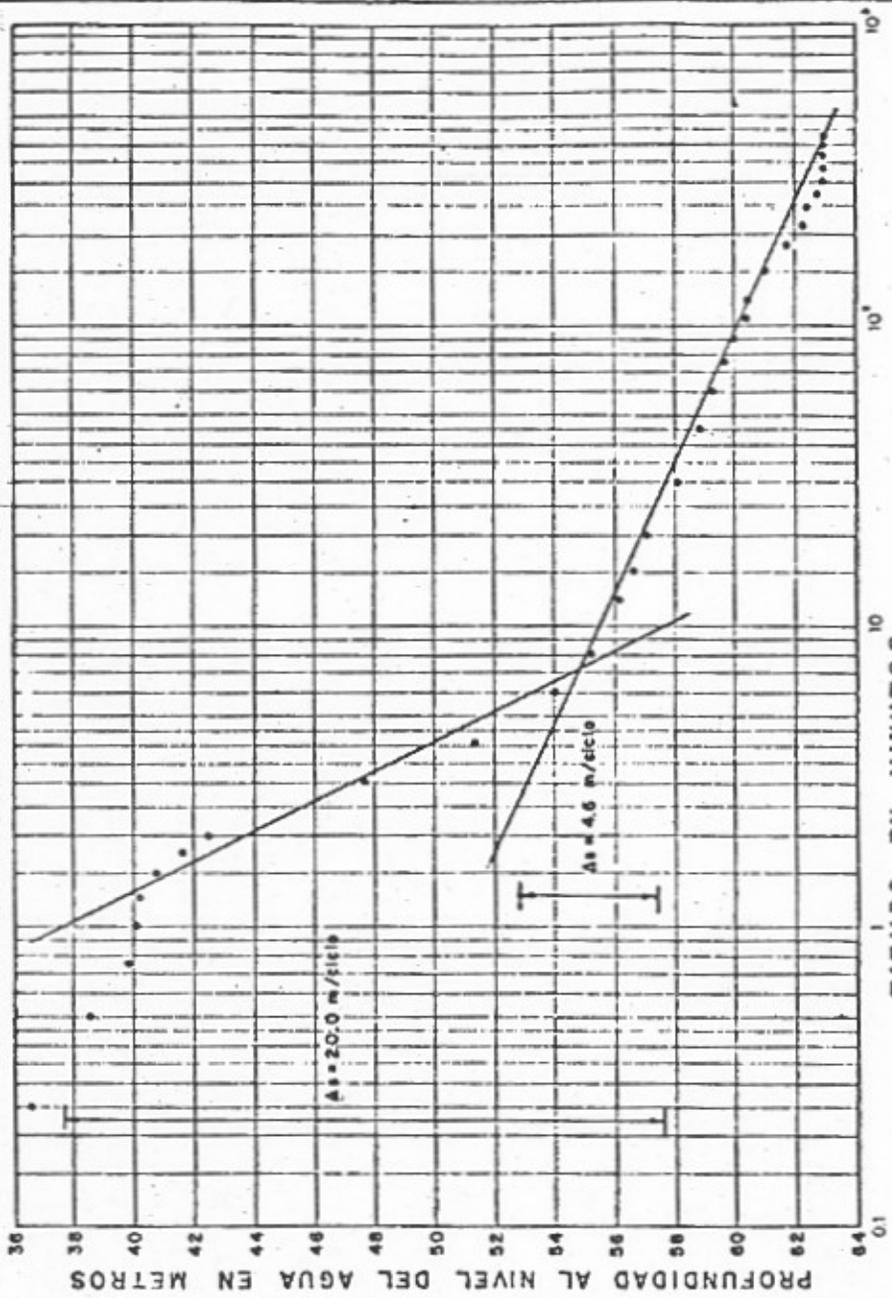
OBSERVACIONES

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL AGUA EN EL POZO N° 276
 VILLA MORALES, SAG.
 PRUEBA DE ROBBED DEL INVO N° 276
 ETAPA DE RECUPERACION

CURTIRING: EL DIRECTOR: DIRECTIVO TECNICO
 DIRECTOR GENERAL: APROBADO
 SECRETARIO

Fig. 7.6.35-b

REPRESENTACION SEMILOGARITMICA



TIEMPO EN MINUTOS

$T = \frac{0.163 \cdot g}{A}$
 $T = \frac{0.163 \cdot 25.5 \cdot 10^{-3}}{20.0}$
 $T = 0.23 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{seg.}$

POZO N° 296 CUADRO 15
 LUGAR EJIDO IGNACIO ZARAGOZA
 FECHA 4 SEP 74 DURACION 7.0 HS
 PROFUNDIDAD 180.0 m N.E. 33.73 m
 CARGA 25.5 l/s BAY DESCARGA 15.2 cm

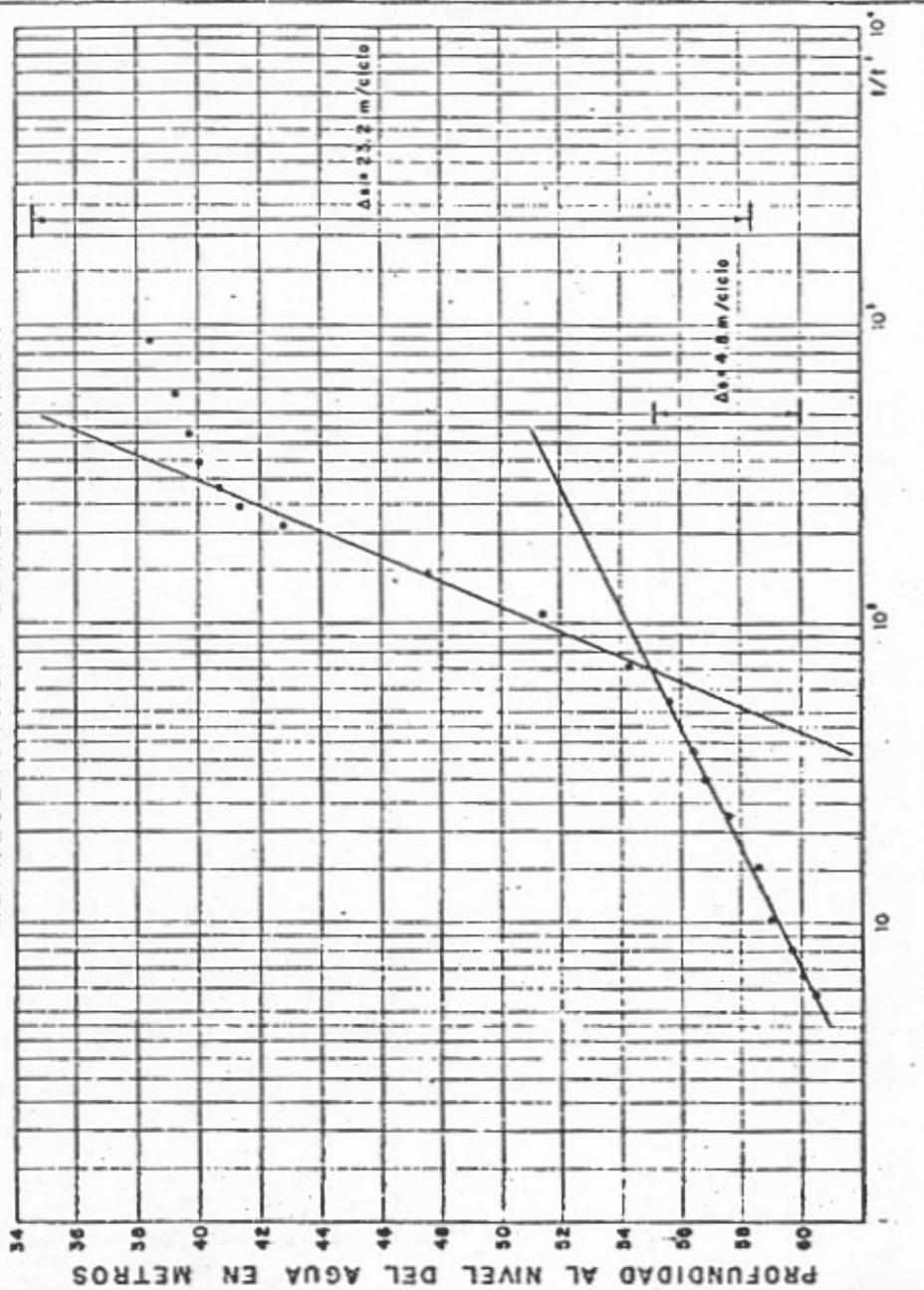
TIEMPO EN MINUTOS	PROFUNDIDAD AL NIVEL DEL AGUA EN METROS	TIEMPO EN MINUTOS	PROFUNDIDAD AL NIVEL DEL AGUA EN METROS
0	33.73	15	50.33
0.25	36.45	20	50.74
0.50	38.41	30	60.01
0.75	39.77	40	60.48
1.00	39.00	50	61.11
1.25	40.16	60	62.29
1.50	40.78	70	62.48
1.75	41.49	80	62.03
2.00	42.50	90	63.03
3.00	47.66	100	63.04
4.00	51.44	110	63.04
5.00	54.02	120	63.04
6.00	55.18	130	63.04
8.00	55.19	140	63.04
10.00	56.00	150	63.04
15.00	57.16	160	63.04
20.00	58.17	170	63.04
30.00	58.04	180	63.04
40.00	58.33	190	63.04
50.00	58.74	200	63.04
60.00	60.01	210	63.04
70.00	60.48	220	63.04
80.00	60.90	230	63.04
90.00	61.11	240	63.04
100.00	61.00	250	63.04
110.00	62.29	260	63.04
120.00	62.48	270	63.04
130.00	62.03	280	63.04
140.00	63.03	290	63.04
150.00	63.04	300	63.04
160.00	63.04	310	63.04
170.00	63.04	320	63.04
180.00	63.04	330	63.04
190.00	63.04	340	63.04
200.00	63.04	350	63.04

OBSERVACIONES - POSIBLE ALIMENTACION

INSTITUTO HIDROLOGICO NACIONAL EN LA ZONA DE
 VILLA HERZOG, S.C.
 PRUEBA DE BOMBEO DEL POZO N° 296
 ETAPA DE ABATIMIENTO

Contorno: EL DIRECTOR - COMANDANTE VERNIER
 Aprobó: Apellido
 DIRECCION GENERAL ELECTRICIDAD
 Fig. 7.6.39-e

REPRESENTACION SEMILOGARITMICA



$T = \frac{0.183 \cdot 0}{\Delta s}$
 $T = \frac{0.183 \cdot 25.5 \times 10^{-2}}{23.2}$
 $T = 0.20 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{seg}$

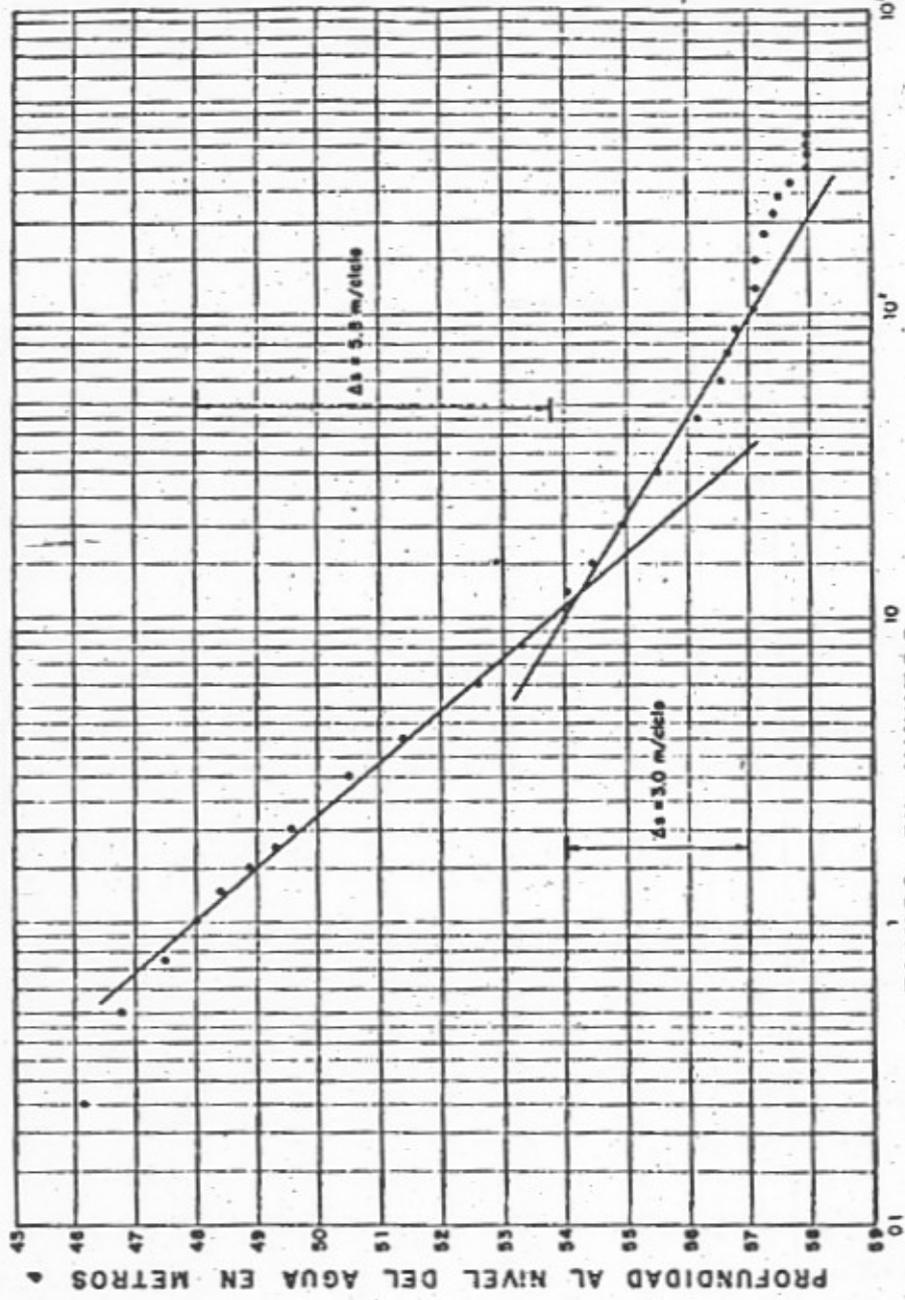
POZO N° 200 - CUADRO 15
 LUGAR: EJIDO IGNACIO ZARAGOZA -
 FECHA: 4 SEP 74 - DURACION 1.5 HS.
 PROFUNDIDAD 100.0 m NE - 33.73 m
 CUALDAL 20.5 l/s CAY ESCARPA 10.2 cm

TIEMPO	PROFUNDIDAD AL NIVEL DEL AGUA EN METROS	1/t
0	03.04	1681.0
0.15	07.02	841.0
0.30	11.00	501.0
0.45	14.98	421.0
0.60	18.96	337.0
0.75	22.94	281.0
0.90	26.92	241.0
1.05	30.90	211.0
1.20	34.88	181.0
1.35	38.86	151.0
1.50	42.84	131.0
1.65	46.82	111.0
1.80	50.80	91.0
1.95	54.78	71.0
2.10	58.76	51.0
2.25	62.74	31.0
2.40	66.72	21.0
2.55	70.70	15.0
2.70	74.68	10.3
2.85	78.66	7.0
3.00	82.64	5.6
3.15	86.62	4.8
3.30	90.60	4.0
3.45	94.58	3.2
3.60	98.56	2.7
3.75	102.54	2.4
3.90	106.52	2.1
4.05	110.50	1.8
4.20	114.48	1.6
4.35	118.46	1.4
4.50	122.44	1.3
4.65	126.42	1.2
4.80	130.40	1.1
4.95	134.38	1.0
5.10	138.36	0.9
5.25	142.34	0.8
5.40	146.32	0.7
5.55	150.30	0.7
5.70	154.28	0.6
5.85	158.26	0.6
6.00	162.24	0.5
6.15	166.22	0.5
6.30	170.20	0.5
6.45	174.18	0.5
6.60	178.16	0.5
6.75	182.14	0.5
6.90	186.12	0.5
7.05	190.10	0.5
7.20	194.08	0.5
7.35	198.06	0.5
7.50	202.04	0.5
7.65	206.02	0.5
7.80	210.00	0.5
7.95	213.98	0.5
8.10	217.96	0.5
8.25	221.94	0.5
8.40	225.92	0.5
8.55	229.90	0.5
8.70	233.88	0.5
8.85	237.86	0.5
9.00	241.84	0.5
9.15	245.82	0.5
9.30	249.80	0.5
9.45	253.78	0.5
9.60	257.76	0.5
9.75	261.74	0.5
9.90	265.72	0.5
10.05	269.70	0.5
10.20	273.68	0.5
10.35	277.66	0.5
10.50	281.64	0.5
10.65	285.62	0.5
10.80	289.60	0.5
10.95	293.58	0.5
11.10	297.56	0.5
11.25	301.54	0.5
11.40	305.52	0.5
11.55	309.50	0.5
11.70	313.48	0.5
11.85	317.46	0.5
12.00	321.44	0.5
12.15	325.42	0.5
12.30	329.40	0.5
12.45	333.38	0.5
12.60	337.36	0.5
12.75	341.34	0.5
12.90	345.32	0.5
13.05	349.30	0.5
13.20	353.28	0.5
13.35	357.26	0.5
13.50	361.24	0.5
13.65	365.22	0.5
13.80	369.20	0.5
13.95	373.18	0.5
14.10	377.16	0.5
14.25	381.14	0.5
14.40	385.12	0.5
14.55	389.10	0.5
14.70	393.08	0.5
14.85	397.06	0.5
15.00	401.04	0.5
15.15	405.02	0.5
15.30	409.00	0.5
15.45	412.98	0.5
15.60	416.96	0.5
15.75	420.94	0.5
15.90	424.92	0.5
16.05	428.90	0.5
16.20	432.88	0.5
16.35	436.86	0.5
16.50	440.84	0.5
16.65	444.82	0.5
16.80	448.80	0.5
16.95	452.78	0.5
17.10	456.76	0.5
17.25	460.74	0.5
17.40	464.72	0.5
17.55	468.70	0.5
17.70	472.68	0.5
17.85	476.66	0.5
18.00	480.64	0.5
18.15	484.62	0.5
18.30	488.60	0.5
18.45	492.58	0.5
18.60	496.56	0.5
18.75	500.54	0.5
18.90	504.52	0.5
19.05	508.50	0.5
19.20	512.48	0.5
19.35	516.46	0.5
19.50	520.44	0.5
19.65	524.42	0.5
19.80	528.40	0.5
19.95	532.38	0.5
20.10	536.36	0.5
20.25	540.34	0.5
20.40	544.32	0.5
20.55	548.30	0.5
20.70	552.28	0.5
20.85	556.26	0.5
21.00	560.24	0.5
21.15	564.22	0.5
21.30	568.20	0.5
21.45	572.18	0.5
21.60	576.16	0.5
21.75	580.14	0.5
21.90	584.12	0.5
22.05	588.10	0.5
22.20	592.08	0.5
22.35	596.06	0.5
22.50	600.04	0.5
22.65	604.02	0.5
22.80	608.00	0.5
22.95	611.98	0.5
23.10	615.96	0.5
23.25	619.94	0.5
23.40	623.92	0.5
23.55	627.90	0.5
23.70	631.88	0.5
23.85	635.86	0.5
24.00	639.84	0.5
24.15	643.82	0.5
24.30	647.80	0.5
24.45	651.78	0.5
24.60	655.76	0.5
24.75	659.74	0.5
24.90	663.72	0.5
25.05	667.70	0.5
25.20	671.68	0.5
25.35	675.66	0.5
25.50	679.64	0.5
25.65	683.62	0.5
25.80	687.60	0.5
25.95	691.58	0.5
26.10	695.56	0.5
26.25	699.54	0.5
26.40	703.52	0.5
26.55	707.50	0.5
26.70	711.48	0.5
26.85	715.46	0.5
27.00	719.44	0.5
27.15	723.42	0.5
27.30	727.40	0.5
27.45	731.38	0.5
27.60	735.36	0.5
27.75	739.34	0.5
27.90	743.32	0.5
28.05	747.30	0.5
28.20	751.28	0.5
28.35	755.26	0.5
28.50	759.24	0.5
28.65	763.22	0.5
28.80	767.20	0.5
28.95	771.18	0.5
29.10	775.16	0.5
29.25	779.14	0.5
29.40	783.12	0.5
29.55	787.10	0.5
29.70	791.08	0.5
29.85	795.06	0.5
30.00	799.04	0.5

OBSERVACIONES

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
 DIRECCION GENERAL DE ESTADÍSTICA
 DIVISION DE ESTADÍSTICA INDUSTRIAL Y DE SERVICIOS
 PRUEBA DE BOMBEO DEL 1020 N° 200
 ETAPA DE RECUPERACION
 CANTON: EL DUELO - MUNICIPIO: TENECA
 DEPARTAMENTO: GUATEMALA
 FECHA: 15/09/74
 FIG. 7.8.39-b

REPRESENTACION SEMILOGARITMICA



TIEMPO EN MINUTOS

$T = \frac{0.183 \cdot s}{\Delta s}$
 $T = \frac{0.183 \cdot 22.4 \cdot 10^{-3}}{0.6}$
 $T = 0.71 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{seg.}$

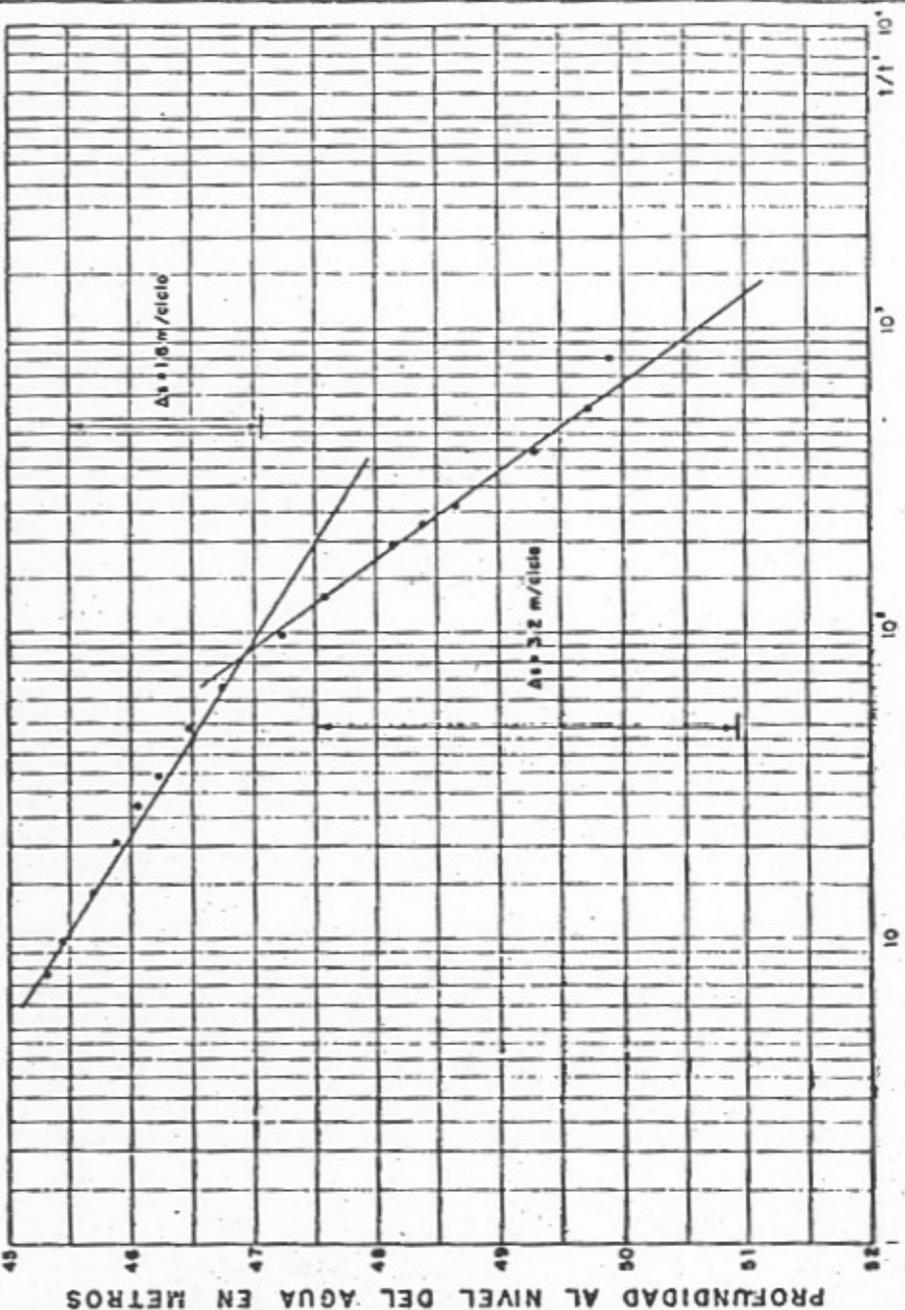
OBSERVACIONES - POSIBLE ALIMENTACION

POZO N° 300 CUADRO 22
 LUGAR VILLA HIDALGO
 FECHA 27 SEP 74 DURACION 6.5 Hs
 PROFUNDIDAD 110.0 m N.E. 44.29 m
 CAUDAL 22.4 lps DAM DESCARGA 15.8 cm

TIEMPO EN MINUTOS	PROFUNDIDAD EN METROS	l/s
0	44.29	
0 15	46.14	
0 30	46.76	
0 45	47.47	
1 00	48.00	
1 15	48.36	
1 30	48.86	
1 45	49.30	
2 00	49.58	
2 15	50.40	
2 30	51.39	
2 45	52.00	
3 00	53.31	
3 15	54.02	
3 30	54.41	
3 45	54.03	
4 00	55.53	
4 15	56.16	
4 30	56.55	
4 45	56.02	
5 00	56.78	
5 15	57.10	
5 30	57.13	
5 45	57.13	
6 00	57.30	
6 15	57.40	
6 30	57.50	
6 45	57.76	
7 00	58.00	
7 15	58.00	
7 30	58.00	
7 45	58.00	
8 00	58.00	
8 15	58.00	
8 30	58.00	
8 45	58.00	
9 00	58.00	
9 15	58.00	
9 30	58.00	
9 45	58.00	

ESTUDIO ALIMENTACION ALTERNATIVA EN LA ZONA DE
 VILLA HIDALGO, S.M.
 PRUEBA DE BOMBEO DEL POZO N° 300
 ETAPA DE ABATIMIENTO
 Oficina: EL DIRECTOR ADMINISTRATIVO
 MANEJO DE AGUA AGRICOLA
 Fig. 7.6.40-a

REPRESENTACION SEMILOGARITMICA



POZO N° ... 300 ... CUADRO ... 22 ...
 LUGAR ... VILLA HIDALGO ...
 FECHA ... 27 SEP 74 ... DURACION ... 1.0 ... Hs ...
 PROFUNDIDAD ... 110.0 ... m N.E. ... 44.29 ... m ...
 CAUDAL ... 22.4 ... lps DAN DESCARGA 15.2 cm

TIEMPO EN SEGUNDOS	PROFUNDIDAD AL NIVEL DEL AGUA EN METROS	1/t
0	59.00	
5.23	51.51	1901.0
9.56	49.87	781.0
9.78	49.70	521.0
1.50	49.30	301.0
1.25	48.98	313.0
1.10	48.64	201.0
1.13	48.37	223.0
1.09	48.13	196.0
1.03	47.60	131.0
1.05	47.24	90.3
1.00	46.75	66.0
1.00	46.40	42.7
11.00	46.25	33.9
11.00	46.07	27.0
26.55	45.00	20.3
30.00	45.70	14.0
43.80	45.48	9.7
69.00	45.34	7.3
75.00		
90.00		
103.00		
120.00		
130.00		
150.00		
170.00		
210.00		
250.00		
270.00		
300.00		
330.00		
360.00		
390.00		
420.00		
450.00		
480.00		
510.00		
540.00		

$T = \frac{0.183 Q}{As}$
 $T = \frac{0.13 \times 22.4}{3.2} \times 10^{-3}$
 $T = 1.3 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{seg.}$

OBSERVACIONES

ESTUDIO HIDROLOGICO REALIZADO EN EL POZO N°
 VILLA HIDALGO, TAM.
 PRUEBA DE MOVIMIENTO DEL POZO N° 300
 ETAPA DE RECUPERACION

CONFIRMA: EL DIRECTOR GENERAL DE RECURSOS HIDRICOS
 DIRECTOR GENERAL DE RECURSOS HIDRICOS

Fig. 7.6.40-b

TABLA 7.7.1

CALCULO DE VOLUMENES DE ENTRADAS

POR FLUJO HORIZONTAL

No. Canal	B ancho canal (km)	T transmisividad (m^2 / seg) $\times 10^{-3}$	i gradiente (m/km)	Q = BTi volumen (m^3 / seg) $\times 10^{-3}$
E ₁	1.55	0.25	1.62	0.628
E ₂	1.43	1.80	2.34	6.023
E ₃	2.10	0.50	3.07	3.224
E ₄	1.45	0.08	6.68	0.775
E ₅	1.25	0.06	6.24	0.463
E ₆	2.35	0.07	4.53	0.745
E ₇	3.55	0.07	8.42	2.092
E ₈	2.75	0.07	8.28	1.594
E ₉	2.70	5.00	5.02	67.770
E ₁₀	2.60	0.06	3.06	0.477
E ₁₁	2.20	0.07	2.11	0.325
E ₁₂	2.40	0.08	2.50	0.480
E ₁₃	2.20	0.10	2.84	0.625
E ₁₄	1.40	3.00	2.50	10.500
E ₁₅	2.58	2.00	2.00	10.320
E ₁₆	2.80	1.60	3.07	13.754
E ₁₇	2.40	1.00	7.61	18.264
E ₁₈	2.30	1.00	7.08	16.284
E ₁₉	1.55	0.40	2.02	1.252
E ₂₀	1.80	0.40	1.85	1.332
E ₂₁	1.60	1.60	1.66	4.250
				<u>161.182</u>

Volumen de entrada $5.01 \times 10^6 m^3 / año.$

TABLA 7.7.2

CALCULO DE VOLUMENES DE SALIDA
 POR FLUJO HORIZONTAL

	B ancho canal (km)	T transmisividad (m ² / seg) x 10 ⁻³	i gradiente (m/km)	Q = BTi volumen (m ³ / seg) x 10 ⁻³
S ₁	1.55	0.15	1.64	0.381
S ₂	1.40	0.15	1.53	0.321
S ₃	1.60	0.15	2.22	0.533
				1.235

Volumen de salida 0.038×10^6 m³ / año.

TABLA 7.9.1

VOLUMENES DE EXTRACCION

APROVE- CHAMIENTO	Nº DE CUADRO	CAUDAL DE OPERACION L. P. S.	Nº DE HORAS DE BOMBEO POR AÑO	VOLUMEN ANUAL EXTRAIDO m ³
272	21	23.1	3296	274095
273	15	20.9	3984	299756
274	15	16.0	2630	151488
275	21	S/E	S/E	438
276	9	22.5	3300	267300
277	16	13.7	1080	53266
278	15	9.1	1230	40295
280	15	24.8	1890	168739
281	16	S/E	S/E	263
289	14	43.0	2250	348300
290	15	23.4	2180	183643
291	10	24.4	1392	122273
292	9	6.2	2400	53568
293	9	16.2	3720	60264
294	15	23.4	7944	669202
295	15	30.6	6384	703261
296	15	27.8	1274	127501
297	15	19.3	480	33350
298	14	52.0	2970	555984
299	15	6.5	2960	69264
300	22	22.4	2736	220631
301	22	5.7	2195	45041
302	22	23.4	3589	302337
304	22	8.5	1248	38189
327	11	6.2	914	20400
328	16	6.2	1295	28904
329	11	5.1	750	13770
330	17	4.7	175	2961
331	10	S/E	S/E	657
332	10	4.4	590	9345
333	10	4.1	277	4088
334	10	S/E	S/E	6570
335	16	6.5	1008	23587
336	16	4.1	690	10194
337	16	5.4	810	15746
338	16	6.9	2984	74122
339	16	S/E	S/E	657
340	16	0.3	365	394
341	10	32.1	3270	377881
342	10	14.3	3340	171943
343	10	39.5	3990	567378
344	10	3.6	120	1555
345	16	7.8	2550	71604
346	17	3.6	860	11145
347	16	3.6	490	6350
348	16	4.6	2562	42427
349	16	5.4	2280	44323
350	16	19.2	1221	84395

APROVE- CHAMIENTO	Nº DE CUADRO	CAUDAL DE OPERACION L. P. S.	Nº DE HORAS DE BOMBEO POR AÑO	VOLUMEN ANUAL EXTRAIDO m ³
351	15	15.5	1146	63947
352	15	14.7	3026	160136
353	15	10.4	2220	83117
354	15	12.7	2700	123444
355	16	9.8	2240	79027
356	16	7.8	1840	51667
357	16	3.5	2640	33264
359	16	8.0	2920	84096
361	16	3.6	1700	22032
362	21	S/E	S/E	876
367	4	3.6	1768	22913
371	17	3.6	1340	17366
372	16	3.3	328	3897
373	16	3.6	1660	21514
374	16	4.4	1640	25977
375	16	5.6	560	11290
376	16	3.6	1528	19803
377	16	5.1	1280	23500
378	16	6.5	1780	41652
380	16	37.6	1600	216576
381	16	18.2	2080	136281
389	22	23.4	2138	180105
390	22	17.1	1950	120042
391	16	9.7	1956	68303
392	9	12.6	2143	97206
393	9	4.1	3840	56678
394	9	S/E	S/E	241
397	16	6.5	144	3370
399	16	6.5	630	14742
400	16	S/E	S/E	288
Vol.	Tot.	Anual	=	38 593801

TABLA 7.9.1
VOLUMENES DE EXTRACCION

APROVE- CHAMIENTO	Nº DE CUADRO	CAUDAL DE OPERACION L. P. S.	Nº DE HORAS DE BOMBEO POR AÑO	VOLUMEN ANUAL EXTRAIDO m ³	APROVE- CHAMIENTO	Nº DE CUADRO	CAUDAL DE OPERACION L. P. S.	Nº DE HORAS DE BOMBEO POR AÑO	VOLUMEN ANUAL EXTRAIDO m ³
146	9	16.9	3210	195296	194	9	3.5	895	11277
147	9	7.1	1407	35962	195	9	6.5	406	9500
148	9	4.0	3464	49882	196	9	12.7	1596	72969
149	9	21.1	3312	251579	198	9	5.9	1656	35173
150	3	5.1	3248	59633	199	9	15.1	1872	101762
151	3	20.4	3184	233832	200	9	58.0	1812	378346
152	3	12.2	5352	235060	201	8	34.1	1310	160815
153	3	13.8	3228	160367	202	9	16.0	1380	79488
154	3	5.3	820	15646	203	8	16.5	4392	260885
155	9	9.5	1787	61115	204	9	10.0	3656	131616
156	9	6.3	2112	47900	205	9	14.7	1519	80385
157	9	11.1	2730	109090	206	8	33.8	1286	156480
158	9	5.9	2868	60916	207	8	28.9	3074	319819
159	9	5.3	1216	23201	208	8	34.4	3456	427991
160	9	4.8	1392	24054	210	8	25.9	4552	424428
161	9	4.8	2908	50250	211	2	59.4	3900	833976
162	9	6.1	592	13000	212	2	23.4	3058	257606
163	9	5.4	1715	33340	213	2	27.4	4128	407186
164	9	8.3	2720	81274	214	2	5.6	620	12499
165	9	31.0	3000	334800	215	2	21.9	650	51246
166	9	11.2	1708	68866	216	2	22.9	1190	98103
167	3	6.8	1998	48911	217	2	23.3	3648	305994
168	9	7.1	1860	47542	218	2	6.3	678	15377
169	8	15.7	2128	120274	219	2	42.0	975	147420
170	3	6.1	1416	31095	220	2	15.8	3240	184291
171	3	5.9	1875	39825	221	8	9.4	3700	43349
172	2	93.2	1270	575752	222	7	22.0	4248	336441
173	2	79.0	1716	488030	250	21	32.9	2676	316945
174	9	S/E	S/E	241	251	22	18.7	2660	179071
175	9	33.8	5352	651231	253	22	39.4	2220	314884
176	9	11.2	480	19354	254	21	11.9	2690	115240
177	9	7.2	1644	42612	255	21	14.8	2246	119667
179	9	3.3	2494	29629	256	21	6.8	818	20025
180	9	5.9	1496	31775	257	21	14.0	2336	117734
181	9	7.4	1969	52454	259	21	27.6	2636	261913
182	9	13.0	1455	68094	260	15	14.1	680	34517
183	9	4.8	795	13737	261	15	31.1	2600	291096
184	9	13.7	2158	106433	262	21	28.2	3020	306590
185	9	3.3	1980	23522	263	21	S/E	S/E	438
186	9	6.7	2460	59335	264	21	26.5	3240	309096
187	9	26.0	1440	134784	265	21	19.3	3240	225115
188	9	32.4	1896	221149	266	15	32.1	2580	298145
189	9	17.6	4164	263831	267	15	11.2	1800	72576
190	9	9.8	2052	72394	268	15	17.7	4106	261634
191	9	4.8	1204	20805	269	15	46.0	2020	334512
192	9	5.6	3712	74833	270	15	9.8	1672	58988
193	9	3.4	2022	24749	271	21	S/E	S/E	4708

TABLA 7.9.1
VOLUMENES DE EXTRACCION

APROVE- CHAMIENTO	Nº DE CUADRO	CAUDAL DE OPERACION L. P. S.	Nº DE HORAS DE BOMBEO POR AÑO	VOLUMEN ANUAL EXTRAIDO m ³
1	17	24.8	918	81959
2	17	1.0	234	842
3	17	3.5	312	3931
4	17	1.3	224	1048
5	17	1.4	260	1310
6	17	1.3	202	945
7	17	2.4	290	2505
8	17	1.1	254	1006
9	17	14.6	3556	186903
10	17	4.0	3984	57370
11	11	3.6	3168	41057
12	17	6.3	600	13608
13	17	7.6	1206	32996
14	17	6.8	3744	91653
16	17	11.4	1610	66074
17	23	11.6	2840	118598
18	24	14.7	3888	205753
19	17	13.0	4320	202176
20	17	12.7	4272	195316
21	18	9.0	2538	82231
22	18	29.2	4100	430992
23	18	7.6	492	13461
24	18	5.9	98	2081
25	12	5.6	515	10382
26	18	8.3	210	6274
27	18	12.6	600	27216
29	18	44.2	5472	870704
35	17	3.3	1456	17297
37	17	3.8	1092	14938
38	11	6.3	288	6532
42	17	2.7	960	9331
43	11	4.7	408	6903
44	11	4.7	376	6361
45	11	4.2	358	5413
46	11	6.3	432	9798
47	18	6.8	1104	27026
48	18	4.8	2270	39226
49	18	8.6	1204	37276
50	18	5.4	284	5521
51	18	5.9	1392	29566
52	17	21.5	2606	201704
53	17	28.6	3600	370656
54	17	57.9	3054	636575
61	17	12.7	571	26106
62	17	37.9	2266	309173
63	22	22.4	2280	183859
64	22	36.0	3980	515808

APROVE- CHAMIENTO	Nº DE CUADRO	CAUDAL DE OPERACION L. P. S.	Nº DE HORAS DE BOMBEO POR AÑO	VOLUMEN ANUAL EXTRAIDO m ³
65	23	25.6	3090	284774
66	23	27.0	5712	555208
67	23	19.2	2388	165058
68	22	33.4	2010	241682
69	22	63.0	3320	752976
72	22	18.1	2200	143352
73	22	20.1	2186	158178
74	22	15.0	2736	147744
75	21	29.0	1080	112752
76	22	29.1	2572	269442
77	22	28.4	806	82405
78	22	27.0	2632	255830
79	22	17.3	1260	78475
80	22	37.1	2380	317873
81	16	19.5	1916	134503
82	22	29.2	2420	254390
83	16	30.4	3180	348019
84	16	12.8	2294	105707
85	15	11.0	1956	77457
86	16	10.4	2070	77500
87	16	12.5	4152	186840
88	16	14.0	1364	68745
89	16	18.7	2280	153490
90	16	12.0	2196	94867
91	22	20.4	1430	105019
92	16	23.4	1096	92327
94	16	S/E	S/E	38
95	16	8.0	3125	90000
96	16	11.1	2500	99900
97	16	6.5	2250	52650
98	16	8.5	3480	106488
99	16	5.3	3900	74412
100	15	12.2	3020	132638
123	10	2.2	1020	8078
124	9	33.0	7352	873417
125	9	24.0	3792	327629
126	15	33.4	6160	740678
127	15	23.2	7536	629406
128	9	44.2	5180	829836
129	15	11.0	1632	64627
130	9	23.4	2380	200491
131	15	14.2	2856	145998
132	15	12.4	1760	78556
133	15	4.4	2184	34594
143	9	44.0	3120	494208
144	9	30.7	4224	466836
145	9	9.5	3342	114296

T A B L A 7.15.1

EVOLUCION DE NIVELES ESTATICOS

	Area 10^6 m^2	Cota media m	Vol. Evolución $\times 10^6 \text{ m}^3$
A ₁	= 4.70	0.50	2.35
A ₂	= 4.43	1.50	6.65
A ₃	= 2.75	3.50	9.63
A ₄	= 1.75	5.00	8.75
A ₅	= 0.78	7.00	5.46
	Volumen Recuperado		32.84
A ₁	= 22.13	- 0.75	16.60
A ₂	= 11.95	- 1.00	11.95
A ₃	= 3.13	- 1.00	3.13
A ₄	= 4.78	- 0.50	2.39
A ₅	= 1.93	- 2.00	3.86
A ₆	= 0.65	- 0.50	0.33
A ₇	= 9.10	- 0.75	6.83
A ₈	= 2.38	- 1.00	2.38
A ₉	= 7.40	- 0.75	5.55
A ₁₀	= 4.70	- 1.50	7.05
A ₁₁	= 0.85	- 2.00	1.70
	Volumen abatido		- 61.77

Volumen drenado por cambio de almacenamiento $28.93 \times 10^6 \text{ m}^3$

T A B L A 7.16.1

CALCULO DE VOLUMENES DE ENTRADA POR FLUJO HORIZONTAL

E N T R A D A S

No. Canal	B (Km)	T (m ² /seg) x 10 ⁻³	i (m/Km)	Q = BTi (m ³ /seg) x 10 ⁻³
1	2.45	1.60	2/0.75 = 2.67	10.47
2	1.87	1.00	2/1.40 = 1.43	2.67
3	1.83	2.00	2/1.37 = 1.46	5.34
4	1.60	0.12	1/0.76 = 1.32	0.25
5	2.73	0.06	11/0.95 = 11.58	1.90
6	2.15	0.06	11/0.65 = 16.92	2.18
7	2.00	0.07	2/0.30 = 6.67	0.93
8	3.23	0.07	2/0.62 = 3.23	0.73
9	2.46	0.09	2/0.53 = 3.77	0.83
10	2.94	5.00	2/0.76 = 2.63	38.66
11	1.69	0.06	2/0.40 = 5.00	0.51
12	1.53	0.06	2/1.20 = 1.67	0.15
13	1.68	0.07	2/1.05 = 1.90	0.22
14	2.10	0.03	2/0.56 = 3.57	0.60
15	2.10	0.10	2/0.73 = 2.74	0.57
16	1.45	3.00	2/0.63 = 3.17	13.79
17	1.95	2.00	2/0.64 = 3.13	12.21
18	1.67	1.00	2/1.03 = 1.94	3.24
19	2.46	1.60	2/0.90 = 2.22	8.74
20	2.76	1.00	2/0.65 = 3.08	8.50
21	1.99	1.00	2/0.65 = 3.08	6.13
22	0.91	0.40	2/0.60 = 3.33	1.21
23	2.35	0.50	2/0.60 = 3.33	3.91
24	2.22	0.30	2/0.95 = 2.10	1.40
25	2.83	0.40	2/0.67 = 2.99	3.38
				128.52

Volumen de entrada por flujo horizontal $4.05 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año}$.

T A B L A 7.16.2

CALCULO DE VOLUMENES DE SALIDA POR FLUJO HORIZONTAL

No. Canal	B (Km)	T (m ² /seg) x 10 ⁻³	i (m/Km)	Q=BTi (m ³ /seg)x10 ⁻³
1	1.95	0.15	2/0.83 = 2.41	0.70
2	1.20	0.15	2/1.20 = 1.67	0.30
3	2.05	0.15	2/0.75 = 2.67	0.82
				$1.82 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$

Volumen de Salida por Flujo Horizontal $0.057 \times 10^6 \text{ m}^3 / \text{año}$.



S I M B O L O G I A

UNIDADES GEOLÓGICAS

ROCAS SEDIMENTARIAS

LENTOS ALUVIALES

SEDIMENTOS LACUSTRES

ARENAS ALUVIALES

FORMACION MICHONA

ROCAS IÓNICAS Y METAMÓRFICAS

TERCIARIO BÁSICO

TERCIARIO TOROADO

ROCAS INTUSIVAS

TERRECIERA

BRUCAA

FERRUGARRIL

POBLADO

CURVA DE NIVEL

ARROYO

LAGUNA

CONTACTO SEDIMENTARIO

POZO

MINA

POZO PILOTO

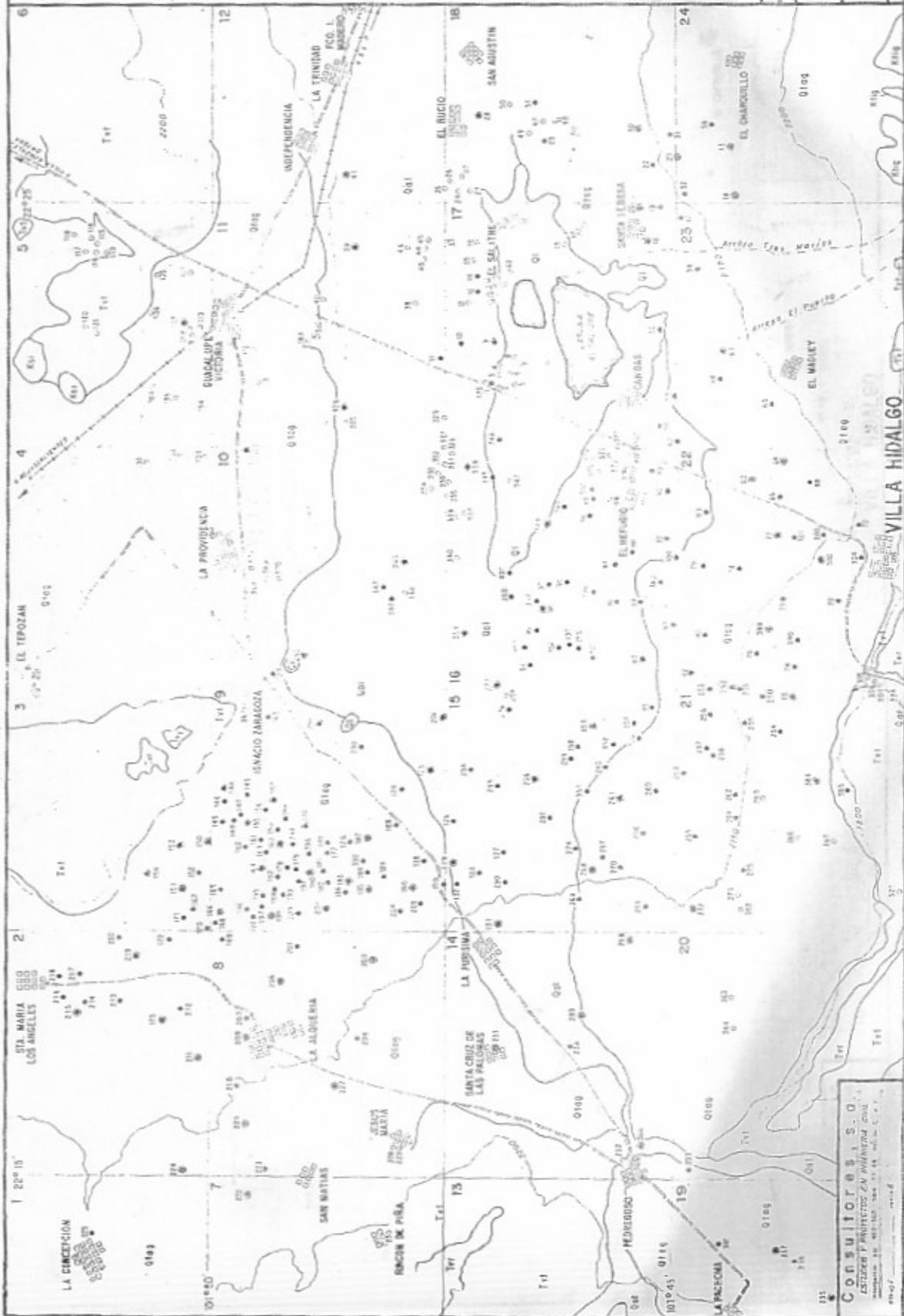
ESCALA 1:50,000

ESCALA GRÁFICA

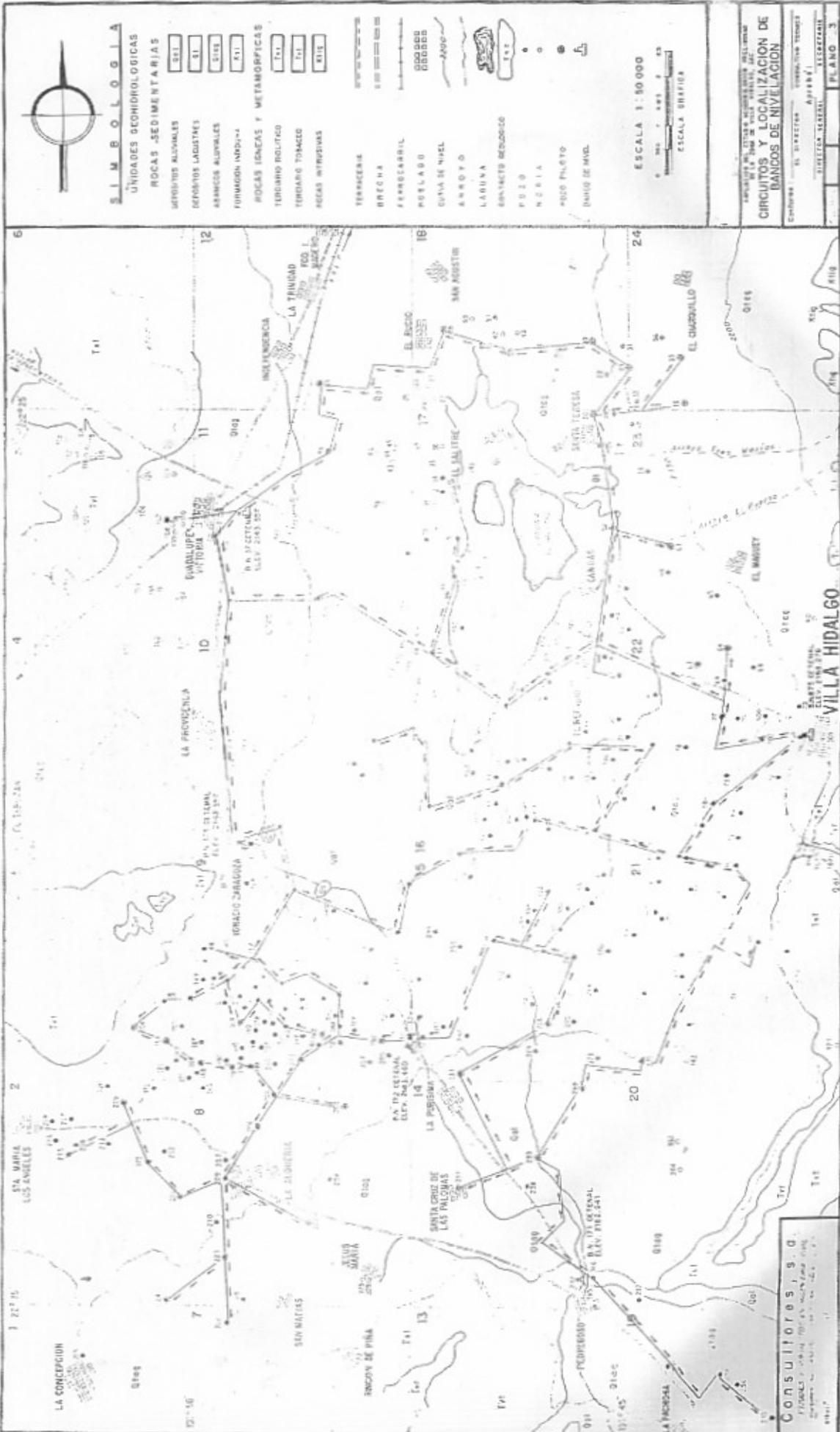
ESTUDIO Y PROYECTO EN INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES SUBTERRÁNEAS

LOCALIZACIÓN DE APROVECHAMIENTOS SUBTERRÁNEOS

CONTRATO: EL COMISARIO CONSULTOR: NÚMERO: APROBADO: DIRECTOR GENERAL: ELABORADO: PLANO: 2



Consultores S. O.
ESTUDIO Y PROYECTO EN INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES SUBTERRÁNEAS
CONTRATO: EL COMISARIO CONSULTOR: NÚMERO: APROBADO: DIRECTOR GENERAL: ELABORADO: PLANO: 2



S I M B O L O G I A

- UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS**
- ROCAS SEDIMENTARIAS**
- Q21
 - Q1
 - Q22
 - Q11
- DEPOSITOS ALUVIALES**
- DEPOSITOS LACUSTRES**
- ARENAS ALUVIALES**
- FORMACION ANDINA**
- ROCAS IGENEAS Y METAMORFICAS**
- T11
 - T12
 - Q12
- TERMINO POLITICO**
- FERROVIARIO TORACZO**
- ROCAS INTRUSIVAS**
- TERRECIENA**
- BRICHA**
- FERRUGARRIL**
- PERLADO**
- OPALA DE NIVEL**
- ARROYO**
- LARUNA**
- CONCRETO REDONDO**
- POZO**
- NOBIA**
- POZO PLATO**
- DIQUE DE HAV.**

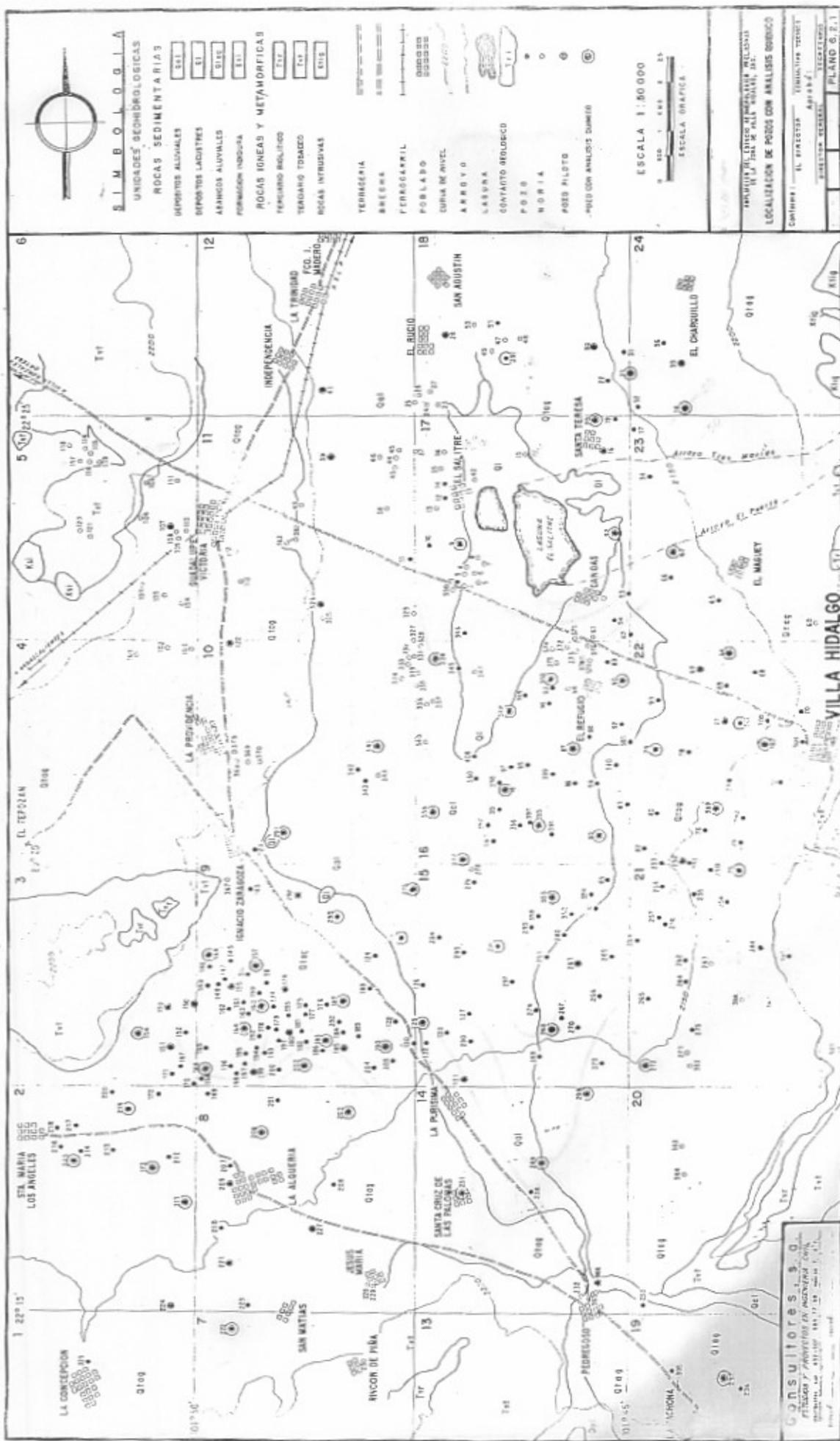
ESCALA 1:50 000



CONSEJO DE ESTADOS AGROPECUARIOS DEL NOROCCIDENTE
 W.P. 1960 DE VILLA HIDALGO, AZC
**CIRCUITOS Y LOCALIZACION DE
 BANDOS DE NIVELACION**

El Director: **AGROPECUARIOS**
 El Director: **AGROPECUARIOS**
PLANO 3

Consultores, S. A.
 PARRALES Y CAJON TORACZO, HIDALGO, AZC
 1960



- S I M B O L O G I A**
- UNIDADES GEOLÓGICAS**
- ROCAS SEDIMENTARIAS**
- DEPOSITOS ALUVIALES
 - DEPOSITOS LACUSTRES
 - ARENISOS ALUVIALES
 - FORMACION INDUCIDA
- ROCAS IGNEAS Y METAMORFICAS**
- PERIDOTITO
 - TENDRADO TORREDO
 - ROCAS INTRUSIVAS

- TERMINERIA**
- BRECHA**
- FERROGARRILL**
- POBLADO**
- CURVA DE NIVEL**
- ARROYO**
- LAGUNA**
- CONTACTO GEOLÓGICO**
- POZO**
- NORIA**
- ASEO PILOTO**
- MED CON ANALISIS QUIMICO**

ESCALA 1:80,000

ESCALA GRAFICA

PROYECTO DE LEY PARA LA REFORMA DE LA LEY DE AGUAS N.º 17 DE 1962

LOCALIZACION DE POZOS CON ANALISIS QUIMICO

CONTIENE: EL ESPECTRO - TERMINAL TERCER

APROBADO

PROYECTO DE LEY PARA LA REFORMA DE LA LEY DE AGUAS N.º 17 DE 1962

PLANO 6 DE 7.1

Consultores S. de C.

INGENIEROS EN GEOMECANICA Y GEOTECNIA

INGENIEROS EN AGUAS

INGENIEROS EN MINERIA

INGENIEROS EN METEOROLOGIA

INGENIEROS EN SISTEMAS DE AGUAS

INGENIEROS EN TRAFICO

INGENIEROS EN URBANISMO

INGENIEROS EN VIALIDAD

INGENIEROS EN ZONIFICACION URBANA

INGENIEROS EN ZONIFICACION RURAL

INGENIEROS EN ZONIFICACION AMBIENTAL

INGENIEROS EN ZONIFICACION ECONOMICA

INGENIEROS EN ZONIFICACION SOCIAL

INGENIEROS EN ZONIFICACION CULTURAL

INGENIEROS EN ZONIFICACION HISTORICA

INGENIEROS EN ZONIFICACION PATRIMONIAL

INGENIEROS EN ZONIFICACION RECREATIVA

INGENIEROS EN ZONIFICACION EDUCATIVA

INGENIEROS EN ZONIFICACION DEPORTIVA

INGENIEROS EN ZONIFICACION TURISTICA

INGENIEROS EN ZONIFICACION INDUSTRIAL

INGENIEROS EN ZONIFICACION COMERCIAL

INGENIEROS EN ZONIFICACION RESIDENTIAL

INGENIEROS EN ZONIFICACION INSTITUCIONAL

INGENIEROS EN ZONIFICACION PUBLICA

INGENIEROS EN ZONIFICACION PRIVADA

INGENIEROS EN ZONIFICACION MIXTA

INGENIEROS EN ZONIFICACION INTEGRAL

INGENIEROS EN ZONIFICACION COMPLEJA

INGENIEROS EN ZONIFICACION MULTIDISCIPLINARIA

INGENIEROS EN ZONIFICACION INTERDISCIPLINARIA

INGENIEROS EN ZONIFICACION TRANSDISCIPLINARIA

INGENIEROS EN ZONIFICACION MULTIDISCIPLINARIA INTEGRAL

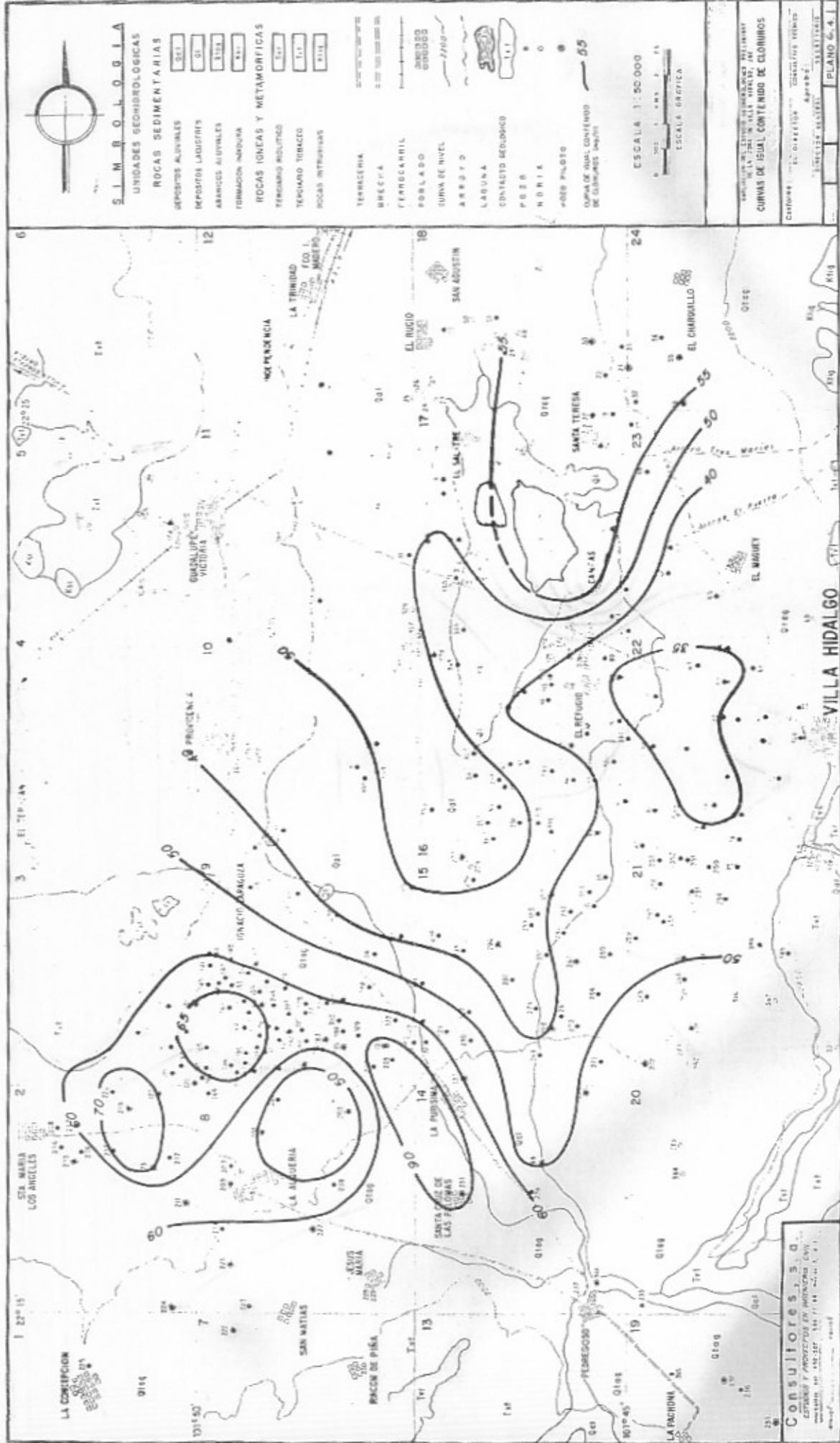
INGENIEROS EN ZONIFICACION MULTIDISCIPLINARIA COMPLEJA

INGENIEROS EN ZONIFICACION MULTIDISCIPLINARIA TRANSDISCIPLINARIA

INGENIEROS EN ZONIFICACION MULTIDISCIPLINARIA INTEGRAL COMPLEJA

INGENIEROS EN ZONIFICACION MULTIDISCIPLINARIA INTEGRAL TRANSDISCIPLINARIA

INGENIEROS EN ZONIFICACION MULTIDISCIPLINARIA INTEGRAL COMPLEJA TRANSDISCIPLINARIA



S I M B O L O G I A

UNIDADES GEOLÓGICAS

ROCAS SEDIMENTARIAS

DEPOSITOS ALUVIALES [Symbol]

DEPOSITOS LASTRIS [Symbol]

ARRASCOS ALUVIALES [Symbol]

FORMACION ANDUARA [Symbol]

ROCAS ÍGNEAS Y METAMÓRFICAS

TERRAZO POLÍTICO [Symbol]

TEJALCO TOCACO [Symbol]

ROCAS INTRUSIVAS [Symbol]

TERRENERIA [Symbol]

BRACCA [Symbol]

FERRUCARRIL [Symbol]

FORLADO [Symbol]

JURAS DE NIVEL [Symbol]

ARRAYO [Symbol]

LAGUNA [Symbol]

CONTACTO REDONDO [Symbol]

PEZ [Symbol]

NONIA [Symbol]

MOZ PALSO [Symbol]

CUPIA DE AGUL CONTINEND [Symbol]

DE CLAVADOS (MAY) [Symbol]

ESCALA 1:50,000

ESCALA GRÁFICA

CURVAS DE ISUAL CONTENIDO DE CLORURO

Elaborado por: [Name]

Corrección: [Name]

Revisión: [Name]

ESQUEMA ALIENI [Name]

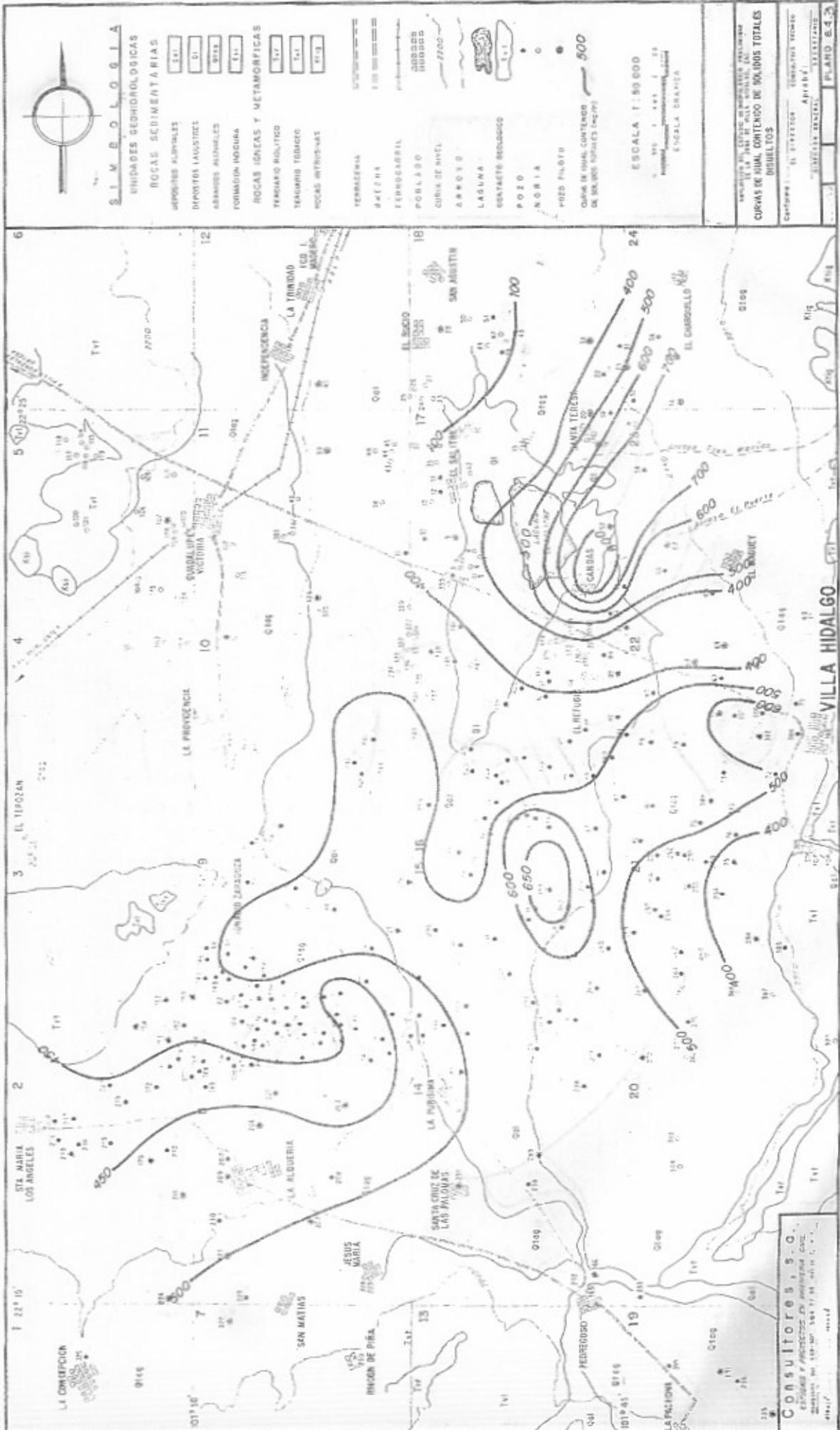
PROYECTO [Name]

PLANO No. 4.1

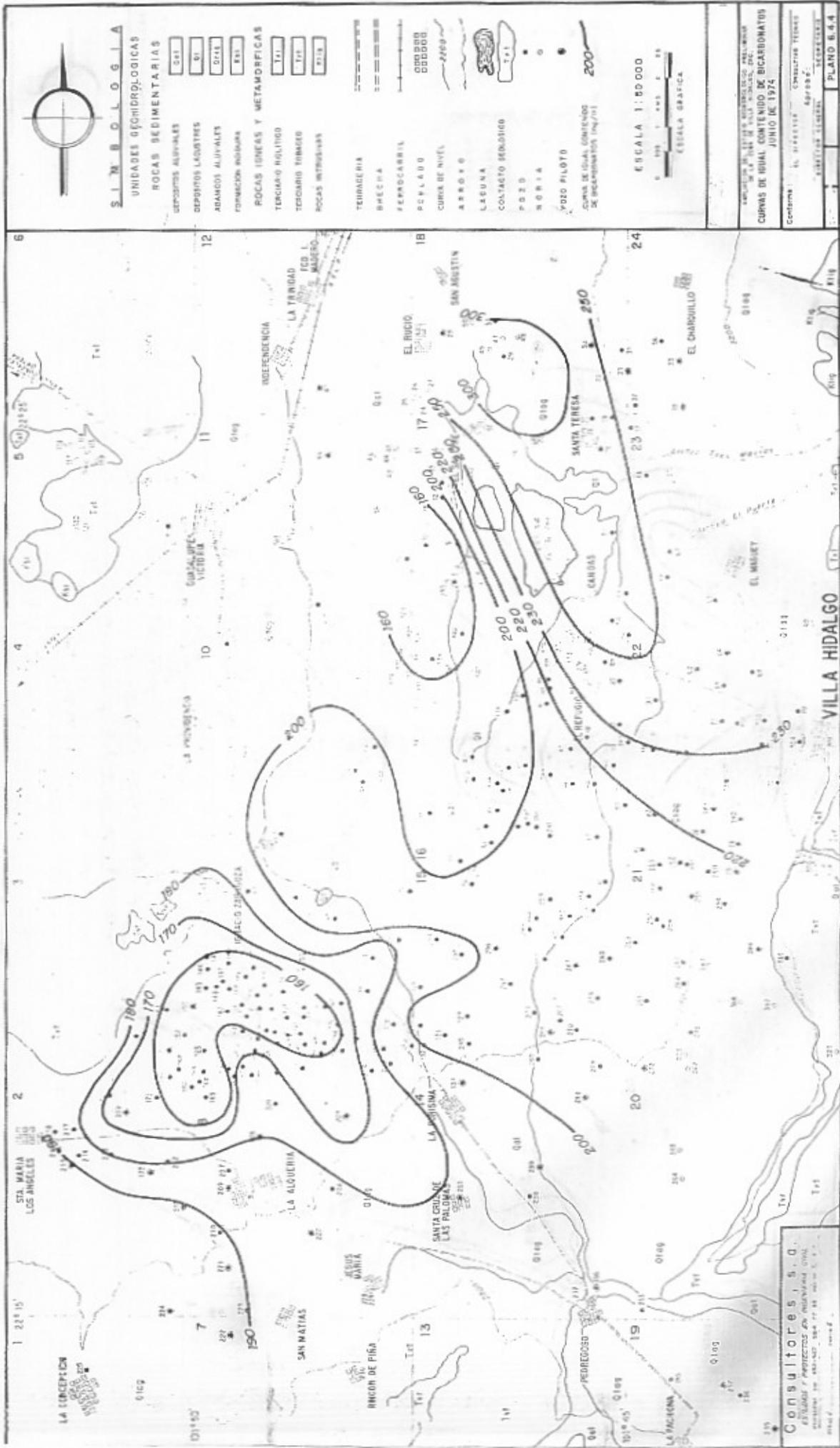
Consultores, S. de C.

ESTADIOS Y PROYECTOS EN INGENIERIA CIVIL

Carretera de México - Toluca, México



Consultores, S. C.
 ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
 AV. INSURGENTES SUR, No. 1441, P.O. BOX 561, CDMX, D.F.



S I M B O L O G I A

- UNIDADES SEDIMENTARIAS**
- ROCAS SEDIMENTARIAS
 - DEPOSITOS ALUVIALES
 - DEPOSITOS LACUSTRES
 - ARCILLAS ALUVIALES
 - CONFORMACION BASICA
- ROCAS IGNEAS Y METAMORFICAS**
- TERCIARIO INCLINADO
 - TERCIARIO HORIZONTAL
 - ROCAS INTRUSIVAS

- TERMINERIA
- SIEMPRE
- PERFORACION
- PC R. A. U.
- CURVA DE NIVEL
- ARROYO
- LAGUNA
- CONTACTO REGIONAL
- PS 2 0
- MORFA
- POZO PILOTO
- CURVA DE NIVEL CON TENOR DE BICARBONATOS (mg/100)

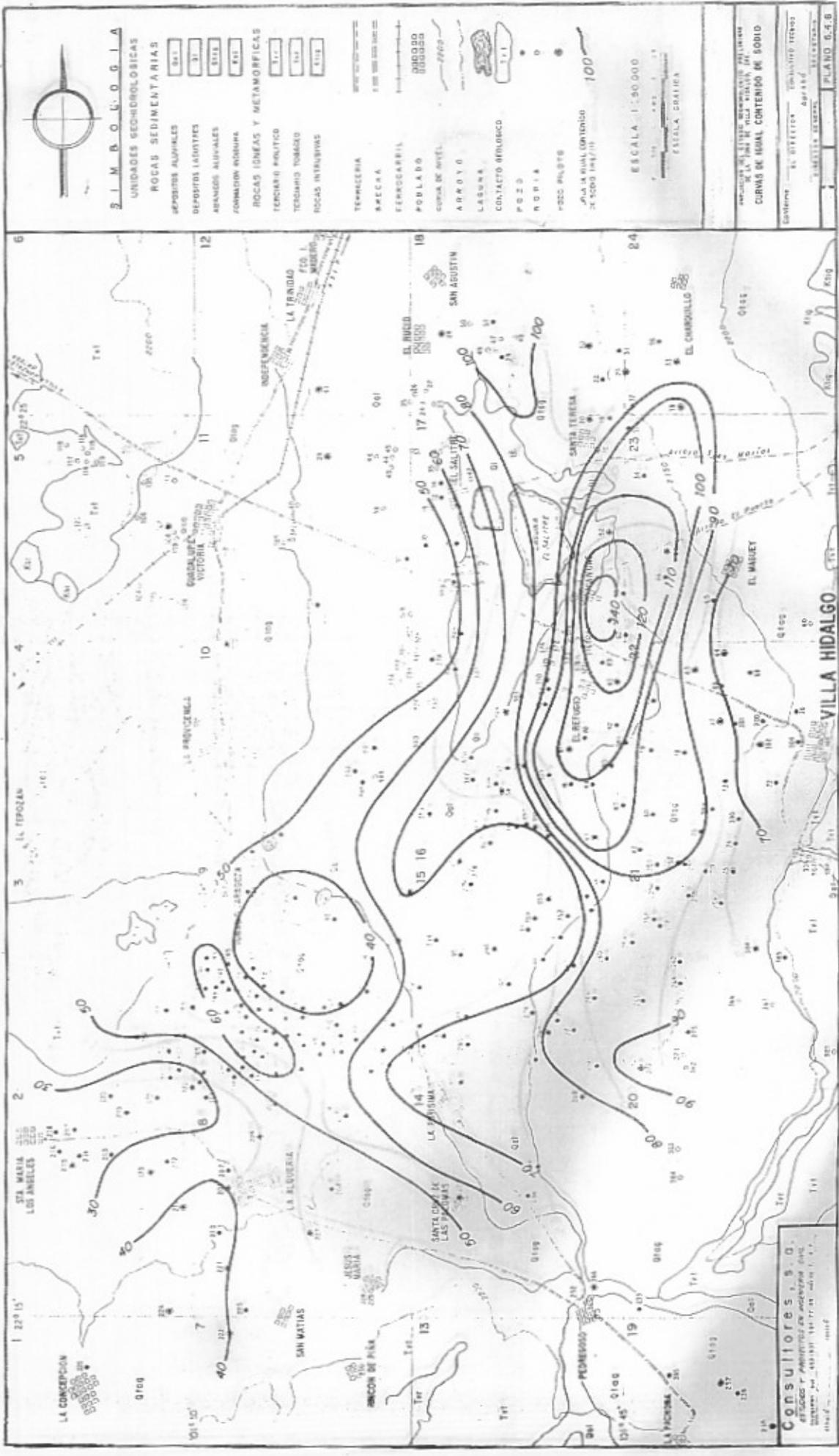


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS Y MINERARIAS
CURVA DE NIVEL CONTENIDO DE BICARBONATOS
 JUNIO DE 1974

Contiene: El relieve, Contorno Topografico, Contorno de Bicarbonatos.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERARIO
 PLAN 6.4.4

Consultores, S. C.
 Av. Universidad 100, Ciudad de México, D.F.
 Teléfono 562 20 00



- U. N. I. V. E. R. S. I. D. A. D. E. C. O. L. O. M. B. I. A.**
- UNIDADES SEDIMENTARIAS**
- ROCAS SEDIMENTARIAS
 - ROCAS IONEAS Y METAMORFICAS
- DEPOSITOS ALUVIALES**
- DEPOSITOS ALUVIALES
 - DEPOSITOS ALUVIALES
 - DEPOSITOS ALUVIALES
 - DEPOSITOS ALUVIALES
- FORMACIONES**
- FORMACIONES
 - FORMACIONES
 - FORMACIONES
 - FORMACIONES
- TERCIARIO**
- TERCIARIO
 - TERCIARIO
 - TERCIARIO
 - TERCIARIO
- ROCAS INTERMEDIAS**
- ROCAS INTERMEDIAS
 - ROCAS INTERMEDIAS
 - ROCAS INTERMEDIAS
 - ROCAS INTERMEDIAS
- TECTONICA**
- TECTONICA
 - TECTONICA
 - TECTONICA
 - TECTONICA
- POBLADO**
- POBLADO
 - POBLADO
 - POBLADO
 - POBLADO
- CONTACTO MOLOCICO**
- CONTACTO MOLOCICO
 - CONTACTO MOLOCICO
 - CONTACTO MOLOCICO
 - CONTACTO MOLOCICO
- AGUAS**
- AGUAS
 - AGUAS
 - AGUAS
 - AGUAS
- LAGUNA**
- LAGUNA
 - LAGUNA
 - LAGUNA
 - LAGUNA
- CONTACTO MOLOCICO**
- CONTACTO MOLOCICO
 - CONTACTO MOLOCICO
 - CONTACTO MOLOCICO
 - CONTACTO MOLOCICO
- ROPIA**
- ROPIA
 - ROPIA
 - ROPIA
 - ROPIA
- POZO**
- POZO
 - POZO
 - POZO
 - POZO
- ESCALA 1:50,000**
- ESCALA GRAFICA**

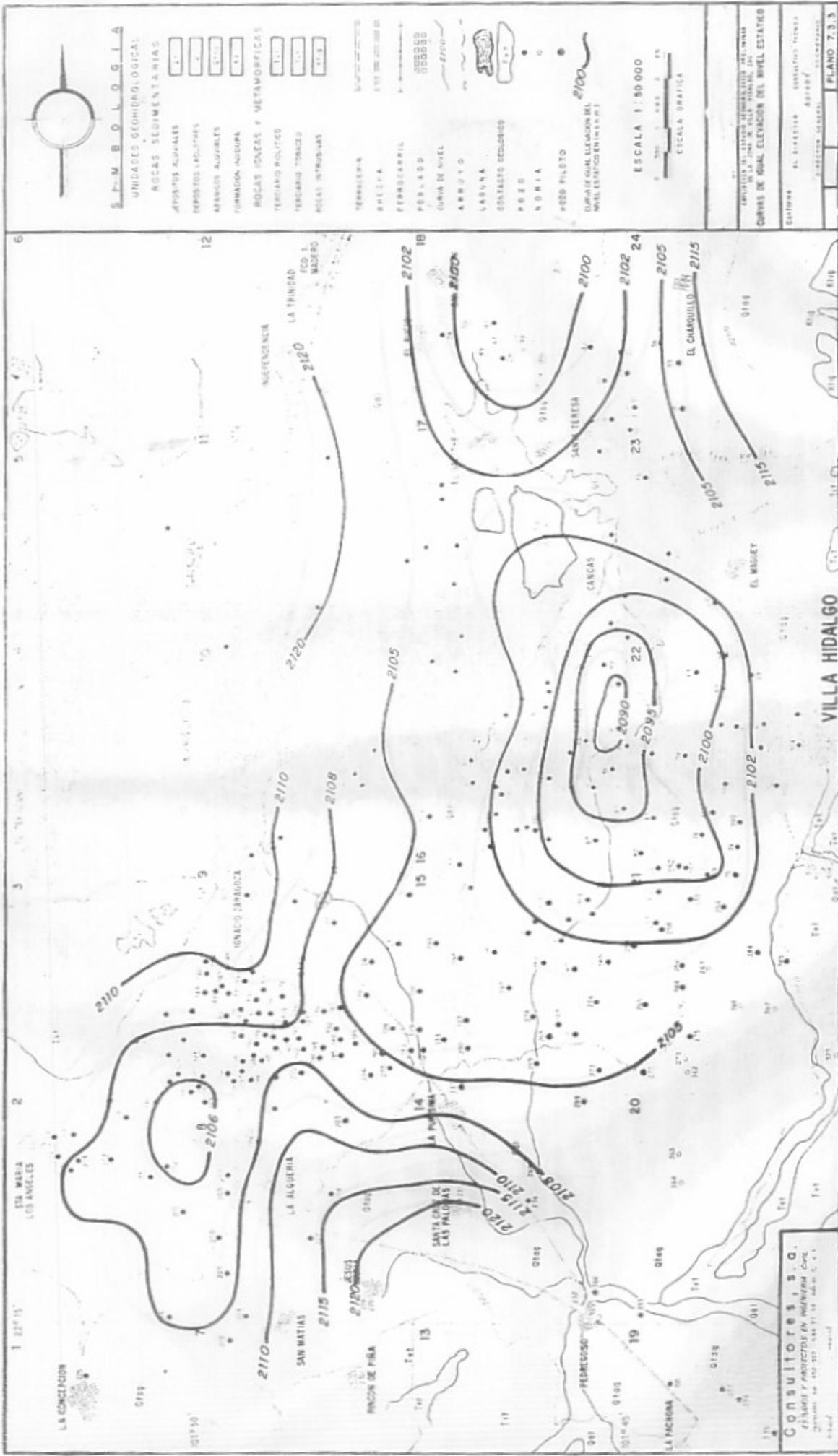
CONSULTORES, S. A.

ESTUDIOS Y PROYECTOS DE INGENIERIA CIVIL

CURSOS DE INGENIERIA DE BODIO

CONTRATO N.º 1000 DE 1957/58

PLAN 0.2.8

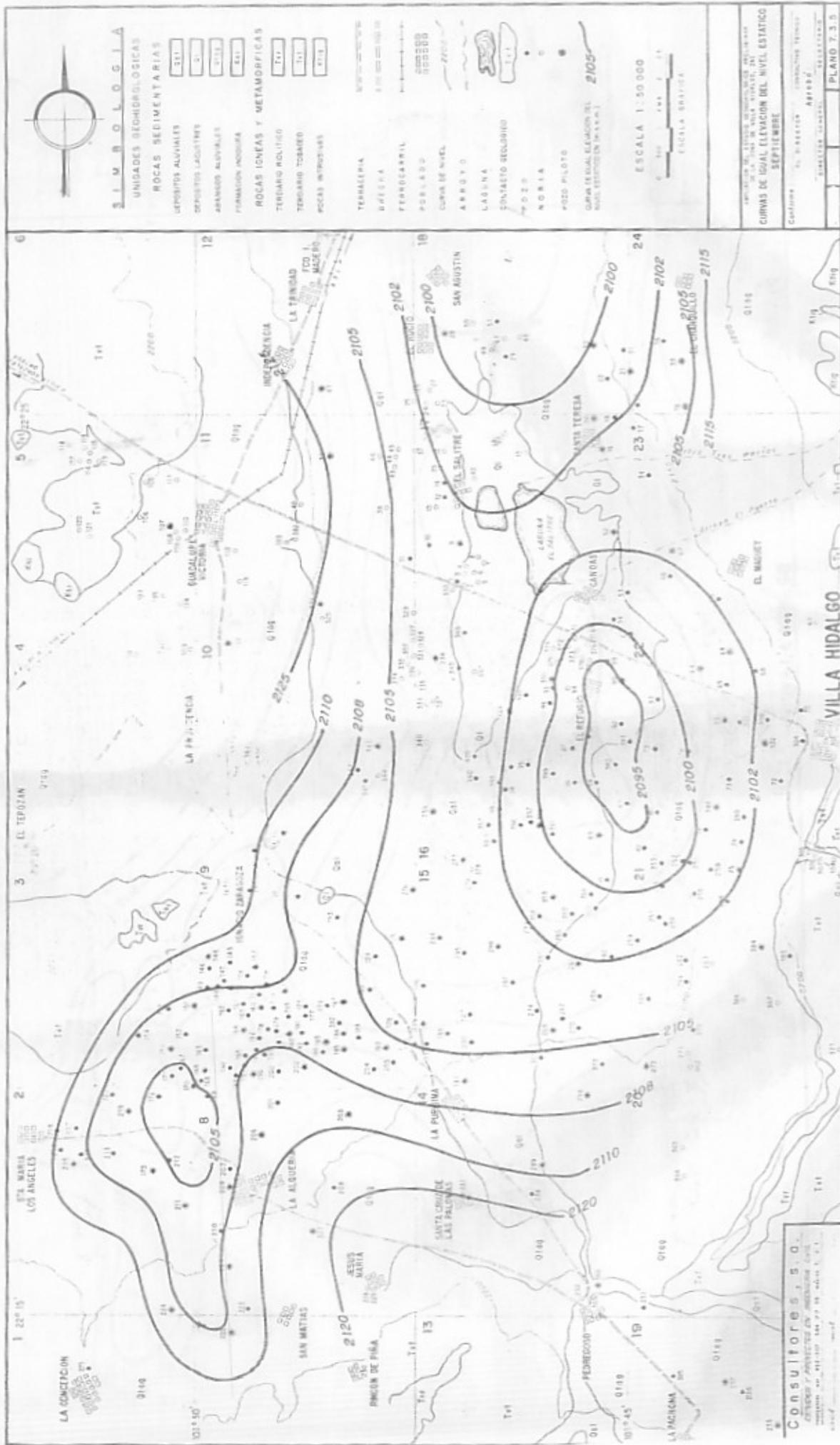


Consultores, S.A.
 PLANO Y PROYECTOS DE INGENIERIA CIVIL
 Av. Bolívar No. 100 - Tel. 4447111 - 4447112 - 4447113

VILLA HIDALGO

ESCALA 1:50 000
 ESCALA GRAFICA
 ESTADISTICO DEL ESTADO VERAGUENSE PRESENTADO EN LA TERCERA SEMANA DE LA ZONA DE VALLES CENTRALES DE VERAGUENSE DEL NIVEL ESTADISTICO
 Contorno EL DIRECTOR GENERAL DE INGENIERIA CIVIL
 EL JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
 EL JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ESTADISTICA

PLANO 7.3.3



S I M B O L O G I A

- UNIDADES GEOLÓGICAS
- ROCAS SEDIMENTARIAS
- LEPTOSOL
- DEPOSITOS LACUSTRES
- ARENAS ALUVIALES
- FORMACION ANDOSA
- ROCAS ÍGNEAS Y METAMORFICAS
- TERCIARIO MOLINO
- TERCIARIO TORREO
- POCOS INTRODUCIDOS

- TERMINALIA
- BIENES
- FERROCARRIL
- POZOS
- CORRIENTES
- ARROYO
- LAGUNA
- CONTRASTO RESERVA
- POZOS
- NORIA
- POZO PILOTO
- OPERA DE OVAL ELEVACION DEL NIVEL ESTADISTICO EN A.M.S.L.

ESCALA 1:50 000

ESCALA GRAFICA

COMUNIDAD DE OVAL ELEVACION DEL NIVEL ESTADISTICO SEPTIEMBRE

CONSTRUICIONES

OPERA DE OVAL ELEVACION DEL NIVEL ESTADISTICO EN A.M.S.L.

PLANO 7.3.3

CONSULTORES S. S. O.

INGENIEROS CIVILES Y GEODASAS

INGENIEROS EN OBRAS DE CONSTRUCCION

INGENIEROS EN SISTEMAS DE DISEÑO

INGENIEROS EN SISTEMAS DE CONTROL DE CALIDAD

INGENIEROS EN SISTEMAS DE CONTROL DE AMBIENTE

INGENIEROS EN SISTEMAS DE CONTROL DE SEGURIDAD

INGENIEROS EN SISTEMAS DE CONTROL DE RIESGO

INGENIEROS EN SISTEMAS DE CONTROL DE SOSTENIBILIDAD

INGENIEROS EN SISTEMAS DE CONTROL DE TRANSACCIONES

INGENIEROS EN SISTEMAS DE CONTROL DE VALORES

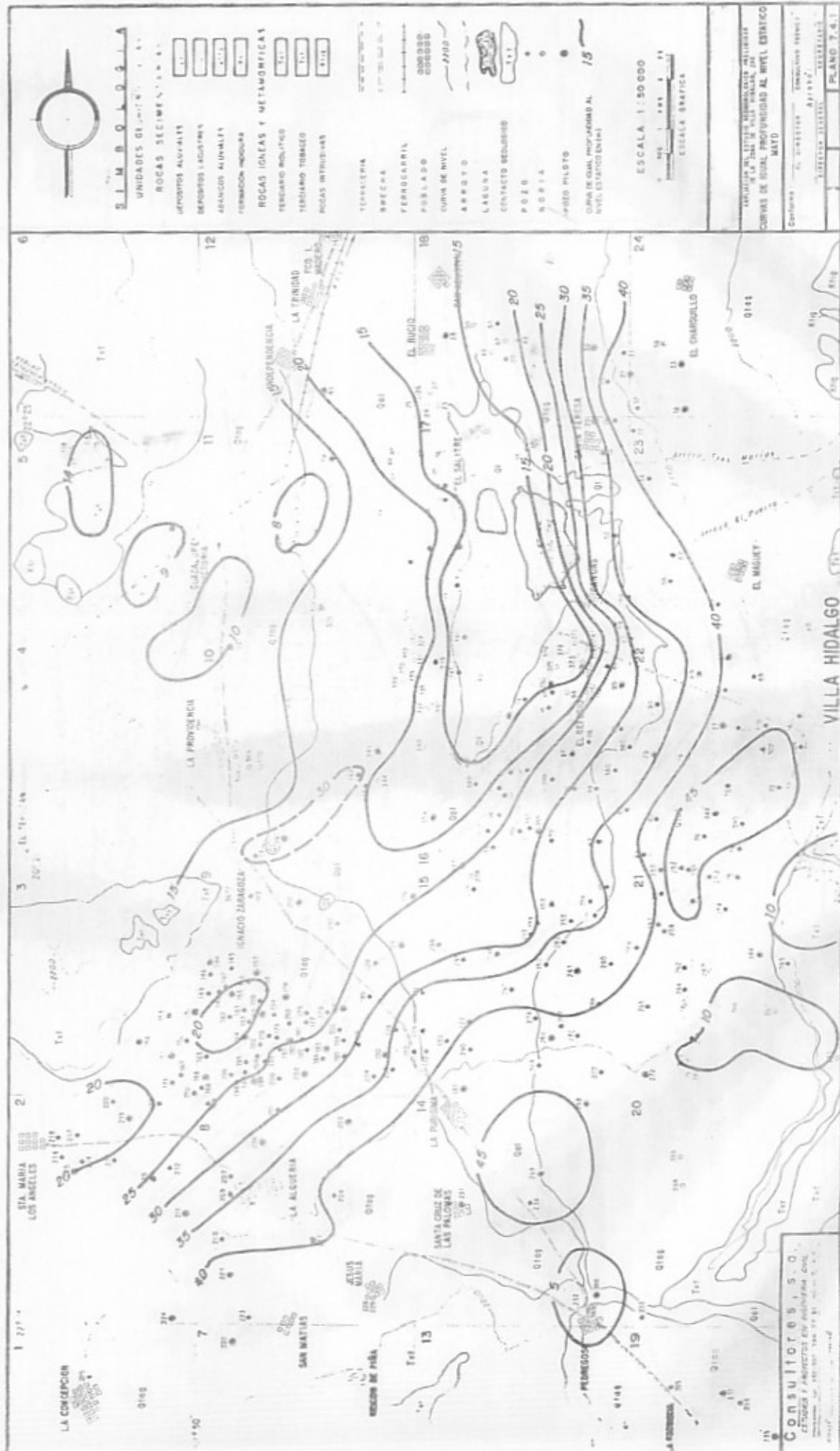
INGENIEROS EN SISTEMAS DE CONTROL DE VERIFICACION

INGENIEROS EN SISTEMAS DE CONTROL DE VIGILANCIA

INGENIEROS EN SISTEMAS DE CONTROL DE VISUALIZACION

INGENIEROS EN SISTEMAS DE CONTROL DE VULNERABILIDAD

INGENIEROS EN SISTEMAS DE CONTROL DE ZONIFICACION



- UNIDADES GEOLÓGICAS
- ROCAS SECIMETÁMOFICAS
- DEPOSITOS ALUVIALES
 - DEPOSITOS LAGUNARES
 - ARENISOS ALUVIALES
 - FORMACION MOJARRA
- ROCAS ÍGNEAS Y METAMÓRFICAS
- TENDARGO MOLINADO
 - TENDARGO TORRADO
 - ROCAS INTRUSIVAS

- TERRAPLETA
- BRUJUNA
- PERROCARRIL
- PORLADO
- CURVA DE NIVEL
- ARROYO
- LAGUNA
- CONTACTO RESQUEADO
- POZO
- BOVEDIA
- POZO PILOTO
- CURVA DE GUAL PROYECTADO AL NIVEL ESTÁTICO EN (M)

ESCALA 1:50000

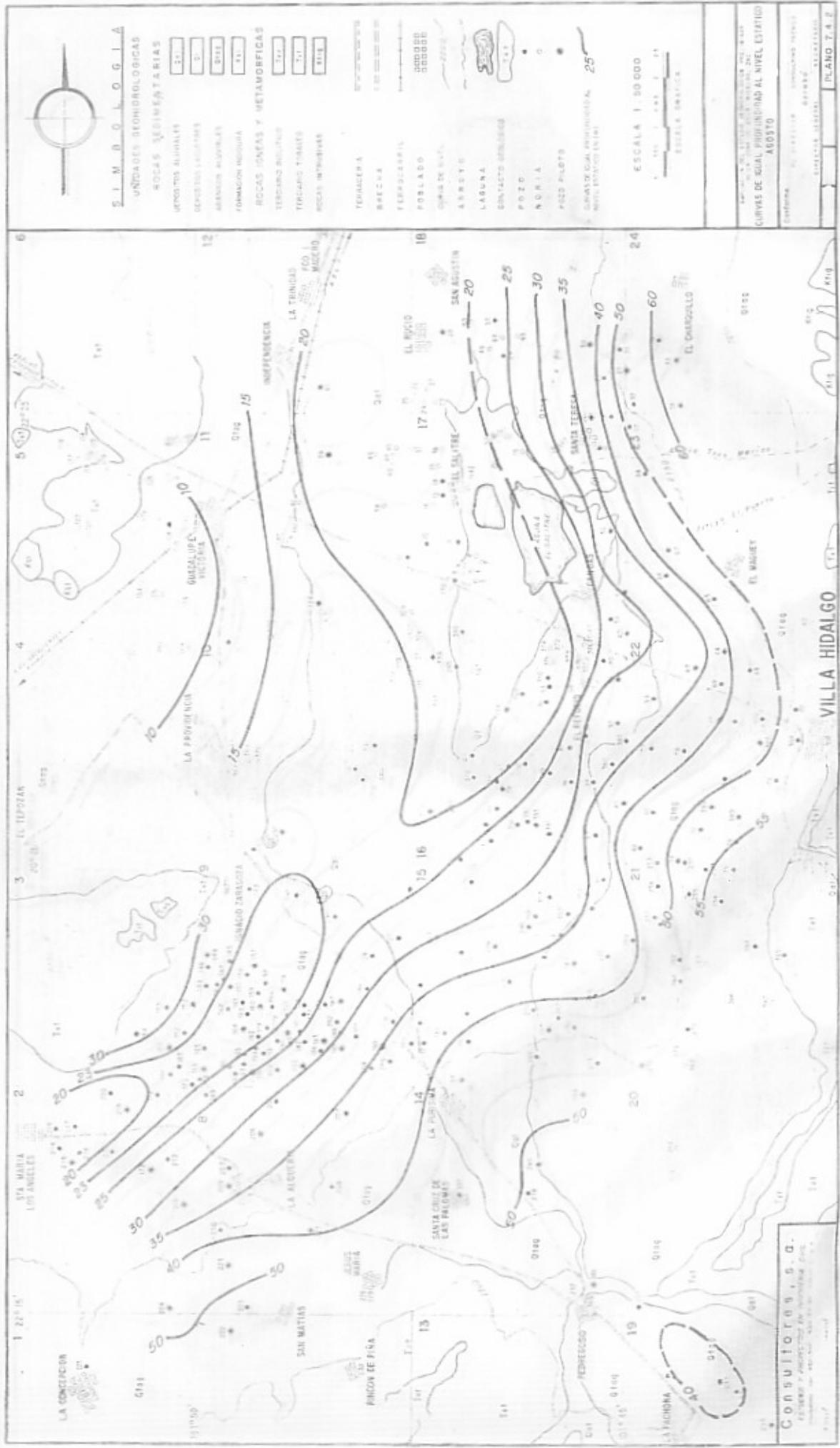
ESCALA GRAFICA

EXPLORACION GEOLOGICA Y MINERA
CURVAS DE IGUAL PROFUNDIDAD AL NIVEL ESTÁTICO
MAYO

CONFORME A: DIRECTIVO GENERAL DE RECONSTRUCCION DE VIVIENDAS
DIRECCION GENERAL DE RECONSTRUCCION DE VIVIENDAS

PLANO T-4.1

CONSULTORES S. S. O.
ESTUDIOS Y PROYECTOS EN MINERIA, GEOL.
CARRANZA, S. DE C. V. CALLE 100 N. NO. 100, CIUDAD DE MEXICO, D. F.



S I M B O L O G I A

- UNIDADES GEOMORFOLOGICAS
- ROCAS SEDIMENTARIAS
 - 21
 - 22
 - 23
 - 24
 - 25
- DEPOSITOS LACUSTRES
- ABANCO ALUVIALES
- FORMACION MODERNA
- ROCAS IGNEAS Y METAMORFICAS
 - 31
 - 32
 - 33
 - 34
 - 35
- TERCERAO INCLINADO
- TERCERAO TIRADO
- ROCAS INTERRUMIDAS

- TERRAZENAS
- BRECHA
- FERRIZERIAS
- POBLADO
- OPAS DE VOTO
- ARREYS
- LAGUNA
- SANTOS BARRILES
- POZO
- NORIA
- POZO PILOTO
- GRANDE CAL PROFUNDA EN 25 METROS ESTADID EN 181



ESCALA 1:50,000

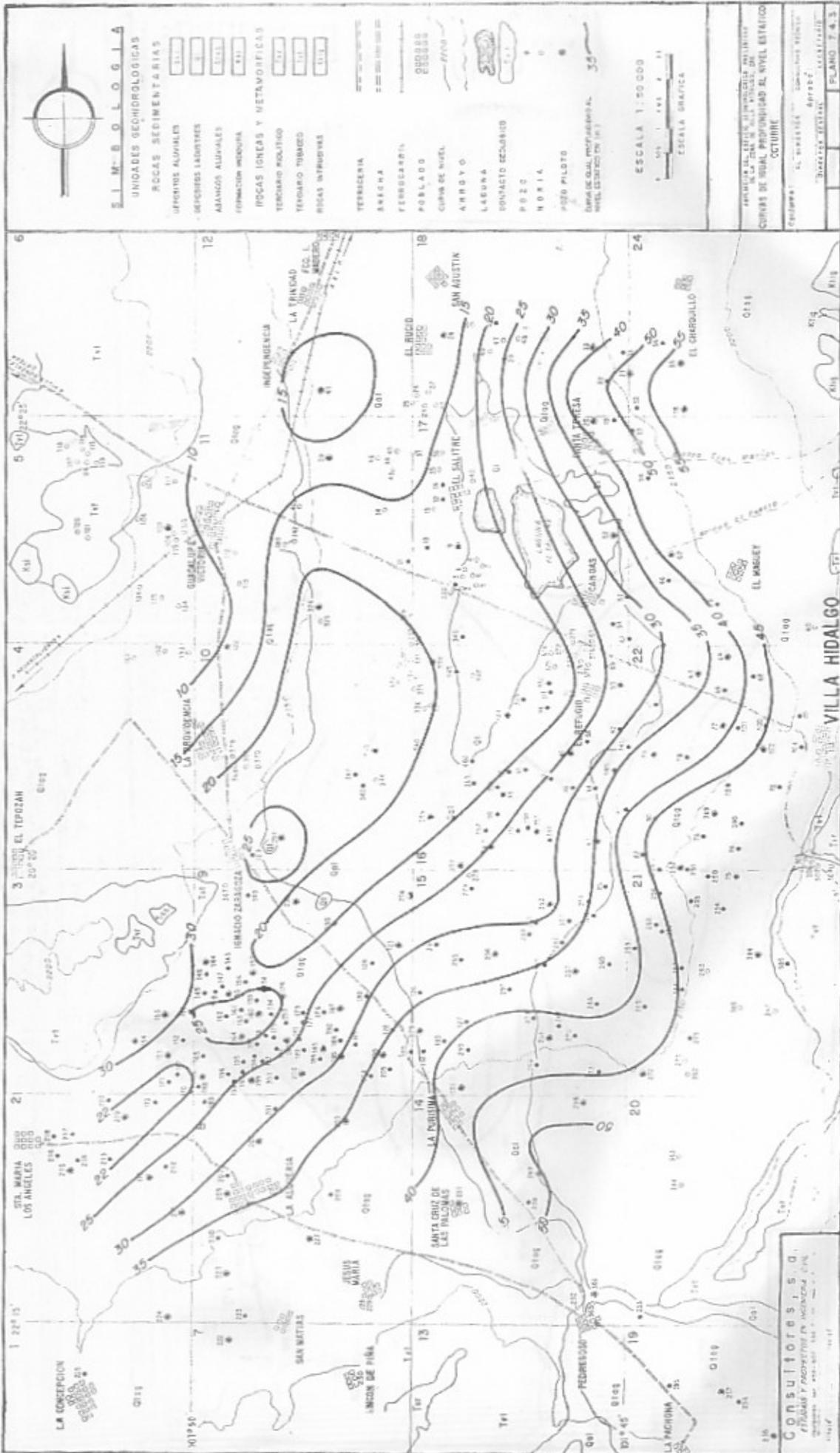
ESCALA GRAFICA

CONFORME AL PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL
 CURVAS DE ECUAL PROFUNDIDAD AL NIVEL ESTADID
 AGOSTO

CONSULTORA S. A.
 INGENIERIA Y ARQUITECTURA S. A.
 CARRANZA 1000 - MONTEVIDEO - URUGUAY

VILLA HIDALGO

PLANO 7.4.2



E L M B O L O G I A

- UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS**
- ROCAS SEDIMENTARIAS
 - UFONITES ALIVIALES
 - SEDIMENTOS LADINOS
 - AMARGOS ALIVIALES
 - FORMACION MORAÑA
 - ROCAS ÍGNEAS Y METAMÓRFICAS
 - TERRAZO MOUTINO
 - TERRAZO TURBADO
 - ROCAS ÍGNEAS
 - TERRAZO
 - SAECHA
 - FERRUCARITA
 - POBLADO
 - CURVA DE NIVEL
 - ARRIYO
 - LAGUNA
 - CONTACTO RECORRIDO
 - POZO
 - MORIA
 - POZO PILOTO
 - SWALE DE CAL PROFUNDAS AL NIVEL DEL MAR EN T.M.T.
 - BOVEDAS
 - BOVEDAS

ESCALA 1:50 000

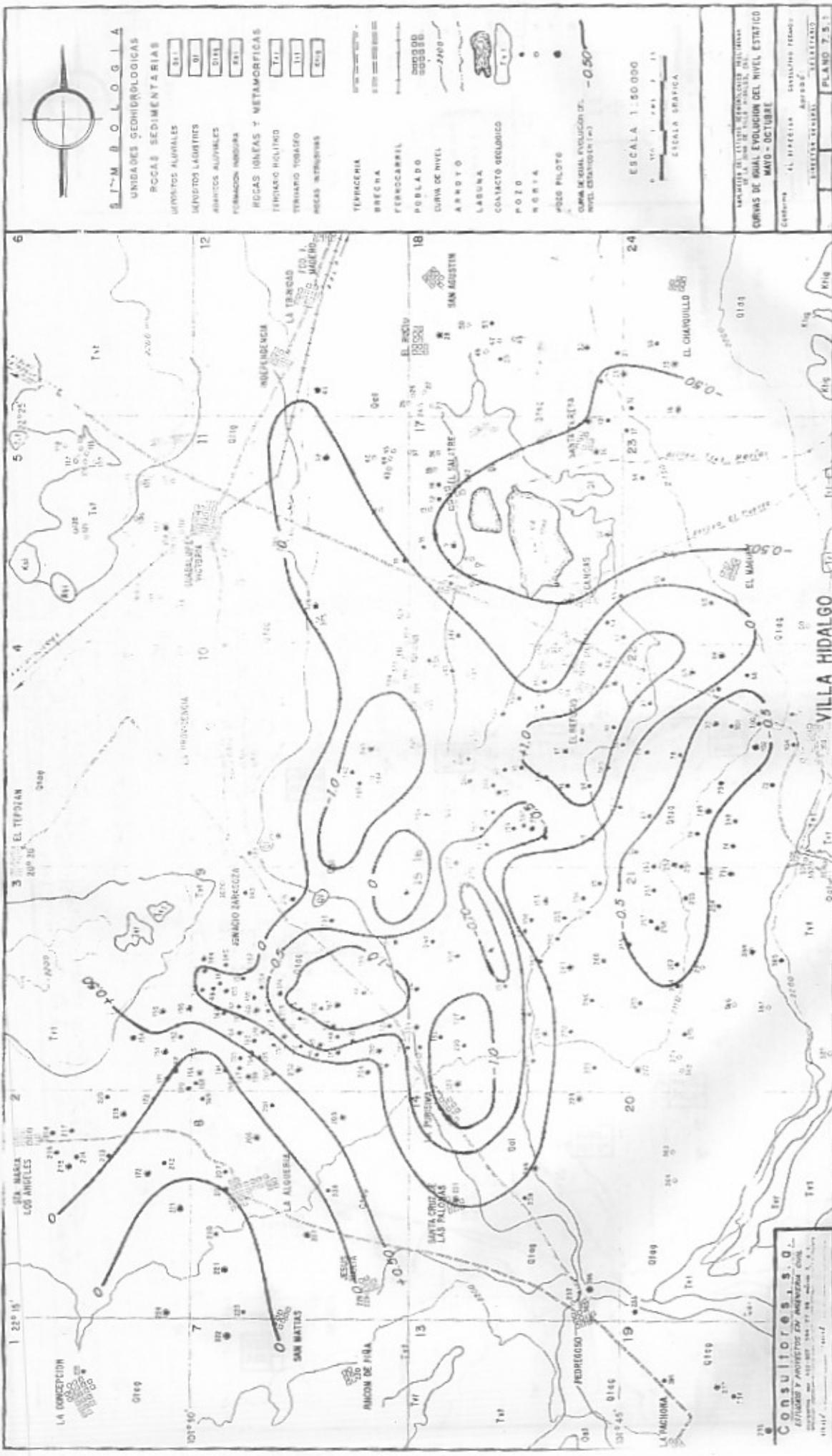
ESCALA GRAFICA

PROYECTO DEL INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS DE LA ZONA DE VILLA HIDALGO, EN CURVAS DE NIVEL PROPORCIONAL AL NIVEL ESTÁTICO OCTUBRE

Colombia: EL VIGILANTE - ABRIL 1957

Bureau of Geology - PLANO T. 4.3

Consultores, S. de C.
 CIUDAD Y PROYECTO EN MONTECITO, C.R.



S I M B O L O G I A

UNIDADES GEOLÓGICAS

ROCAS SEDIMENTARIAS

ARENISOS ALUVIALES 381

ARENISOS LAGUNITOS 382

ARENISOS ALUVIALES 383

FORMACION ANDRADA 384

ROCAS ÍNEAS Y METAMORFICAS

TERRAZO HOLLADO 391

TERRAZO TOMADO 392

ROCAS INTUSIVAS 393

TERRACENA 401

BRECHA 402

FERRUCARRIL 403

POBLADO 404

CUÑA DE NIVEL 405

ARROYO 406

LASUNA 407

CONTACTO OROLOGICO 408

POZO 409

HERIA 410

POZO PILOTO 411

CURVA DE NIVEL EVOLUCION DE NIVEL ESTADICO 412

NIVEL ESTADICO (m) 413

ESCALA 1:50000

0 100 200 300 400 500

ESCALA GRAFICA

CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITUTO NACIONAL DE GEOLÓGIA Y MINERÍA

CURVAS DE NIVEL EVOLUCION DEL NIVEL ESTADICO

MAYO - OCTUBRE

Coordinador: EL DIRECTOR GENERAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

Elaborador: EL DIRECTOR GENERAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

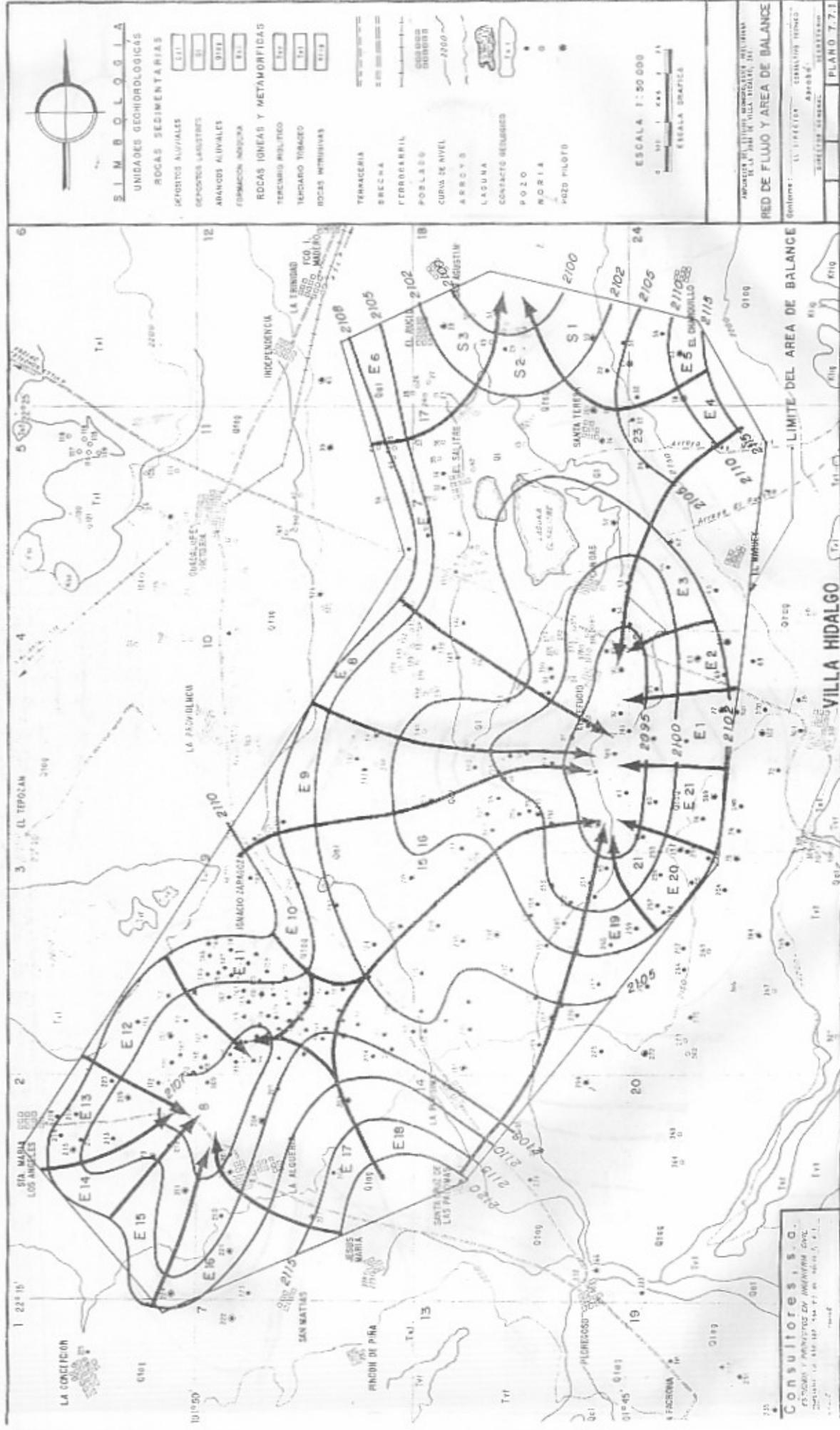
PLANO 7.5.1

CONSULTORES S. S. O.

ESTUDIOS Y PROYECTOS EN INGENIERIA CIVIL

AV. BELLA VISTA 100, SAN JOSÉ DE LOS RIOS, GUAYAMA, P.R.

TEL. (787) 333-1111



- S I M B O L O G I A**
- UNIDADES GEOCROLOGICAS**
- ROCAS SEDIMENTARIAS**
- LETT
 - III
 - IV
 - V
 - VI
- ROCAS IONEAS Y METAMORFICAS**
- IX
 - X
 - XI
 - XII
- DEFINICIONES**
- ROCAS SEDIMENTARIAS
 - DEFINICIONES
 - DEFINICIONES
 - DEFINICIONES
 - DEFINICIONES

- TERRACERA
- SRECHA
- FERRONARRIL
- POSLABO
- CURVA DE NIVEL
- ARROYO
- LAGUNA
- CONTACTO METEORICO
- POZO
- BORIA
- POZO PILOTO

ESCALA 1:50 000

0 100 200 300 400 500

ESCALA GRAFICA

ANEXO AL SISTEMA MONUMENTAL NUTRINA
DE LA ZONA DE VILLA HIDALGO, S.L.

RED DE FLUJO Y AREA DE BALANCE

Contorno: 1:1 (1:1) 1:1 (1:1) 1:1 (1:1)

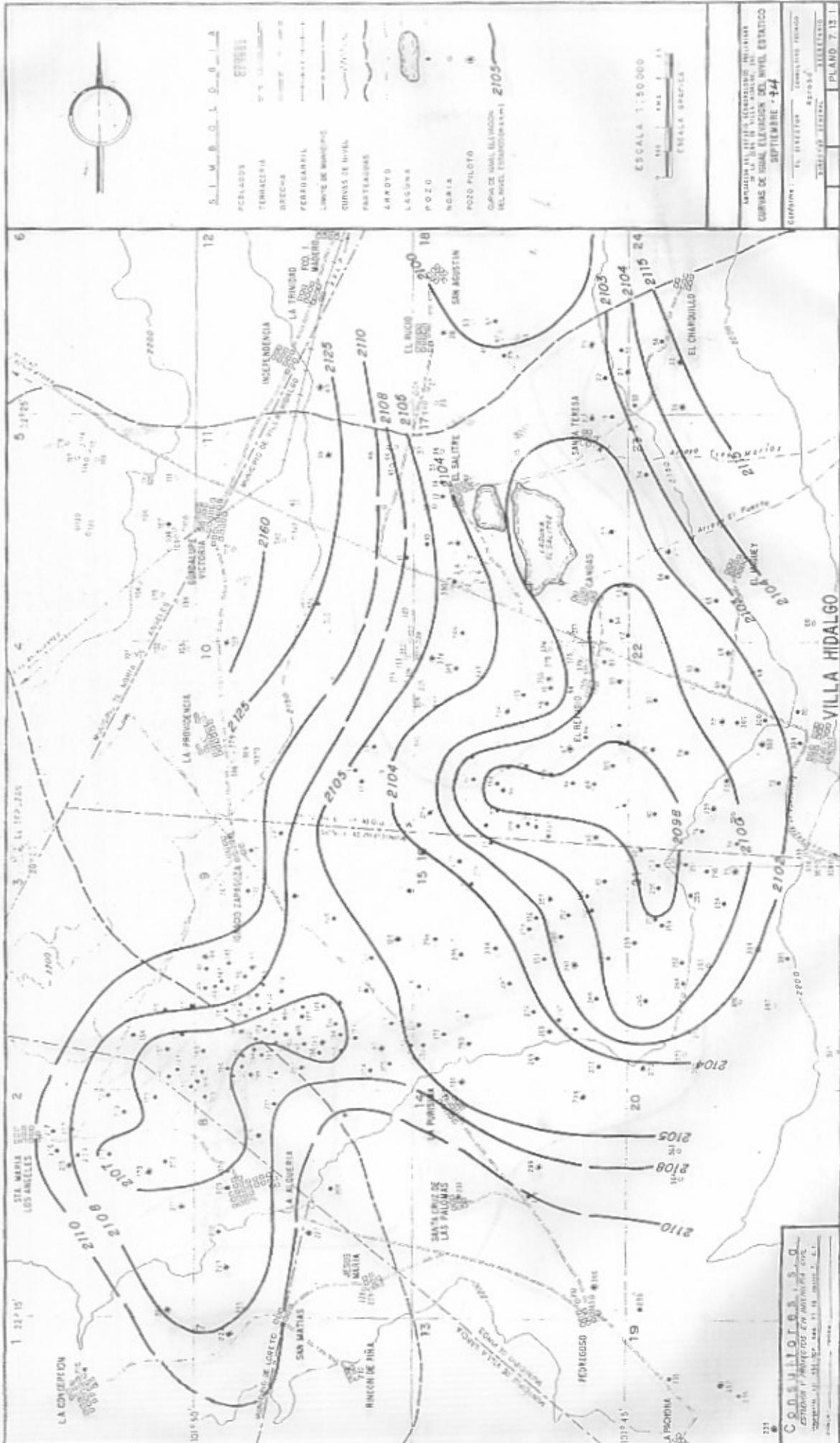
ESCALA GRAFICA

PLANO 7.7.1

Consultores, S.A.

ESTRATEGIA Y MONITOREO AMBIENTAL

AV. LA PAZ No. 100, P.O. BOX 100, S.L.



- 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100
- ACEROS
 TERRACERIA
 BRECHA
 FERROCARRIL
 LIMITE DE MUNICIPIO
 CURVAS DE NIVEL
 PASTIZALES
 ARROYO
 LAGUNA
 POZO
 NORIA
 POZO PILOTO
 CAPA DE NIVEL ESTACION DEL NIVEL ESTADISTICO

ESCALA 1:50 000

0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000

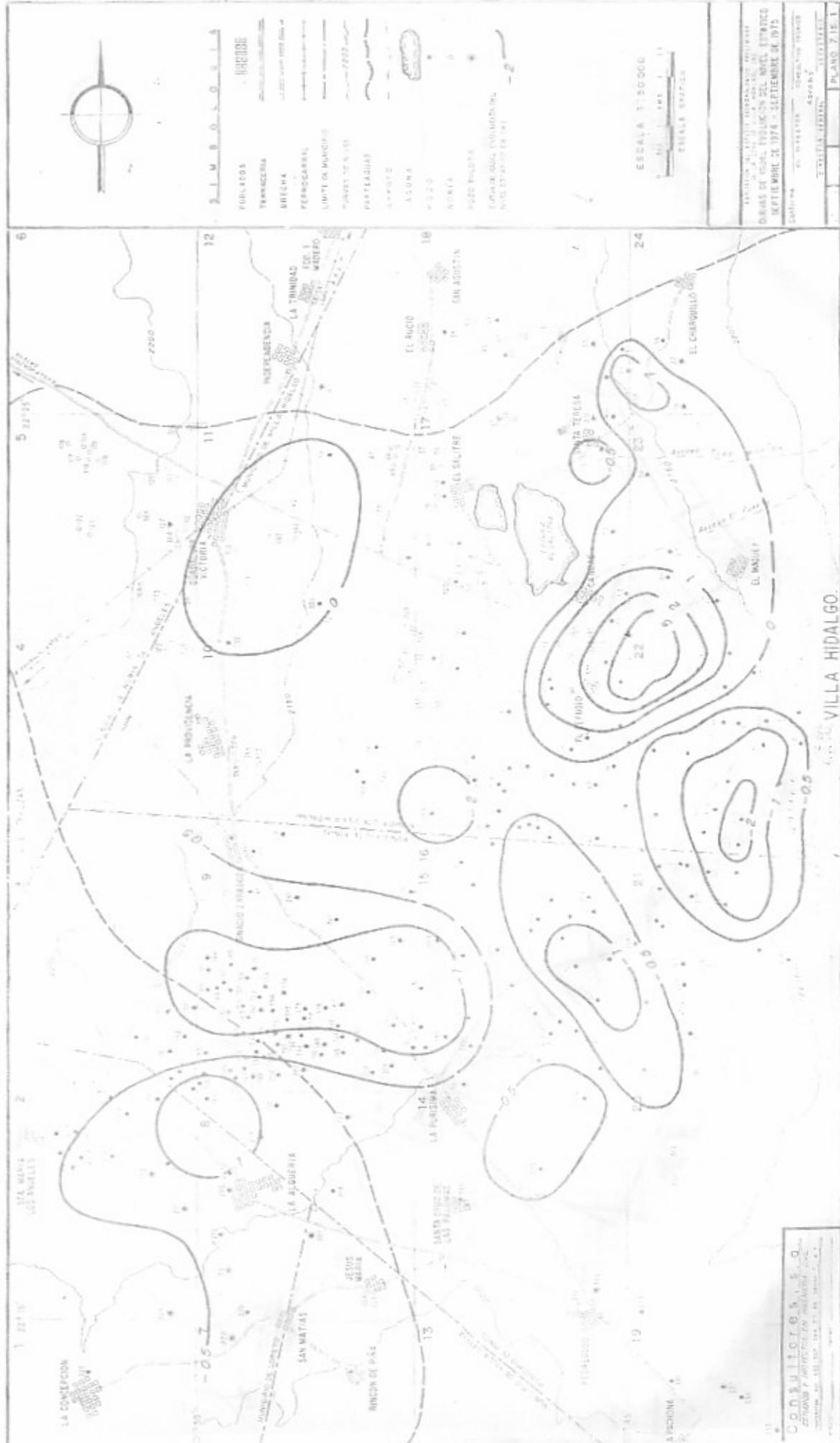
ESCALA GRAFICA

COMISION NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS
 CURVAS DE NIVEL (ELEVACION DEL NIVEL ESTADISTICO)
 SEPTIEMBRE - 1944
 COPIA DE NIVEL ESTACION DEL NIVEL ESTADISTICO

Coahuila de Zaragoza
 ESTACION Y MUESTRA EN VILLA HIDALGO
 MUESTRA 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100

VILLA HIDALGO

PLANO 7.13



- 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
- LEGENDA**
 FUERTES
 TERRAZENAS
 BRECHA
 FERROCARRIL
 LIMITE DE MUNICIPIO
 PUNTO DE NIVEL
 PLAYAQUILAS
 CERRILLOS
 ALBUCA
 MONTAÑA
 AGUAS CALIENTES
 CANAL DE DRENAJE
 MUSEO DE HISTORIA LOCAL

ESCALA 1:50,000
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA
 SERVICIO DE GEOMÁTICA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN
 OBRAS DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DEL NOROCCIDENTE
 SEPTIEMBRE DE 1974 - SEPTIEMBRE DE 1975
 CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN
 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 TERCERA EDICIÓN
 PLANO 715.1

CONJUNTO DE OBRAS
 DE RECONSTRUCCIÓN DEL NOROCCIDENTE
 SEPTIEMBRE DE 1974 - SEPTIEMBRE DE 1975

VILLA HIDALGO

Bibliografía

1. Estudios Geohidrológicos Preliminares de la Zona de Villa Hidalgo Zacatecas, y Ampliación del Estudio Geohidrológico Preliminar de la misma zona, Realizados por la empresa Consultores, S.A. 1974 y 1975.
2. Estudio geohidrológico en las zonas de Chupaderos, Villa Hidalgo y La Blanca, Zacatecas a través del Contrato GZA-81-99-GD. Realizados por la Empresa Investigaciones Técnicas del Subsuelo, S.A. (ITSSA). 1981.
3. Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006. Comisión Nacional del Agua. 2001. Pp 77.
www.cna.gob.mx
4. Aspectos Fundamentales del Estudio del Agua Subterránea. Jaime A. Tinajero. UNAM, Facultad de Ingeniería. 1985.
5. Recursos Hidráulicos. Planeación y Administración. Otto J. Helweg. Grupo Noriega Editores. 1992.
6. Hidrología Subterránea. E. Custodio y M. R. Llamas. Ed. Omega. 1996.
7. Hydrology and Hydraulic Systems. Ram S. Gupta. Ed. Waveland Press. 2001.

Apéndice. Algunas características de los Municipios de mayor población del Estado de Zacatecas.

1. Fresnillo, municipio de Zacatecas. Territorio montañoso, en la cuenca del río Calera. Actividad principal: minería, explotan plata, oro, cobre. También hay agricultura, ganadería y avicultura. Población (1990), 160.181 habitantes.
2. Zacatecas, municipio de Zacatecas. Territorio montañoso, de clima templado y escasas corrientes de agua. Explotan oro y plata. Importante producción agrícola (maíz), ganadera (lechera) y avícola. Población (1990), 108.556 habitantes.
3. Guadalupe, municipio de Zacatecas. Territorio ganadero en el que se cultivan maíz, frijol, alfalfa. Tiene fábricas de ladrillos refractarios y artesanías, un comercio activo y buenas comunicaciones. Población (1990), 82.770 habitantes.
4. Sombrerete, municipio de Zacatecas. Alterna relieve plano y montañoso. Clima templado y seco. Recursos mineros: cobre, oro, plata, plomo, mercurio y estaño. Actividad agrícola y ganadera. Población (1990), 63.546 habitantes.
5. Pinos, municipio de Zacatecas. Relieve plano. Clima templado y seco. Sus habitantes se dedican a las actividades agrícolas, ganaderas y avícolas. Población (1990), 59.550 habitantes.
6. Río Grande, municipio de Zacatecas. Relieve plano con pequeñas serranías. Clima templado. Productos: maíz, trigo, chile, papa, cebolla, alfalfa y frutas. Actividad ganadera y avícola. Población (1990), 57.834 habitantes.
7. Jerez de García Salinas, municipio de Zacatecas. Su orografía es plana con pequeñas ondulaciones donde hacia el poniente se encuentra la Sierra de Jerez con una altura máxima de 2,750 metros sobre el nivel del mar. El municipio tiene una extensión de 1,521 kilómetros cuadrados. La hidrografía de este municipio se compone por afluencia del Río Jerez, con corriente de norte a su que pasa por la cabecera municipal, abasteciendo algunos depósitos. (Presas). Se cuentan 158 pozos de uso agrícola seis de uso domiciliario y público. Asimismo se encuentran ubicados cinco presas con una capacidad de 34,258.000 metros cúbicos, estas son: Encino Mocho, localizada en la corriente del arroyo del mismo nombre, el Tesorero ubicada en el Río Jerez, los ríos aprovechan la corriente del arroyo San Nicolás. Su clima es templado seco, tiene una temperatura media de 16° C y una participación pluvial media anual de 500 mm. Cuenta con grandes extensiones para el cultivo de duraznos y manzanas de buena calidad. En este Municipio se cuenta con una población de 54,757 habitantes, de los cuales 25,860 son hombres y 28,897 son mujeres, según información del censo del año 2000.
8. Valparaíso, municipio de Zacatecas. Relieve montañoso. Clima templado y cálido. Productos: trigo, cebolla, ajo, chile, jitomate, chícharo, durazno y guayaba. Actividad ganadera, avícola y apícola. Población (1990), 41.599 habitantes.
9. Villanueva, municipio de Zacatecas. Territorio montañoso, de clima templado, recorrido por el río Juchipila. Cultivan maíz, alfalfa y frutales (durazno y guayaba). Ganadería vacuna y porcina y avicultura. Población (1990), 35.373 habitantes.
10. Loreto, municipio de Zacatecas. Región de planicies con clima templado. Cultivos: chile, frijol, cebolla, trigo, papa y alfalfa. Actividad ganadera y avícola. Población (1990), 34.558 habitantes.

11. Ojocaliente, municipio de Zacatecas. Relieve plano y montañoso. Clima templado. Productos: frijol, maíz, trigo, cebada, jitomate, chícharo y frutas. Actividad ganadera, avícola, apícola y minera. Población (1990), 33.431 habitantes.
12. Nochistlán de Mejía, municipio de Zacatecas. Relieve montañoso. Clima cálido y seco. Productos: maíz, frijol, cacahuate, papa, camote y trigo. Actividad ganadera. Población (1990), 32.327 habitantes.
13. Villa de Cos, municipio de Zacatecas, ubicado al oriente del estado, limita con San Luis Potosí. Región llana, clima templado. Producción: frijol, maíz y chile. Población (1990), 29.562 habitantes.
14. Francisco R. Murguía, municipio de Zacatecas, limita con Durango. Drenado por el río Aguanaval. Actividad principal: ganadería, también tiene minería y agricultura. Población (1990), 25.755 habitantes.
15. Jalpa, municipio de Zacatecas. Región montañoso con clima cálido. Productos: maíz, cacahuate, caña de azúcar, naranja, mango y guayaba. Actividad ganadera y comercial. Población (1990), 24.406 habitantes.
16. Tlaltenango de Sánchez Román, municipio de Zacatecas. Ubicado al sur del estado, limita con Jalisco. Región accidentada, clima cálido. Produce maíz, frijol y cacahuate. Población (1990), 22.987 habitantes.
17. Mazapil, municipio de Zacatecas. Territorio llano con clima semidesértico. Productos: maíz, cebada, chile, calabaza, chícharo y cebolla. Explotación forestal y actividad avícola. Población (1990), 22.172 habitantes.
18. Calera, municipio de Zacatecas. Suelo plano, regado por afluentes del río Aguanaval. Tiene un clima templado. Cultivan maíz, frijol y trigo. Ganadería, avicultura y apicultura son actividades importantes. Población (1990), 21.206 habitantes.
19. Sain Alto, municipio de Zacatecas. Alterna relieve montañoso y plano. Clima templado. Productos: maíz, chile, trigo, frijol, ajo, jitomate, haba y frutas. Actividad ganadera y avícola. Población (1990), 21.046 habitantes.
20. General Pánfilo Natera, municipio de Zacatecas, limita con San Luis Potosí. Actividades agrícolas, ganaderas y comerciales. Explotación de minas y canteras. Población (1990), 20.719 habitantes.
21. Miguel Auza, municipio de Zacatecas. Relieve plano; clima cálido y extremo. Productos: maíz, frijol y frutales. Actividad ganadera, avícola y apícola. Población (1990), 20.663 habitantes.
22. Juan Aldama, municipio de Zacatecas. Región de planicies. Clima cálido. Cultivos: frijol, alfalfa, trigo y jitomate. Actividad ganadera y avícola. Mediano comercio. Población (1990), 18.312 habitantes.
23. Tabasco, municipio de Zacatecas. Relieve plano y clima cálido. Productos: maíz, cacahuate, chile verde, frijol, trigo, ajo y alfalfa. Actividad ganadera, avícola y apícola. Población (1990), 15.556 habitantes.
24. Chalchihuites, municipio de Zacatecas, limita con Durango. Parcialmente montañoso, de clima templado. Hay ganadería, minería y agricultura (maíz, frijol, trigo y frutas). Población (1990), 14.665 habitantes.

25. Villa Hidalgo, municipio de Zacatecas. Territorio de planicies, con clima templado y escasas corrientes de agua. Cultivan maíz, chile seco, frijol y uva. Actividad ganadera y avícola. Población (1990), 14.076 habitantes.
26. Juchipila, municipio de Zacatecas. Clima cálido. Productos: maíz, caña de azúcar, trigo, jitomate, chile, limón, pera, plátano. Importante actividad comercial y ganadera. Población (1990), 13.535 habitantes.
27. Concepción del Oro, municipio de Zacatecas. Clima seco. Riqueza minera. Agricultura de autoconsumo. Ganado caprino, lanar y vacuno. Explotan lechuguilla y palma. Población (1990), 13.405 habitantes.
28. Pánuco, municipio de Zacatecas. Relieve con predominio de planicies y clima templado. Productos: maíz, frijol y alfalfa. Actividad apícola, avícola y minera. Población (1990), 12.742 habitantes.
29. Villa García, municipio de Zacatecas. Relieve plano y clima templado. Productos: frijol, maíz, chile, trigo, cebada, cebolla y frutas. Actividad ganadera y avícola. Población (1990), 12.675 habitantes.
30. Villa González Ortega, municipio de Zacatecas. Posee un relieve plano, un clima templado y escasos recursos hidrográficos. Cultivan frijol, maíz, trigo, chile, cebolla, frutales. Tiene ganadería, avicultura y apicultura. Población (1990), 12.226 habitantes.
31. Noria de los Angeles, municipio del estado de Zacatecas. Región de planicies con clima templado. Sus habitantes se dedican a la agricultura y ganadería. Población (1990), 12.163 habitantes.
32. Luis Moya, municipio de Zacatecas. Región de planicies. Productos: maíz, trigo, chile, cebolla y frutas. Importante actividad ganadera y avícola. Excelentes vías de comunicación. Población (1990), 11.502 habitantes.
33. Monte Escobedo, municipio de Zacatecas. Relieve montañoso y clima templado. Productos: maíz, frijol, jitomate, trigo, garbanzo y papa. Actividad ganadera, avícola y apícola. Población (1990), 11.278 habitantes.
34. Tepetongo, municipio de Zacatecas. Relieve plano y montañoso. Clima templado. Productos: frijol, maíz y frutas. Actividad ganadera, apícola y avícola. Población (1990), 10.905 habitantes.
35. Teul de González Ortega, municipio de Zacatecas. Relieve muy montañoso. Clima cálido. Productos: maíz, frijol, haba, cacahuete, lenteja, aguacate, limón y durazno. Actividad apícola y avícola. Población (1990), 9.813 habitantes.
36. Tepechitlán, municipio de Zacatecas. Relieve abrupto y clima tropical. Productos: maíz, chile, trigo, cacahuete, papa, frijol, alfalfa, cítricos y frutas. Actividad ganadera y apícola. Población (1990), 9.525 habitantes.
37. Cuauhtémoc, municipio de Zacatecas, limita con Aguascalientes. Clima cálido. Fuentes de ingresos: agricultura (maíz), ganadería lanar y caprina y apicultura. Población (1990), 9.432 habitantes.
38. Genaro Codina, municipio de Zacatecas, limita con Jalisco. Hay serranías y pequeñas corrientes de agua. Actividad principal: agricultura, seguida de ganadería y avicultura. Población (1990), 8.209 habitantes.

39. Morelos, municipio de Zacatecas. Relieve plano y clima templado. Productos: frijol, maíz, cebada y frutas. Actividad ganadera, avícola y apícola. Población (1990), 8.143 habitantes.

40. Apozol, municipio de Zacatecas, limita con Jalisco. Montañoso. Cultivan maíz, caña de azúcar, producen piloncillo. Tienen ganado vacuno, porcino y mular. Población (1990), 7.955 habitantes.